



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.736851

## Effect of moisture content, particle size and pressure on some briquetting properties of hazelnut residues

Gürkan Alp Kağan Gürdil<sup>a\*</sup>, Bahadır Demirel<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>b</sup>Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ggurdil@omu.edu.tr

Geliş/Received 13/05/2020

Kabul/Accepted 30/08/2020

### ABSTRACT

This study examined the utilization of residues from the production of hazelnuts as a source of biofuel. The residues were briquetted using a hydraulic briquetting machine with a horizontal course. Solid cylindrical briquettes were produced with two different compression pressures (P: 80 MPa and 160 MPa), moisture contents (M: 8%-10% and 13%-15%) and particle sizes (PS: 2-5 mm and 7-10 mm). Thermal and physical-mechanical properties (bulk density, tumbler and shatter indexes, water absorption capacity, moisture and equivalent humidity contents, ash content, higher heating value), flue gas emission of the briquettes were measured. It was found that the optimum briquetting pressure was 160 MPa, optimum moisture content was 8%-10%, and optimum particle size was 2-5 mm for hazelnut husk agricultural residues. The study yielded promising results and proved that the idle residue potential in agriculture could be utilized for green energy.

**Keywords:**  
Agricultural waste  
Biofuel  
Emission  
Feedstock  
Green energy  
Hazelnut

**Nem içeriği, parçacık boyutu ve basıncın fındık zurufu atığının bazı briket özellikleri üzerine etkisi**

### ÖZET

Bu çalışmada, biyoyakıt kaynağı olarak fındık üretiminden kaynaklanan atıkların kullanımı incelenmiştir. Atıklar, yatay bir rotaya sahip bir hidrolik briketleme makinesi kullanılarak briketlenmiştir. Katı silindirik briketler iki farklı sıkıştırma basıncı (P: 80 MPa ve 160 MPa), farklı nem içeriklerinde (M:%8 -%10 ve %13 -%15) ve parçacık boyutları (PS: 2-5 mm ve 7-10 mm) ile üretilmiştir. Briketlerin ısısal ve fiziksel-mekaniksel özellikleri (kütle yoğunluğu, mekanik dayanıklılık ve kırılma indeksleri, su emme kapasitesi, nem ve eşdeğer nem içeriği, kül içeriği ve ısı değerleri) ve yanma sonrası gaz emisyon değerleri, ölçülmüştür. Çalışma sonucunda fındık zurufu tarımsal atığı için en uygun briketleme basıncı 160 MPa, nem içeriği %8 -%10 ve parçacık boyutu 2-5 mm aralığında bulunmuştur. Çalışma umut verici sonuçlar vermiştir ve tarımdaki atıl atık potansiyelinin yeşil enerji için kullanılabileceğini kanıtlanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:**  
Tarımsal atık  
Biyoyakıt  
Emisyon  
Hammadde  
Yeşil enerji  
Fındık

## 1. Introduction

Fossil fuels represent the main source of energy in today's world. However, as the demands for energy increase along with increases in world population, fossil-fuel reserves are continually decreasing. Fossil fuels such as petroleum, coal and natural gas satisfy the major fraction of total need of world's energy (Wang and Sarkar, 2018). Given that the main task of the energy sector is to ensure the continual availability of reasonably priced energy for a growing population and developing economy, it is clear that the consumption of fossil-based fuels must be reduced and the search for new sources of renewable energy accelerated (Ültanır, 1996).

Amongst the existing global challenges, indiscriminate burning of fossil fuels and the ensuing climate change impact due to CO<sub>2</sub> emissions are the most serious problems of 21st century. Of the renewable energy sources, bioenergy as sustainable and environmentally friendly alternative to the fossil fuels has stirred substantial research worldwide (Sohni et al., 2018). Biomass conversion processes have emerged as a rapidly growing field of science and technology endeavored to fulfil ever-growing energy deficit as well as reduce CO<sub>2</sub> emissions by 70–90% (Timung et al., 2015; Sohn et al., 2018).

Biomass has received tremendous attention both in developed and developing countries as a renewable energy source (Muazu and Stegemann, 2015). Biomass energy, i.e. energy obtained from plant- and animal-based natural materials composed mainly of

carbohydrate compounds (Ölçüm, 2006; Chen et al., 2011; Prakash and Karunanithi, 2008), represents a source of environmentally friendly, inexhaustible renewable energy. Biomass, which includes agricultural residues, accounts for approximately two-thirds of all potential sources of renewable energy in Turkey (Angin and Şensöz, 2006), whose vast areas of agricultural production offer great potential in terms of renewable energy resources.

Turkey is the number-one producer of hazelnuts in the world. In 2012, Turkey produced 660,000 tons of hazelnuts, representing 72.17% of world production, on 422,765 ha, representing 69.11% of the world's hazelnut plantations (FAO, 2018). In Turkey's Black Sea region, hazelnut is the most common and most profitable agricultural product cultivated and results in approximately 200,000 tons of residue annually. However, under current practice, this residue is not used for any purposes. They are left on the fields or burnt to wipe out (Figure 1). Therefore, the present study examined the possible use of residues left after hazelnut harvesting and threshing as solid biofuel. Briquettes produced with two different compression pressures (80 MPa and 160 MPa), moisture contents (8%-10% and 13%-15%) and particle sizes (2-5 mm and 7-10 mm). Thermal, physical-mechanical (bulk density, tumbler and shatter indexes, water-absorption capacity, moisture and equivalent humidity contents, ash content and calorific values), flue-gas emission values measured to determine optimum parameters for the briquetting of hazelnut husk residues.



*Figure 1. Random burning of hazelnut husks*  
Şekil 1. Fındık zuruflarının rastgele yakılması

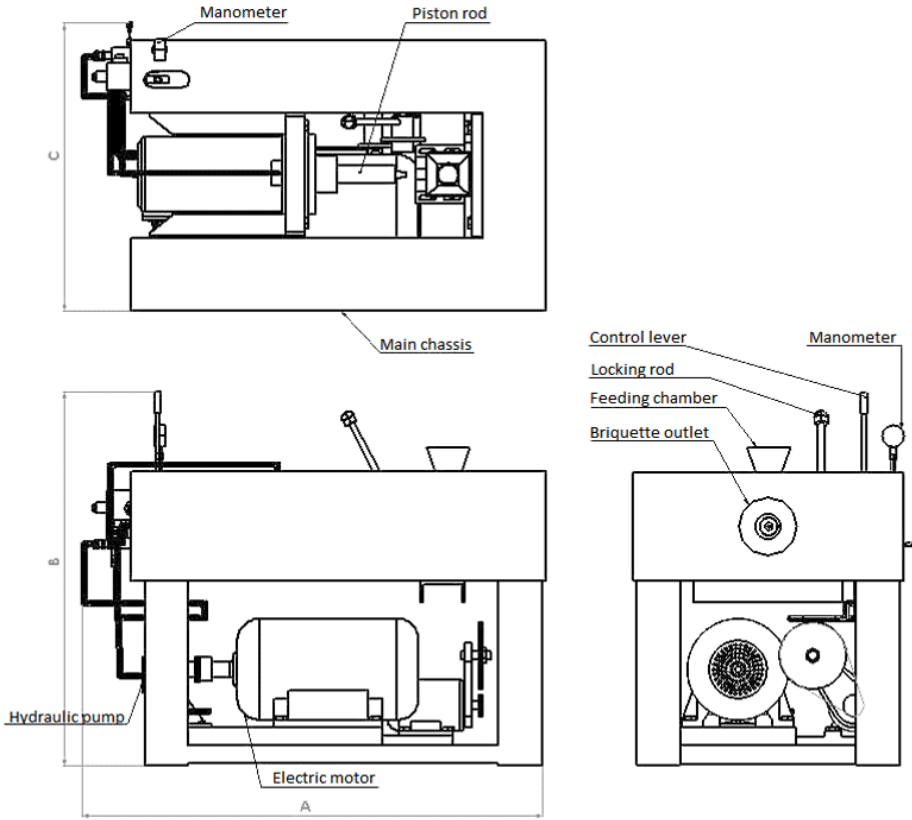


Figure 2. Hydraulic briquetting machine (A: 1280 mm; B: 1155 mm; C: 740 mm)  
Şekil 2. Hidrolik briketleme makinası (A: 1280 mm; B: 1155 mm; C: 740 mm)

Table 1. Hazelnut husk briquette treatments  
Çizelge 1. Fıdık zurufu briketleri uygulamaları

Treatment No.	Particle Size (mm)	Moisture Content (%)	Briquetting Pressure (MPa)
T1	2-5	8-10	80
T2	2-5	8-10	160
T3	7-10	8-10	80
T4	7-10	8-10	160
T5	2-5	13-15	80
T6	2-5	13-15	160
T7	7-10	13-15	80
T8	7-10	13-15	160

## 2. Material and Method

### 2.1 Briquetting Procedures

This study was conducted using hazelnut husk residue from agricultural production.

Hazelnut residues were sun-dried under normal conditions until their moisture content was reduced to either 8%-10% or 13%-15%, as defined by (EN 14774-332

1, 2009) standards. The dried material was then ground in a 3-kW electric hammer mill consisting of 8 hammers rotating at a speed of 2,850 rpm. Once particles of the required sizes (2-5 mm and 7-10 mm) were obtained, moisture contents were re-measured, and the particles were briquetted using a hydraulic briquetting machine with a briquetting range of 0-320 MPa that was developed as a prototype (Figure 2).

Solid cylindrical briquettes were produced by feeding the prepared residue material into a cylindrical mold with a wall-thickness of 25 mm. Residues were briquetted at either 80 MPa or 160 MPa. In order to avoid blockage during the briquetting process, material was fed into the machine in batches. Cylindrical briquettes of 50 mm diameter and 80-100 mm in length were obtained for 8 treatments (Table 1).

### 2.2 Thermal, Physical-mechanical Properties of Briquettes

Density of the residue was measured by feeding the chopped, dried material into a constant volume vessel from a height of approximately 4 cm high, weighing the vessel, and calculating the value of the mass of the material divided by the volume of the vessel ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ).

Density of the briquettes was measured by calculating the mass of the briquette divided by its volume.

Water-intake resistance was measured by plunging the briquettes into normal tap water and recording their masses at 30-second intervals for 2 minutes and then calculating percentage increases in mass (Lindley and Vossoughi, 1989; Kaliyan and Morey, 2006). Air-moisture resistance of briquettes was evaluated by storing sample briquettes in a closed environment for 21 days and then calculating the difference in mass before and after storing, which was recorded as equivalent moisture content.

Briquette resistance to breakage by impact (Tumbler index) and after falling (Shatter index) was tested according to (ASAE S269.4, 2000 and ASTM D 440-86, 1998) standards, respectively (Figure 3a and 3b).

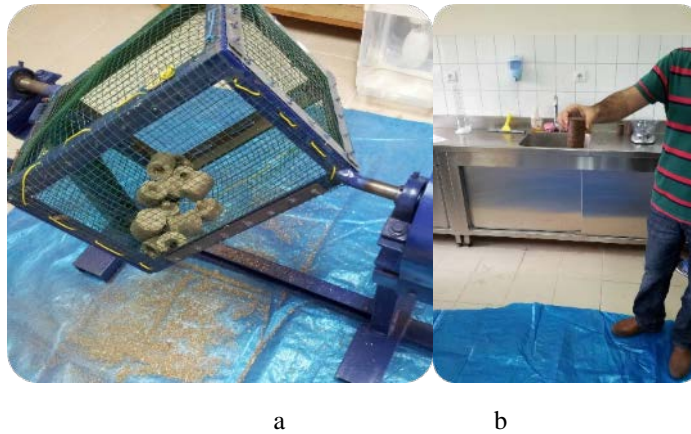


Figure 3. a) Tumbler test, b) Shatter test

Şekil 3. a) Mekanik dayanıklılık testi, b) Düşme-kırılma testi

Higher heating values of briquettes were measured using an IKA C200 calorimeter. Testing was performed according to standards (ASTM-D 5865-07A, 2009). Ash contents were determined by a muffle furnace.

### 2.3 Flue-Gas Emissions

Flue-gas emissions during burning were measured using an Ecom EN2 flue-gas sensor. The probe of the device was installed approximately 1 m above the stove, and all readings were performed from this constant point.

Data analysis was performed using the IBM SPSS Statistics 21 software. The normality analysis was performed with the Kolmogorov-Smirnov single sample test and the variance homogeneity was assessed by the Levene test and the variances were homogeneous ( $P > 0.05$ ), with normal distribution of the data.

## 3. Results and Discussion

This study analysed the physical-mechanical and thermal properties of briquettes formed from hazelnut harvest residues using two different briquetting pressures (80 MPa, 160 MPa), moisture contents (8%-10%, 13%-15%) and particle sizes (2-5 mm, 7-10 mm) in order to assess their potential as solid biofuel. Pressures were selected based on pre-testing that showed 80 MPa to be sufficient for obtaining briquettes of satisfactory durability and shape and are in line with studies described by Krizan et al. (2015), Zhang and Guo (2014) and Sun et al. (2014).

### 3.1 Thermal, physical-mechanical properties

Moisture content of briquettes is very important for successful extrusion (Oladeji, 2015; Wachira et al., 2015). Moisture content of the material in the present study was selected based on previous studies, which reported material moisture contents of between 8%-15% to be suitable for briquetting using hydraulic equipment (Zhang and Guo, 2014; Coşereanu et al., 2015; Oladeji,



2015). Some physical-mechanical parameters of hazelnut husk briquettes are given in Table 2.

Table 2. Physical-mechanical parameters for hazelnut husk briquettes

Çizelge 2. Fındık zuruftu briketlerinin fiziko-mekanik parametreleri

Treatment No	Briquette volume mass (kg m <sup>-3</sup> )	Tumbler Index (%)	Shatter Index (%)	Water intake capacity (2 min)	Air moisture resistance (%)
T1	1012.79 ± 1.51de	60.18 ± 0.76f	83.04 ± 3.11	37.00 ± 0.57b	5.90 ± 0.10c
T2	1198.56 ± 2.89a	84.88 ± 0.69c	91.65 ± 1.13	27.59 ± 1.09c	7.06 ± 0.22b
T3	962.18 ± 2.20f	44.70 ± 1.00g	76.20 ± 3.80	40.11 ± 0.88b	7.88 ± 0.56a
T4	1159.04 ± 2.91b	83.75 ± 0.59c	95.08 ± 0.91	48.18 ± 1.43a	5.62 ± 0.14c
T5	1025.61 ± 3.60cd	78.65 ± 0.72d	95.19 ± 0.30	15.73 ± 0.65d	-2.04 ± 0.19e
T6	1041.46 ± 6.19c	91.96 ± 0.22a	95.20 ± 0.22	17.02 ± 0.39d	-0.76 ± 0.26d
T7	994.97 ± 3.48e	75.82 ± 0.49e	95.81 ± 0.67	13.69 ± 0.60d	-1.91 ± 0.05e
T8	1031.07 ± 6.25cd	88.65 ± 0.55b	97.58 ± 0.35	12.72 ± 0.32d	-1.93 ± 0.09e
Sig.	<0.01	<0.01	0.181	<0.01	<0.01

\*The difference among the values carrying the same letter at each column is insignificant at  $P \leq 0.05$

#### Density

Briquette density was significantly affected by briquetting pressure, moisture content and particle size ( $P < 0.01$ ). The majority of volume mass values ranged between 1000-1400 kg.m<sup>-3</sup>, which is in line with the literature (Grover and Mishra, 1996; Kaliyan et al., 2009; Tumuluru et al., 2011; Chinyere et al., 2014). The maximum briquette density obtained (1198.56±2.89 kg m<sup>-3</sup>) was for T2 (160 MPa/8%-10%/2-5 mm). As expected, better impaction was achieved with higher pressure (160 MPa). Compression was also better according to densities for material with lower moisture content than higher moisture content due to the characteristic incompressibility of liquids (Wachira et al., 2015). Furthermore, in line with Grover and Mishra (1996), density was higher for briquettes produced from material with smaller particle sizes. It was found that in addition to particle size being one of the main parameters for briquette density, particle size distribution also had an effect on the surface roughness of briquettes (Bilgin, 2008; Wilaipon, 2009; Oladeji, 2015).

#### Tumbler Indexes

Tumbler indexes increased with increases in briquetting pressure and moisture content and decreased with increases in particle size; however, the differences were not statistically significant ( $P < 0.01$ ). The highest Tumbler index obtained (91.96±0.22%) was for Treatment 6 (160 MPa/13%-15%/2-5 mm). Kaliyan and Morey (2006) showed that up to a certain limit,

increases in moisture content increase briquette durability, and Bazargan et al. (2014) and Wachira et al. (2015) reported tougher briquettes were produced when materials with higher moisture contents were subjected to higher briquetting pressure. Figure 4 shows some images of samples from treatments following Tumbler testing.

#### Shatter Indexes

Shatter indexes of briquettes increased with increases in briquetting pressure and moisture content and decreased with increases in particle size; however, the differences were not statistically significant ( $P < 0.01$ ). The lowest Shatter index obtained (76.20±3.80 %) was for Treatment 3 (80 MPa/8%-10%/7-10 mm). Figure 5 shows some images of samples from treatments following Shatter testing. The presence of different size particles improves the packing dynamics and also contributes to high static strength (Kaur et al., 2017).

#### Water-intake capacity

Water-intake capacity was significantly affected by briquetting pressure, moisture content and particle size ( $P < 0.01$ ). Differences were observed between groups after immersion in water for 2 minutes ( $P < 0.01$ ), although all treatment samples were observed to totally dissolve after several minutes in water. Denser briquettes were produced under higher briquetting pressures. This caused less water infiltration into the briquettes.

#### Resistance to moisture-humidity

Briquettes with higher moisture contents released moisture into the environment whereas those with lower moisture contents absorbed moisture from the environment. The humidity level of the environment in which briquettes are stored is known to directly affect

their ability to resist humidity. An environment with a relative humidity of between 40%-70% reported to be the most suitable in terms of air-moisture resistance (Vyas et al., 2015).



Figure 4. Hazelnut husk briquettes after Tumbler testing (a: T1, b: T7)

Şekil 4. Mekanik dayanıklılık testinden sonra fındık zurufu briketleri (a: T1, b: T7)

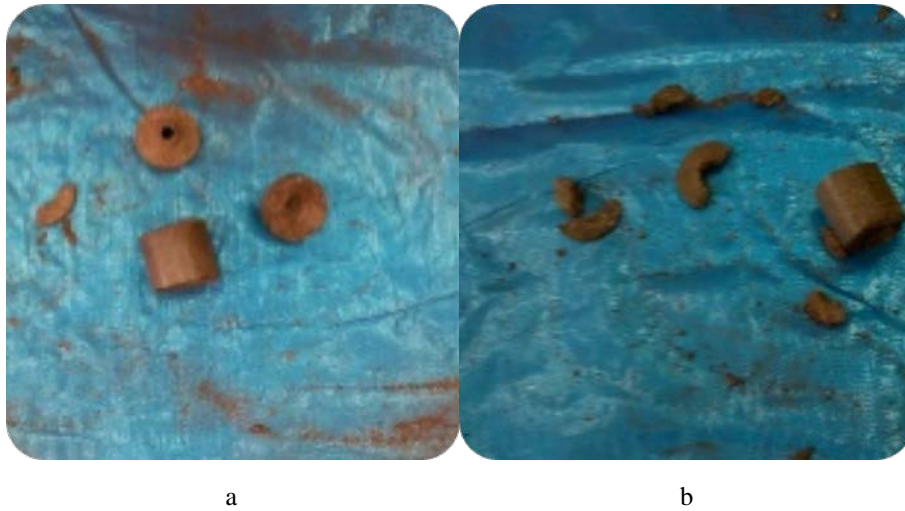


Figure 5. Hazelnut husk briquettes after Shatter testing (a: T2, b: T6)

Şekil 5. Düşme-kırılma testinden sonra fındık zurufu briketleri (a: T2, b: T6)

Higher heating values and ash contents of the briquettes are given in Table 3. The maximum higher heating value was found to be 18.49 MJ/kg. This value was higher than the higher heating value of wood (15.91 MJ/kg), indicating fuel briquettes produced from hazelnut husk agricultural residue to be a better source of heat energy than wood.

This is also in line with the findings of previous studies (Niedziółka et al., 2015; Olugbade and Mohammed, 2015; Shuma et al., 2015). Briquettes with 8%-10% moisture content were also found to have lower ash contents when burnt. High water and ash contents remaining after burning a material are known to have a negative effect on the material's burning

quality. Besides, chemical analysis of the material is important, too. Besides, chemical analysis of the material is important, too. This is given in Table 4. It's seen from the table that the crucial element like Cl in the material has slightly passed over the limits (0.06 %) than the limit given in standards (EN 14961-3, 2011) and in (EN ISO 17225-3, 2015).

#### Flue gas emissions

Many countries are known to suffer from air pollution caused by burning coal for heating purposes, and burning petroleum-based fuels are known to have high levels of SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> and CO<sub>2</sub> emissions (Ross et al., 2002). Reductions in emissions can be achieved by using biofuel briquettes made from agricultural residues

such as hazelnut husks in combustion chambers in place of coal. The flue-gas emission values of the hazelnut husk briquettes produced in the present study indicate their use as solid fuel to be environmentally appropriate. Table 5 shows the maximum flue-gas emission values for the hazelnut-husk briquettes used in the present study. Table shows that briquettes obtained from high compression pressures cause more CO<sub>2</sub> emissions. Therefore, it would be more appropriate to produce briquettes at lower pressures in terms of both energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions. As the tables indicate, flue-gas emission values for all treatments in this study

fall within the limits of legal Regulations for Air Pollution Control for Heating (IKHKKY) in Turkey.

In line with Kristensen and Kristensen (2004), Dias et al. (2004) and Fournel et al. (2015), the present study found briquette CO emissions increased with increases in moisture content, while SO<sub>2</sub> emissions were negligible. These findings are also similar to those of Roy and Corscadden (2012), who measured flue-gas emissions from biomass briquettes produced from various residues burnt in a domestic wood stove.

Table 3. Heating value and ash contents

Çizelge 3. Briketlerin ısı değeri ve kül içerikleri

Higher heating value (MJ kg <sup>-1</sup> )	Ash content (%)	
18.49	T1 – T4	T5 – T8
	8.47	10.72

Table 4. Chemical analysis for hazelnut husk

Çizelge 4. Fındık zürufu için kimyasal analiz değerleri

Water (% mass)	8.37
Volatile flammability (% mass)	61.41
Nonvolatile flammability (% mass)	22.80
C (% mass)	40.75
H (% mass)	5.73
N (% mass)	0.78
S (% mass)	0.14
O (% mass)	36.75
Cl (% mass)	0.06

Table 5. Maximum measured flue-gas emissions for briquettes

Çizelge 5. Briketler için ölçülen en yüksek baca gazı emisyonları

Treatments	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
O <sub>2</sub> (%)	12.8	9.4	11.8	10.7	12.7	13.1	11.9	8.8
CO <sub>2</sub> (%)	4.8	5.7	4.9	5.1	3.4	3.9	3.9	6.1
CO (mg Nm <sup>-3</sup> )	3,429	2,079	2,334	2,244	3,811	3,682	3,211	3,800
NO <sub>x</sub> (mg Nm <sup>-3</sup> )	173	218	229	219	218	145	197	178

#### 4. Conclusion

The present study used a hydraulic briquetting machine to produce cylindrical briquettes with varying parameters in order to determine the most suitable configuration for converting hazelnut residue into solid biofuel based on physical-mechanical and thermal parameters. The study found an optimum briquetting pressure of 160 MPa, optimum moisture content of 8%-10%, and optimum particle size of 2-5 mm. The briquetting of unused agricultural residues for use as solid biofuel could be useful in meeting today's energy

deficits and reducing global warming. In addition, the use of agricultural residues as an alternative energy source can contribute to employment in agricultural regions by promoting the establishment of new, agricultural-based industries. Additional research is important not only for enhancing the quality and quantity of scientific data, but also as a means of focusing public attention on the energy potential of agricultural residues.

## Acknowledgement

This study was supported by Tübitak (The Scientific And Technological Research Council Of Turkey) with the project number 112O454.

## Kaynaklar

- Angın, D., Şensöz, S., 2006. Effect of Drifting Gas (N<sub>2</sub>) Flow on Pyrolysis of Safflower Seed Pulps and Characterization of Liquid Product (In Turkish), Fırat University, J Sci Eng 18 (4): 535-542.
- ASAE S269.4, 2000. Cubes, Pellets, and Crumbles Definitions and Methods for Determining Density, Durability, and Moisture Content. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- ASTM D 440-86, 1998. Standard Test Method of Drop Shatter Test for Coal. Annual Book of ASTM Standards, vol. 05.05. West Conshohochen, PA: American Society for Testing and Materials.
- ASTM-D 5865-07A, 2009. Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke, In Annual Book of ASTM Standards (Vol. 05.06), West Conshohocken, PA: American Society for Testing and Materials.
- Bazargan, A., Rough, S.L., McKay, G., 2014. Compaction of Palm Kernel Husk Biochars Forapplication as Solid Fuel. Biomass Bioenerg 70, 489-497.
- Bilgin, S., 2008. A Research on Briquetting Greenhouse Plant Based Residues and Determining Briquetting Parameters and Flue Gas Emissions. Akdeniz University, Institute of Science and Technology, Antalya, Turkey.
- Chen, T., Wu, C., Liu, R., Fei, W., Liu, S., 2011. Effect of Hot Vapor Filtration on The Characterization of Bio-Oil from Rice-Husks with Fast Pyrolysis in A Fluidized-Bed Reactor. Bioresource Technol 102: 6178-6185.
- Chinyere, D.C., Asoegwu, S.N., Nwandikom, G.I., 2014. An Evaluation of Briquettes from Sawdust and Corn Starch Binder. Int J Sci Technol 2: 149-157.
- Coşoreanu, C., Lica, D., Lunguleasa, A., 2015. Investigation on The Quality of Briquettes Made from Rarely Used Wood Species. Agro-Wastes and Forest Biomass 11(1): 32-39.
- Dias, J., Costa, M., Azevedo, J.L.T., 2004. Test of A Small Domestic Boiler Using Different Pellets. Biomass Bioenerg 27: 531-540.
- EN 14774-1, 2009. Solid biofuels - Determination of moisture content - Oven dry method - Part 1: Total moisture - Reference European Committee for Standardization: Management Centre, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels.
- EN ISO 17225-7, 2015. Solid biofuels -- Fuel specifications and classes -- Part 7: Graded non-woody briquettes. Reference European Committee for Standardization: Management Centre, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels.
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO Statistics Division.
- Fournel, S., Palacios, J.H., Morissette, R., Villeneuve, J., Godbout, S., Savoie, P., 2015. Influence of Biomass Properties on Technical and Environmental Performance of a Multi-Fuel Boiler During on-Farm Combustion of Energy Crops. Appl Energ 141: 247-259.
- Grover, P.D., Mishra, S.K., 1996. Biomass Briquetting: Technology and Practices. FAO Field Document No.46. Bangkok April, 1996, Thailand.
- Kaliyan, N., Morey, R., 2006. Densification Characteristics of Corn Stover and Switchgrass, Presented at the ASABE Annual International Meeting, USA. July 9-12.
- Kaliyan, N., Morey, R.V., White, M.D., Doering, A., 2009. Roll Press Briquetting and Pelleting of Corn Stover and Switchgrass. American Society of Agricultural Engineers 52 (2): 543-555.
- Kaur, A., Kumar, A., Singh, P., Kundu, K., 2017. Production, Analysis and Optimization of Low Cost Briquettes from Biomass Residues. Advan in Res 12(4): 1-10.
- Kristensen, E.F., Kristensen, J.K., 2004. Development and Test of Small Scale Batch-Fired Straw Boilers in Denmark. Biomass Bioenerg 26: 561-570.
- Križan, P., Šooš, L., Matuš, M., Beniak, J., Svátek, M., 2015. Research of Significant Densification Parameters Influence on Final Briquettes Quality. Wood Research 60 (2): 301-316.
- Lindley, J., Vossoughi, M., 1989. Physical Properties of Biomass Briquettes. Transactions of the ASAE 32: 361-366.
- Muazu, R.I., Stegemann, J.A., 2015. Effects of Operating Variables on Durability of Fuel Briquettes from Rice Husks and Corn Cobs. Fuel Processing Technol 133: 137-145.
- Niedziółka, I., Szpryngiel, M., Jakubowska, M.K., Kraszkiewicz, A., Zawislak, K., Sobczak, P., Nadulski, R., 2015. Assessment of The Energetic and Mechanical Properties of Pellets Produced from Agricultural Biomass. Renew Energ 76: 312-317.
- Oladeji, J.T., 2015. Theoretical Aspects of Biomass Briquetting: A Review Study. J Energ Technol Pol 5(3): 72-81.
- Ölçüm, T., 2006. Biodiesel Technology, MSc. Thesis (In Turkish), Yıldız Technical University, Institute of Science and Technology, Istanbul, Turkey.
- Olugbade, T.O., Mohammed, T.I., 2015. Fuel Developed from Rice Bran Briquettes and Palm Kernel Husks. Int J Energ Eng 5(2): 9-15.
- Prakash, N., Karunanithi, T., 2008. Kinetic Modeling in Biomass Pyrolysis- A Review. J Appl Sci Res 4(12): 1627-1636.
- Ross, A.B., Jones, J.M., Chaiklangmuang, S., Pourkashanian, M., Williams, A., Kubica, K.,

- Andersson, J.T., Kerst, M., Danihelka, P., Bartle, K.D., 2002. Measurement and Prediction of the Emission of Pollutants from The Combustion of Coal and Biomass in A Fixed Bed Furnace. *Fuel* 81: 571-582.
- Roy, M.M., Corscadden, K.W., 2012. An Experimental Study of Combustion and Emissions of Biomass Briquettes in A Domestic Wood Stove. *Appl Energy* 99: 206–212.
- Shuma, M.R., Madyira, D.M., Makonese, T.N., Oosthuizen, G.A., 2015. Energy Content and Combustion Behaviour of Loose Biomass Available in Limpopo. In: Beute N et al., editors. Proceedings of the DUE 23rd Conference on the Domestic Use of Energy 30 March-1 April 2015; Cape Town, South Africa, pp. 93 – 100.
- Sohni, S., Norulaini, N.A.N., Hashim, R., Khan, S.B., Fadhullah, W., Omar, A.K.M., 2018. Physicochemical Characterization of Malaysian Crop and Agro-Industrial Biomass Residues as Renewable Energy Resources. *Industrial Crops & Products* 111: 642–650.
- Sun, B., Yu, J., Tahmasebi, A., Han, Y., 2014. An Experimental Study on Binderless Briquetting of Chinese Lignite: Effects of Briquetting Conditions. *Fuel Process Technol* 124: 243–248.
- Timung, R., Mohan, M., Chilukoti, B., Sasmal, S., Banerjee, T., Goud, V.V., 2015. Optimization of Dilute Acid and Hot Water Pretreatment of Different Lignocellulosic Biomass: A Comparative Study. *Biomass Bioenergy* 81: 9-18.
- Tumuluru, J.S., Wright, C.T., Hess, J.R., Kenney, K.L., 2011. A Review of Biomass Densification Systems to Develop Uniform Feedstock Commodities for Bioenergy Application. *Biofuels Bioprod Bior* 5(6): 683-707.
- Ültanır, M.O., 1996. Solar Energy and Technique at the Edge of Century (In Turkish) (TÜBİTAK) 340: 50-55.
- Vyas, D.K., Sayyad, F.G., Khardiwar, M.S., Kumar, S., 2015. Physicochemical Properties of Briquettes from Different Feed Stock. *Curr World Env* 10(1): 263-269.
- Wachira, G.G., Gitau, A.N., Kimani, M.W., Njoroge, B.N.K., 2015. Mechanical Properties of Saw Dust Briquettes of Eucalyptus Tree Species of Different Binders and Press Machines. *Int J Emerg Technol Adv Eng* 5(4): 532-538.
- Wang, Q., Sarkar, J., 2018. Pyrolysis Behaviours of Waste Coconut Shell and Husk Biomasses. *Int. J. of Energy Prod. & Mgmt.* 3(1): 34-43.
- Wilaipon, P., 2009. The Effects of Briquetting Pressure on Banana-Peel Briquette and the Banana Waste in Northern Thailand. *Am J Appl Sci* 6 (1): 167-171.
- Zhang, J., Guo, Y., 2014. Physical Properties of Solid Fuel Briquettes Made from Caragana Korshinskii Kom. *Powder Technol* 256: 293–299.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.739004

## Kırsal ve Kentsel Alanda Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Kullanımı: Ankara Örneği

Derya Gül<sup>a</sup>, Kürşat Demiryürek<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: kursatd@omu.edu.tr

Geliş/Received 17/05/2020

Kabul/Accepted 16/07/2020

### ÖZET

Bu çalışma Ankara ili özelinde kırsal kesimde Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin (BİT) kullanımının kentsel nüfusa göre farklılıklarını araştırmak amacı ile 2018 ve 2019 yıllarında yürütülmüştür. Çalışma, kentsel ve kırsal alanda yaşayan nüfusun BİT kullanımı açısından farklılık teşkil edip etmediğini belirlemesi, böylece gelecekte özellikle kırsal bölgelerin gelişiminde izlenebilecek BİT stratejilerinin temelini oluşturan özgün bir araştırma olması açısından önemlidir. Çalışmada gayeli örnekleme yöntemine göre seçilen kırsal alanda yaşayan 50 kadın ve 50 erkek ile kentsel alanda yaşayan 50 kadın ve 50 erkek olmak üzere toplam 200 deneye anket uygulanmıştır. Veriler SPSS istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler ki-kare ( $\chi^2$ ) istatistik testi ile değişkenler arasındaki farklılıkları belirlemek için uygulanmıştır. Değerlendirme sonucunda kırsal ve kentsel alanlarda kadın ve erkekler arasında eğitim, çalışma durumu ve gelir farklılığının yanı sıra BİT araçlarının tipleri ve kullanım amaçları açısından anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Sonuç olarak kırsal kesimde yaşayan kadın nüfusunun kentsel alanda yaşayan kadınlara göre daha düşük seviyede BİT kullandıkları belirlenmiştir. Özellikle kırsal kesimde internet alış-veriş ve finansal mobil uygulamalarının yaygınlaştırılması için kırsal kesim nüfusun özelliklerini dikkate alacak şekilde BİT güvenliği algısının artırılması önerilebilir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Bilgi ve İletişim  
Teknolojileri (BİT)  
Köy-Kent Ayrımı  
Medya Okuryazarlığı  
Tarımsal Yayım  
Kırsal Kadın

### Information and Communication Technologies Use in the Rural and Urban Areas: The Case of Ankara, Turkey

### ABSTRACT

This study was conducted to analyze the differences in the use of Information and Communication Technologies (ICT) between rural and urban people in Ankara. The study is particularly important as it is an original research that lays down the groundwork for developing future ICT strategies for rural development by determining the differences in ICT use between rural and urban man and woman population. In this study a total of 200 respondents (50 men and women from rural areas and 50 men and women from urban areas) were selected with purposeful sampling and applied face to face interviews. Data collected were analyzed with SPSS statistical analysis software for both personal and gender factors. Chi-square ( $\chi^2$ ) analyses were made to reveal the differences among variables. The results showed that there were significant differences between gender and location (rural versus urban) in terms of education, income and employment status in addition to preferred ICT tools and their usage. Evaluation of the results revealed that the rural women utilized ICT less than those who live in urban areas. It can be suggested that increasing positive attitudes towards ICT use among rural population and ensuring perception towards internet security considering rural people's characteristics would increase the adoption and diffusion of ICT such as internet sales and fintech applications.

**Keywords:**  
Information and  
Communication  
Technologies (ICT)  
Rural and Urban  
Disparity  
Rural Women  
Agricultural Extension

## 1. Giriş

Günümüzde kullanımı hızla yaygınlaşan teknolojilerin başında bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) gelmektedir. Henüz 10-15 yıl öncesine kadar ancak bir bilgisayar aracılığı ile gerçekleştirilebilen görüntülü görüşme veya çevrim içi alışveriş gibi faaliyetler 2010'lardan itibaren cep telefonlarına kadar ulaşmış, üstelik Türkiye'nin hemen her yerinde son derece hızlı olarak gerçekleştirilebilecek duruma gelmişlerdir.

Bununla birlikte, her ne kadar şehirde yaşayan nüfusun bu tür teknolojik gelişmelere uyum sağlaması oldukça hızlı olsa da tarihsel veri ve gözlemler kırsal nüfusa bu tür teknolojik yeniliklerin çok daha geç ulaştıklarını ve daha uzun bir zaman diliminde benimsediklerini göstermektedir (Demiryürek, 1993; Abacı ve Demiryürek, 2015; Demiryürek ve Atsan, 2015).

Diğer yandan, gerek kırsal gerek kentsel alanda yaşayanlar arasında teknolojik yeniliklerin benimsenmesi açısından cinsiyetler arasında bir farklılık olduğu da bilinmektedir. Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de kadınların teknolojiyi erkeklere göre daha geç benimsedikleri ve daha kısıtlı amaçlarla kullandıkları da belirlenmiştir. Ancak bu olgunun nedenlerine dair kırsal alanda detaylı araştırma sayısı sınırlıdır (Rogers, 1993; Cinemre ve Demiryürek, 2005; Demiryürek, 2015; Abacı ve Demiryürek, 2015).

Özellikle tarımsal üretim ve verimliliğin artışına şiddetle ihtiyaç duyduğu son dönemde BİT'in etkin kullanımı önemli bir fark yaratabilir. Kırsal kesimde üretimin belkemiğini oluşturan kadın nüfusunun BİT'i ne derece etkin kullanabildiklerini, hangi nedenlerle kullanamadıklarını belirlemek ve bu konuda önlemler almak ülke ekonomisi ve tarımsal kalkınma açısından önemlidir. Kadınların BİT araçlarının sağladığı olanaklar konusunda farkındalıklarını artırmak onların girişimcilik kapasitelerini geliştirmelerini sağlayabilecektir. Öte yandan medya okur yazarlık becerilerini arttırmak da kadınların pazara yönelik üretim yapmaları ve daha geniş kitlelere bu ürünleri pazarlamalarına ve dolayısıyla gelirlerini arttırmalarına yardımcı olabilecektir.

Bu nedenlerle Türkiye'de, özellikle kırsal kesimde kadın nüfusunun BİT kullanımına yönelik alan araştırması yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Literatüre bakıldığında bu konuda belirgin bir eksiklik göze çarpmaktadır. Türkiye'de kadın nüfusu ile ilgili yapılan araştırmalarda ağırlıklı olarak kadının çalışma hayatındaki yeri konulu çalışmalar bulunmaktadır. Kırsal alanda yapılan araştırmalarda ise genellikle çiftçiler dikkate alınmıştır. Kırsal kesim ile kentsel alanlarda yaşayan kadın ve erkeklerin BİT kullanımı

konusundaki farklılıklarını ortaya koyan güncel çalışmaların sayısı ise çok sınırlıdır. Bu nedenle yüksek lisans tezinden (Gül, 2019) çıkarılan bu araştırmanın kırsal alanda hem kadın hem de erkek nüfusunun BİT kullanımını ele alan ve kent nüfusu ile karşılaştırmasını gerçekleştiren özgün bir çalışma olduğu söylenebilir.

Saha çalışmaları hem oldukça yoğun bir kent nüfusu olan, hem de tarım ile geçimini sağlayan kırsal nüfusa sahip olan, nüfus açısından Türkiye'nin ikinci büyük kenti ve başkent olma özelliğini taşıyan Ankara şehir merkezi ve çevre ilçelerindeki köyler ile kırsal mahallelerde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında hem genel olarak kır ve kent nüfusunun, hem de her iki alanda yaşayan kadınların birbirleri ile temel sosyo-ekonomik ve BİT kullanımı açısından farklılıkları irdelenmiştir.

Araştırmada Ankara ili kırsal ve kentsel alanında ikamet eden erkek ve kadın nüfusunun BİT kullanım durumları demografik bilgiler eşliğinde incelenerek temel olarak yaşanan bölge ve cinsiyetin BİT kullanım durumuna etkileri araştırılmıştır.

Ayrıca, kırsal kesim nüfusuna finansal, teknolojik veya bilgi açısından fayda sağlayabilecek BİT'in ne kadar yaygın ve hangi amaçlarla kullanıldığını ve bu kullanım eğilimlerinin kent nüfusu ile farklılıklarını bu araştırma belirlemeyi amaçlamaktadır.

## 2. Kuramsal Temeller

### 2.1 Bilgi ve İletişim Teknolojileri

Bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) kavramı 21. yüzyılın ilk çeyreği itibariyle farklı kişi ve çevreler tarafından farklı şekil ve kapsamlarda algılanabilmektedir. Bununla birlikte UNESCO tarafından yapılan bir tanım oldukça açıklayıcı ve nettir. Buna göre, "Bilgi ve iletişim teknolojileri, bilgiyi oluşturma, depolama, iletilme ve paylaşma amacıyla kullanılan çok çeşitli teknolojik araçlar ve kaynaklara verilen isimdir. Bu teknolojik araç ve kaynaklar bilgisayarları, interneti (web siteleri, bloglar ve e-postalar), canlı yayın teknolojileri (radyo, televizyon ve web üzerinden yayın yapma), kayıtlı yayın teknolojileri (podcastler, ses ve görüntü oynatıcılar ve depolama cihazları) ve telefon sistemlerini (sabit veya mobil, uydu, video konferans, vb.) içermektedir." (UNESCO, 2019).

### 2.2 BİT Kullanımında Cinsiyet Farklılıkları

BİT araçlarının kullanımında erkekler ve kadınlar arasında belirgin farklılıklar göze çarpmaktadır. Özellikle Türkiye'de neredeyse tüm yaş gruplarında kadın nüfusunun erkek nüfusuna göre BİT'i benimseme ve kullanma oranının daha düşük olduğu dikkati çekmektedir. Her ne kadar yıllar bazında her iki

cinsiyetin de BİT kullanımında artış görülse de yaş arttıkça cinsiyetler arası BİT kullanımı farkının arttığı bilinmektedir (TÜİK, 2019a). Bir başka deyişle, genç nüfusta kadın ve erkeklerin BİT kullanımı neredeyse eşit olmakla birlikte, ilerleyen yaşla birlikte BİT kullanımı kadınlarda erkeklere göre daha hızlı bir düşüş sergilemektedir.

### 2.3 BİT Kullanımında Bölgesel Unsurlar

Genel olarak bakıldığında kırsal alanlar tarımsal faaliyetler ile geleneksel yaşam ve üretim ilişkilerinin baskın olduğu, hem toplumsal hem de ekonomik değişimin kentlere göre yavaş seyrettiği, toplumsal iş bölümünün zayıf, yüz yüze ilişkilerin egemen olduğu sosyal çevreyi ifade etmektedir (Anonim, 2018a). Günümüzde, Türkiye’de mekânsal istatistik üretimine esas kırsal alan tanımlarında, nüfus eşiği ve idari statü ölçütlerini esas alan iki farklı tanım kullanılmaktadır. TÜİK (2018) tarafından nüfus eşiği ölçütüne göre (kır-kent tanımı), nüfusu 20.001 ve üzeri olan yerleşim yerleri “kent”, 20.000 ve daha düşük nüfusa sahip olanlar ise “kır” olarak tanımlanmaktadır.

Kırsal alanlarda genel olarak BİT erişimi ve kullanımında zorluklar yaşandığı bilinmektedir. Bu yalnızca Türkiye’de değil dünya çapında gözlemlenmiş ve belgelenmiş bir durumdur. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bile devletin de özel kuruluşların da kırsal bölgelerde gerekli bilgi teknolojileri altyapısını yaygınlaştırmak için çaba harcamalarına rağmen halen kırsal bölgelerde BİT erişimi kentsel alanların gerisindedir (Demiryürek, 1993; Demiryürek ve Atsan, 2015; Abacı ve Demiryürek, 2015; Salemin vd, 2015).

### 2.4 Türkiye’de cinsiyet faktörü ve bilgi teknolojilerine dair çalışmalar

Türkiye’de cinsiyet ile bilgi teknolojileri kullanımı arasındaki ilişkiyi araştıran çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Her ne kadar bazı araştırmalar ile hizmet öncesi öğretmen adaylarının bilgi teknolojileri kullanımı niyetlerini ölçme (Ursavaş, 2015), internet kullanımı ile ilgili bir Likert tipi tutum ölçeği geliştirme (Tavşancıl ve Keser, 2002) ve ergenlerde aşırı internet kullanımının nedenleri ve sonuçları (Akar, 2015), çiftçilerin iletişim davranışları (Demiryürek, 1993; Çukur, 2013) üzerine çalışmalar yapılmışsa da hiç biri etkin şekilde bilgi teknolojilerinin benimsenme ve kullanımını cinsiyet bazında incelememektedir.

Bu durumun muhtemel nedenleri arasında Türkiye’de bu konuda elde edilen sonuçların toplumun ilgili kısmı ile uyuşup uyuşmadığını belirlemek üzere kullanılabilirlik yetkin istatistiklerin bulunmaması düşünülebilir. Tıpkı kırsal/kentsel ayrımında olduğu gibi, bilgi teknolojileri kullanımı konusundaki istatistikler son derece genel seviyede ve yetersizdir.

Cinsiyete göre oluşturulmuş istatistikler en fazla yaş grupları ve cinsiyet bilgisini içermektedir.

### 3. Materyal ve Yöntem

Çalışma konusu Ankara örneğinde kentsel ve kırsal alan nüfusunun BİT kullanım alışkanlıklarını ölçmektir. Her ne kadar büyük şehirli belediyelerde kırsal ve kentsel nüfusunu belirlenmesi güç olsa da (Özçağlar, 2016) bu çalışma kapsamında nüfus yerleşim bilgileri ve cinsiyet ayrımları için TÜİK istatistiklerinden yararlanılmıştır.

Veri toplama amacıyla gayeli örnekleme yöntemine göre Ankara ilinin kırsal ve kentsel kesiminde yaşayan 50’şer erkek ve 50’şer kadın olmak üzere toplam 200 kişiye çoktan seçmeli anket uygulanmıştır. Anketlere verilen yanıtların kâğıt ortamında kaydedilmeleri, ayrıca araştırmacının kendisinin katılımcı ile yüz yüze görüşmesi ve soruları sözlü olarak sorup verilen yanıtları işaretlemesi şeklinde gerçekleştirilmeleri uygun görülmüştür. Anketler yanıtlanırken katılımcılardan herhangi bir özlük bilgisi alınmamakta, ancak demografik bilgiler toplanmaktadır. Ankette şehirde yaşayan kadın ve kırsalda yaşayan erkek nüfusu cinsiyet ve yerleşim alanı açısından kontrol grupları, kırsalda yaşayan kadın nüfusu ise deney grubu olarak belirlenmişlerdir.

Örnekleme büyüklüğünü belirlemek için çalışmanın gerçekleştirildiği Ankara ilinin nüfusu esas alınmıştır. 2018 yılı itibarıyla Ankara nüfusunun 5503,985 kişi olduğu belirlenmiştir (TÜİK, 2019b). Ayrıca araştırmanın hata payı %7, güven aralığı ise %95 olarak belirlenmiştir. Bu bilgiler ışığında gayeli örnekleme ile 200 kişilik bir örneklem büyüklüğü uygun görülmüştür.

Çalışmanın temeli kırsal ve kentsel alan ayrımına dayandığı için kentsel alan sınırları Google Maps uydu fotoğraflarından yararlanılmıştır. Kentsel ve kırsal alan konusunda net bilgi sağlanmadığı için TÜİK sisteminden anketlerin gerçekleştirileceği alan seçimi konusunda verim alınamamıştır. Bunun yerine Google Maps kullanılarak Ankara ilinin uydu görüntüleri incelenmiş, yakınlarında işlenmiş tarımsal alan bulunan yerleşim merkezleri tespit edilmişlerdir. Bu yerleşim merkezlerinden kırsal alan olarak belirlenen mahallelerin nüfus verileri TÜİK’ten kontrol edilerek nüfusları birbirine yakın olan, batıda E-5 karayoluna yakın olan Beylikköprü, kuzeyde de herhangi bir ticari rotaya yakın olmayan Sarıoba uygulama sahası olarak belirlenmişlerdir.

Yine TÜİK veya Nüfus ve Vatandaşlık İdaresi üzerinden yerleşim merkezlerine ait cinsiyet dağılım bilgilerine ulaşılamamıştır. Anket sahası olarak seçilen yerleşim merkezlerinin cinsiyet dağılım verilerine

erişilebilen 2013 yılı oranları incelenmiş ve cinsiyet dağılımının yaklaşık %50 erkek %50 kadın olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler esas alınarak ankette

Saha çalışması gerçekleştirilmeden önce incelenen konular ve araştırma soruları esas alınarak belirlenen ve bireysel merak, gözlem ve deneyimle desteklenen, çalışmaya ait alternatif hipotezler şunlardır:

H1: Kırsal alanda yaşayan nüfusta BİT kullanımı kentsel alana göre daha azdır.

H2: Kırsal alanda yaşayan kadın nüfusunun BİT kullanımı erkek nüfusuna göre daha düşüktür.

H3: Kırsal alanda yaşayan kadın nüfusunun BİT kullanımı kentsel alanda yaşayan kadın nüfusuna göre daha düşüktür.

H4: Kentsel alanda yaşayan erkek nüfusunun BİT kullanımı kadın nüfusunun BİT kullanımına göre daha yüksektir.

Belirtilen hipotezleri etkileyen faktörler, bir diğer ifadeyle bağımsız değişkenler yaşanan alan, cinsiyet, yaş, eğitim seviyesi ve ekonomik durum olarak öngörülmüşlerdir. BİT kullanım sıklığı ve kullanım amaçları ise bağımlı değişkenlerdir. Değişkenler arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla SPSS istatistik paket programına aktarılan verilere uygun olan parametrik olmayan ki-kare ( $\chi^2$ ) testi uygulanmıştır.

öngörülen eşit oranda erkek ve kadına anket uygulanması varsayımının doğru olduğu sonucuna varılmıştır.

#### 4. Bulgular ve Tartışma

Gerçekleştirilen anketlerden elde edilen veriler işlenmiş ve istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. BİT kullanımı konusunda kırsal ve kentsel alan nüfusu arasında bazı farklılıklar bulunduğu gözlemlenmiştir. Bazı önemli demografik değişkenlere ait bulgular aşağıda sunulmuştur.

##### 4.1 Eğitim

Eğitim, tanım olarak, bu amaca yönelik olarak kurulan kurumlar vasıtasıyla kişilere hayat için gerekli olan bilgi ve becerilerin sistematik bir şekilde kazandırılmasıdır. Genel olarak eğitim düzeyi yüksek toplumlarda bireylerin hayata daha hazırlıklı ve zorluklarla baş etmede daha becerikli oldukları söylenebilir. Ankete katılan kişilerin eğitim durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımları incelenmiş ve Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Ankete katılan kişilerin eğitim durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımı  
Table 1. Distribution of respondents according to their level of formal education with place to live

Yerleşim Alanı	Eğitim Durumu					Toplam
	Okuryazar ilkökul terk	İlkokul	Ortaokul	Lise	Lisans ve üzeri	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Kentsel	0 (0)	0 (0)	0 (0)	42 (42)	58 (58)	100 (100)
Kırsal	32 (32)	50 (50)	18 (18)	0 (0)	0 (0)	100 (100)
Toplam	32 (16)	50 (25)	18 (9)	42 (21)	58 (29)	200 (100)

$\chi^2$ : 200.00      P<0.001

Çizelge 1 incelendiğinde kentsel ve kırsal alan arasında büyük bir eğitim farklılığı göze çarpmaktadır. Kentsel alanda en düşük eğitim seviyesi lise iken (%42.0) kırsal alanda en yüksek eğitim seviyesinin ortaokul olduğu ayrıca kırsalda yaşayan kişilerin %50.0’sinin ilkökul mezunu oldukları görülmektedir. Eğitim durumunun yaşanan bölgeye göre farklılık gösterdiği ve bunun istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Arıkan’a (1988) göre 1980 yılı nüfus sayımı sonuçlarına göre kırsal kesimde yaşayan kadınların %61.5’i okur yazar değildir. Toplam nüfus içinde okur yazar olmayan kadın nüfusu ise aynı sayıma göre %38.1’dir. Özaydınlık (2014) ise 2011 yılı itibarıyla genel nüfus içinde okur yazar olmayan kadın oranının %7.8 olduğunu ifade etmektedir. Dolayısıyla genelde

okuryazarlığın artması söz konusudur. Ancak kırsal kesime bakıldığında TBMM komisyon raporuna (Anonim, 2018b) göre kadın nüfusunun halen daha %15’i okuryazar değildir. Oysa bu araştırmada Ankara çevresindeki kırsal alanda yaşayan kadın nüfusunda okuryazar olmayan kimseye rastlanmamıştır. Bununla birlikte diğer iller ve bölgelerde yaşayan kadın nüfusunda daha yüksek okuryazar olmama oranları söz konusu olabilir. Özaydınlık (2014)’ın da belirttiği gibi, okuryazarlık oranı Türkiye’nin batısından doğusuna doğru gittikçe düşmekte ve her zaman kadınlarda erkeklere göre daha yüksek olmaktadır.

#### 4.2 Yerleşim Alanı ve Çalışma Durumu

Yerleşim alanı, genel kapsamda bireylerin barındıkları bölgeyi ifade etmektedir. Kentsel alan nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu ve nüfusun çoğunun tarım ve hayvancılık dışı faaliyetler ile geçimlerini sağladıkları bölgelerdir. Kırsal alan ise düşük nüfus

yoğunluklu ve çoğunlukla tarım ve hayvancılık faaliyetleri ile halkın geçimini sağladığı bölgelerdir. Ankete katılan kişilerin çalışma durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımları incelenmiş ve Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Ankete katılan kişilerin çalışma durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımı  
Table 2. Distribution of respondents according to their employment status with place to live

Yerleşim Alanı	Çalışma Durumu								Toplam
	Çalışmıyor	Ev hanımı	Öğrenci	Kamu personeli	Özel sektör	Serbest meslek	Tarım çalışanı	Emekli	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Kent	7 (7)	5 (5)	12 (12)	26 (26)	22 (22)	22 (22)	0 (0)	6 (6)	100 (100)
Kırsal	5 (5)	31 (31)	0 (0)	0 (0)	15 (15)	0 (0)	47 (47)	2 (2)	100 (100)
Toplam	12 (6)	36 (18)	12 (6)	26 (13)	37 (19)	22 (11)	47 (24)	8 (4)	200 (100)
$\chi^2$ : 129.44	P<0.001								

Çizelge 2 incelendiğinde ankete katılan kişilerin çalışma durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre farklılık gösterdiği ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (P<0,001). Kırsal kesimdeki nüfusun neredeyse yarısı tarım çalışanıdır. Bunun dışında kalan kesim ağırlıklı olarak ev hanımlarında oluşmaktadır. Kentsel alanda ise kamu personeli olarak çalışan %26’lık bir kesimi her biri %22 ile özel sektör ve serbest meslek çalışanları takip etmektedir. Çalışma durumunun yaşanan bölgeye göre farklılık gösterdiği söylenebilir.

Arıkan (1988) kırsal kesimde yaşayan kadınların toplam kırsal kesim işgücü içindeki paylarının %50-%80 arasında değiştiğini ifade etmiştir.

Ancak Peker ve Kubar (2012)’a göre 2010 yılı itibarıyla kırsal kesimde kadınların işgücüne katılım oranı %36.3’tür. Bu farklılığın nedenleri arasında yıllar içinde köyden kente göçün hızlanması etkin olsa da giderek artan kırsal kadın nüfusu eğitim oranları ve kadın girişimci sayısındaki artışın da payı olduğu kesindir. Diğer yandan, yine Peker ve Kubar (2012) tarafından belirtilmiş olan kırsal kesim tarım çalışanı oranı olan %54 rakamı ile bu çalışmada tespit edilen %47 rakamı birbirine yakındır. %7’lik farkın kadınların aile işçiliğinden ücretli çalışan veya girişimciliğe yönelmesi, kırsaldan kente göç veya zaman içinde değişen kırsal/kentsel alan ayırımından kaynaklanması mümkündür.

#### 4.3 Yerleşim Alanı ve Gelir Durumu

Gelir durumu genel olarak bireye veya haneye aylık olarak düzenli olarak girişi gerçekleşen nakit para miktarını ifade etmektedir.

Aylık ücretli çalışan kesim için bu rakamı net belirlemek kolay olsa da serbest meslek erbabı olan kişilerin işlerinin piyasa koşullarındaki dalgalanmalardan etkilenmeleri veya tarımla geçimini sağlayan kesimin faaliyetlerinin mevsimlere bağlı olması nedeniyle gelir düzensizliği söz konusudur.

Bu nedenle aylık geliri sabit olmayan kesimin gelir durumu net bir karşılaştırma yapabilmek amacıyla yıllık net gelirin on ikiye bölünmesi ile elde edilmiş ve katılımcılardan hesaplanan rakamın gerçeğe uygunluğu konusunda onay alınmıştır.

Bilgi ve iletişim teknolojisi araçları gerek satın alma, gerekse hizmet verdikleri ekonomik ömür boyunca sahiplerine maddi yük getirebilirler. Genellikle de gelir seviyesi yüksek olan bireylerin BİT’e daha fazla harcama yapacakları düşünülebilir. Ankete katılan kişilerin gelir durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımları incelenmiş ve Çizelge 3’de verilmiştir.



Çizelge 3. Ankete katılan kişilerin gelir durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımı  
 Table 3. Distribution of respondents according to their income with place to live

Yerleşim Alanı	Gelir (TL)				Toplam
	1800 - 2500	2501 - 5000	5001 - 10000	>10001	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Kent	21 (21)	54 (54)	24 (24)	1 (1)	100 (100)
Kırsal	56 (56)	44 (44)	0 (0)	0 (0)	100 (100)
Toplam	77 (38.5)	98 (49)	24 (12)	1 (0.5)	200 (100)
$\chi^2$ : 41.929	p<0.001				

Ankete katılan kişilerin gelir durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre farklılığı incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (P<0,001). Kentsel alanda yaşayan nüfusun %54'lük bir kısmı 2501-5000 TL arası gelire sahipken kırsal alanda bu gelire sahip olan kesim %44'tür. Kırsal alanda yaşayan nüfusun %56'lık bir kısmı ancak 1800-2500 TL arası aylık net gelire sahiptir. Elde edilen bulgulara göre gelir durumunun yaşanan alana göre farklılık gösterdiği belirtilebilir. Kırsal nüfus için ortalama aylık gelir rakamı 2500 TL iken kentsel alanda yaşayan nüfus için bu rakam 5000 TL'dir. Ulaşılabilen bilgilere göre 2016 yılında yıllık hane halkı fert geliri 19139 TL, dolayısıyla ortalama aylık 1600 TL civarındadır (Anonim, 2017b). Aynı yıl için asgari ücret rakamı ise net 1300 TL'dir (Anonim, 2017c). Buna göre 2016 yılı itibariyle kırsal kesim hane halkı fert geliri asgari ücretin %23 kadar üzerindedir. Araştırma sonuçlarına göre ise 2019 yılında

kırsal kesim ortalama hane halkı fert geliri, 2019 yılı net asgari ücret rakamının %20 kadar üzerindedir. Buna göre sonuçların doğrulandığı söylenebilir.

#### 4.4 Kullanılan BİT Araçları

Kırsal ve kentsel alanlarda tercih edilen BİT araçlarının farklılık göstereceği öngörülmektedir. Bunun nedenleri arasında bazı BİT araçlarının ihtiyaç duyduğu fiber optik kablo gibi altyapı olanaklarının kırsal alanda çoğu zaman nadiren bulunması, ayrıca kentsel ve kırsal alanda günlük yaşamın farklı olması düşünülebilir.

Artık kanıksanmış olsalar da radyo ve televizyon gibi araçlar da BİT kapsamında yer alırlar (Almina, 2017; Anonim, 2017a).

Çizelge 4. Ankete katılan kişilerin bilgi ve iletişim teknolojileri kullanım durumlarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımı

Table 4. Distribution of respondents according to their use of Information and Communication Technologies with place to live

BİT	Yerleşim Alanı	BİT Kullanma Durumu		Toplam	$\chi^2$	P
		Hayır	Evet			
		n (%)	n (%)	n (%)		
Radyo	Kent	71 (71)	29 (29)	100 (100)	110.078	<0.001
	Kırsal	0 (0)	100 (100)	100 (100)		
	Toplam	71 (35.5)	129 (64.5)	200 (100)		
TV	Kent	19 (19)	81 (81)	100 (100)	20.994	<0.001
	Kırsal	0 (0)	100 (100)	100 (100)		
	Toplam	19 (9.5)	181 (90.5)	200 (100)		
Ev telefonu	Kent	60 (60)	40 (40)	100 (100)	50.001	<0.001
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)		
	Toplam	160 (80)	40 (20)	200 (100)		
Cep Telefonu	Kent	3 (3)	97 (97)	100 (100)	3.046	0.081
	Kırsal	0 (0)	100 (100)	100 (100)		
	Toplam	3 (1.5)	197 (98.5)	200 (100)		
Akıllı telefon	Kent	3 (3)	97 (97)	100 (100)	5.838	0.016
	Kırsal	12 (12)	88 (88)	100 (100)		

	Toplam	15 (7.5)	185 (92.5)	200 (100)		
Tablet	Kent	62 (62)	38 (38)	100 (100)		
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)	46.914	<0.001
	Toplam	162 (81)	38 (19)	200 (100)		
Bilgisayar	Kent	42 (42)	58 (58)	100 (100)		
	Kırsal	96 (96)	4 (4)	100 (100)	68.163	<0.001
	Toplam	138 (69)	62 (31)	200 (100)		
Oyun konsolu	Kent	84 (84)	16 (16)	100 (100)		
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)	17.391	<0.001
	Toplam	184 (92)	16 (8)	200 (100)		

Tanım gereği teknolojik bir yapısı olan ve bilgi edinme ve paylaşma ve iletişim sağlama özelliğine sahip tüm araçları bu kapsamda ele almak mümkündür. Ancak internetin bulunması (Abbate, 2000) ve özellikle yaygınlaşması ile günümüzde BİT teknolojilerinin çoğu internete dayanmaktadır.

Araştırmanın kapsamı ve daha önce TÜİK tarafından gerçekleştirilen araştırmalar esas alınarak incelenen BİT araçları radyo, televizyon, sabit telefon, cep telefonu, akıllı telefon, tablet, bilgisayar ve oyun konsolu seçenekleri ile sınırlanmışlardır.

Ankete katılan kişilerin kullandıkları bilgi iletişim teknolojilerinin yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımları incelenmiş ve Çizelge 4'te verilmiştir. Yaşanılan bölgenin günlük kullanılan teknolojik cihazlar üzerine etkileri incelenmiş olup, radyo, televizyon, ev telefonu, akıllı telefon, tablet, bilgisayar ve oyun konsolu üzerine etkilerinin önemli olduğu ( $P<0,001$ ) cep telefonu üzerine ise etkisinin önemli olmadığı belirlenmiştir ( $P>0,05$ ).

#### 4.5 BİT Kullanım Alışkanlıkları

Kentsel ve kırsal alanda yaşayan bireylerin BİT'i farklı amaçlar çerçevesinde kullanacakları öngörülmektedir. Yaşanan alanlar arasındaki günlük yaşam dinamikleri gereği, örneğin kentsel alanda yaşayan nüfusun ders çalışma amacıyla BİT'ten yararlanma oranının kırsal alanda yaşayan nüfusa kıyasla daha yüksek olacağı öngörülebilir.

Burada amaç kentsel ve kırsal alanda yaşamının BİT kullanım alışkanlıklarını hangi yönde ve ne kadar etkilediğini belirleyebilmektir.

Ankete katılan kişilerin internet kullanım alışkanlıklarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre dağılımları incelenmiş ve Çizelge 5'de verilmiştir.

Bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanım amaçlarının yaşanılan bölgeye göre farklılık durumu incelendiğinde kırsal ve kentsel alanda yaşamının anlık mesajlaşma, video izleme ve diğer amaçlar doğrultusunda kullanımı açısından anlamlı bir fark oluşturmadığı tespit edilmiştir ( $P>0,05$ ).

Elde edilen bulgulara göre kırsal alanda radyo kullanımını %100 iken kentsel alanda radyo kullanımının %29 olduğu belirlenmiştir.

Kırsal alanda yaşayanların %100'ü televizyon izlerken kentsel alanda yaşayanların %81'i televizyon izlememektedir. Kırsal alandaki kişilerin %100'ü ev telefonu kullanmazken kentsel alanda yaşayanların %40'ı ev telefonu kullanmaktadır.

Kırsal alanda yaşayan kişilerin akıllı telefon kullanımı kentsel alanda yaşayanlara göre daha düşük bulunmuştur. Tablet kullanımı incelendiğinde kırsal alanda tabletin hiç kullanılmadığı gözlemlenmişken kentsel alanda yaşayanların %38'i tablet kullanmaktadır.

Yaşanılan bölgeye göre bilgisayar kullanımları incelendiğinde kentsel alanda yaşayanların %58'i bilgisayar kullanırken kırsal alanda yaşayanların %96'sı bilgisayar kullanmamaktadır.

Kentsel alanda yaşayan kişilerin %16'sı oyun konsolu kullanırken kırsal alanda yaşayan kişilerin hiçbirinin oyun konsolu kullanmadığı belirlenmiştir.

Ancak güncel haber takibi, ders çalışma, sosyal medya takibi, müzik dinleme, oyun oynama, finansal işlemler ve alışveriş amaçlı kullanımlarda yaşanılan bölgeye göre anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiştir ( $P<0,05$ ). Elde edilen bulgulara göre kentsel alanda yaşayan kişilerin %54'ü güncel haberleri takip etmek için interneti kullandıklarını bildirmişken kırsal alanda yaşayan kişilerin %88'i interneti günlük haberleri takip için kullanmaktadır. Kentsel alanda yaşayan kişilerin %41'i interneti ders çalışmak için kullandığını bildirmişken kırsal alanda yaşayan kişilerden hiç kimse ders çalışmak için interneti kullandığını bildirmemiştir. Kırsal alanda yaşayan kişilerin %88'i interneti sosyal medyayı takip için kullanırken kentsel alanda yaşayan kişilerin %52'si sosyal medyayı takip için interneti kullanmaktadır. Kentte yaşayan kişilerin %61'i interneti müzik dinlemek için kullandığını bildirmişlerdir. Oyun için internet kullanımı kentsel alanda yaşayan kişilerde %43 olarak belirlenmiştir. Finansal işlemler için internet kullanımı kentsel alanda %48 iken kırsal alanda hiç kullanılmamaktadır.

Çizelge 5. Ankete katılan kişilerin internet kullanım alışkanlıklarının yaşadıkları yerleşim alanlarına göre bağımlılığı  
 Table 5. Distribution of respondents according to their use of internet with place to live

Alışkanlıklar	Yerleşim Alanı	Kullanım Durumu		Toplam n (%)	$\chi^2$	P
		Hayır	Evet			
		n (%)	n (%)			
Güncel haber takip	Kent	46 (46)	54 (54)	100 (100)	28.072	<0.001
	Kırsal	12 (12)	88 (88)	100 (100)		
	Toplam	58 (29)	142 (71)	200 (100)		
Ders çalışmak	Kent	59 (59)	41 (41)	100 (100)	51.572	<0.001
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)		
	Toplam	159 (79.5)	41 (20.5)	200 (100)		
Sosyal medya	Kent	48 (48)	52 (52)	100 (100)	30.857	<0.001
	Kırsal	12 (12)	88 (88)	100 (100)		
	Toplam	60 (30)	140 (70)	200 (100)		
Anlık mesaj	Kent	40 (40)	60 (60)	100 (100)	0.021	0.885
	Kırsal	41 (41)	59 (59)	100 (100)		
	Toplam	81 (40.5)	119 (59.5)	200 (100)		
Müzik	Kent	39 (39)	61 (61)	100 (100)	87.770	<0.001
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)		
	Toplam	139 (69.5)	61 (30.5)	200 (100)		
Video	Kent	52 (52)	48 (48)	100 (100)	1.648	0.199
	Kırsal	61 (61)	39 (39)	100 (100)		
	Toplam	113 (56.5)	87 (43.5)	200 (100)		
Oyun	Kent	57 (57)	43 (43)	100 (100)	54.777	<0.001
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)		
	Toplam	157 (78.5)	43 (21.5)	200 (100)		
Finansal	Kent	52 (52)	48 (48)	100 (100)	63.158	<0.001
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)		
	Toplam	152 (76)	48 (24)	200 (100)		
Alışveriş	Kent	46 (46)	54 (54)	100 (100)	73.973	<0.001
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)		
	Toplam	146 (73)	54 (27)	200 (100)		
Diğer	Kent	97 (97)	3 (3)	100 (100)	3.046	0.081
	Kırsal	100 (100)	0 (0)	100 (100)		
	Toplam	197 (98.5)	3 (1.5)	200 (100)		

#### 4.6 Kentsel ve Kırsal Alanda Cinsiyet Bazlı Karşılaştırmalar

Çalışma yalnızca kent ve kır nüfusunu değil, aynı zamanda kırsal ve kentsel alanda yaşayan nüfusun BİT kullanımının cinsiyet bazında değişimini de incelenmiştir. Bir başka deyişle, kentsel alanda yaşayan kadınlar ile kırsal alanda yaşayan kadınlar arasında BİT

kullanımı açısından farklılık olup olmadığını ve varsa bu farklılıkların hangi faktörler tarafından ne yönde şekillendirildiğini belirlemek amaçlanmıştır. Ankete katılan kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin eğitim durumları incelenmiş ve Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin eğitim durumları

Table 6. Distribution of respondents according to their level of formal education with gender and place to live

Yerleşim Alanı - Cinsiyet	Eğitim Durumu					Toplam
	Okuryazar	İlkokul mezunu	Ortaokul mezunu	Lise mezunu	Üniv. ve üzeri mezun	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Kent - Kadın	0 (0)	0 (0)	0 (0)	30 (60)	20 (40)	50 (100)
Kent - Erkek	0 (0)	0 (0)	0 (0)	12 (24)	38 (76)	50 (100)
Kırsal - Kadın	22 (44)	28 (56)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	50 (100)
Kırsal - Erkek	10 (20)	22 (44)	18 (36)	0 (0)	0 (0)	50 (100)
Toplam	32 (16)	50 (25)	18 (9)	42 (21)	58 (29)	200 (100)
		$\chi^2$ : 273.041		P<0.001		

Kentsel ve kırsal alanda yaşayan nüfus arasında cinsiyetler arasında eğitim açısından önemli farklılıklar göze çarpmaktadır. Kentsel alanda yaşayan kadınların %40'ı üniversite mezunu iken aynı alanda yaşayan erkek nüfusu içinde üniversite mezunu olanların oranı bunun yaklaşık iki katıdır (%76). Kırsal alandaki kadın nüfusunun yarıya yakını okuryazar seviyesindedir. İlkokul mezunu kesim ancak %56'dır. Erkek nüfusunun

da ancak %36'lık bir kısmı ortaokul mezunudur. Kırsal alanda yaşayan kadın ve erkekler arasında lise ve üzeri seviye eğitim alan kimse bulunmamaktadır. İstatistiksel analiz sonucu anlamlı farklılık olduğu tespit edilmiştir (P<0,001).

Ankete katılan kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin çalışma durumları incelenmiş ve Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin çalışma durumları

Table 7. Distribution of respondents according to their employment status with gender and place to live

Yerleşim Alanı - Cinsiyet	Çalışma Durumu								Toplam
	Çalışmıyor	Ev hanımı	Öğrenci	Kamu personeli	Özel sektör	Serbest meslek	Tarım çalışanı	Emekli	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Kent - Kadın	4 (8)	5 (10)	10 (20)	7 (14)	9 (18)	13 (26)	0 (0)	2 (4)	50 (100)
Kent - Erkek	3 (6)	0 (0)	2 (4)	19 (38)	13 (26)	9 (18)	0 (0)	4 (8)	50 (100)
Kırsal - Kadın	5 (10)	31 (62)	0 (0)	0 (0)	13 (26)	0 (0)	0 (0)	1 (2)	50 (100)
Kırsal - Erkek	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (4)	0 (0)	47 (94)	1 (2)	50 (100)
Toplam	12 (6)	36 (18)	12 (6)	26 (13)	37 (19)	22 (11)	47 (24)	8 (4)	200 (100)
		$\chi^2$ : 314.15		P<0.001					

Kırsal alanda yaşayan nüfus ile kentsel alanda yaşayan nüfus arasında keskin bir ayrım bulunmaktadır. Kentsel alanda yaşayan nüfus içerisinde tarım çalışanı yoktur. Kırsal alanda yaşayan nüfusta da öğrenci, kamu personeli ve serbest meslek sahibi bulunmamaktadır. Cinsiyet bazında karşılaştırıldığında kentsel alanda yaşayan kadın nüfusunun yalnızca %10'u ev hanımı iken kentsel alanda bu oran %62'dir. Buna karşın kırsal alanda çalışmayan erkek yokken kentsel alanda %6'lık bir erkek nüfusu çalışmamaktadır. Diğer yandan, kırsal

alanda yaşayan kadın nüfusu içinde tarım çalışanı bulunmaması dikkat çekicidir. Bu nüfus ev hanımlığı dışında %10 oranında çalışmadığını, %26 oranında da özel sektör çalışanı olduğunu ifade etmiştir. Bu durumda Arıkan (1988)'in da belirtmiş olduğu gibi aile işçisi kadınların kendilerini tarım çalışanından çok ev hanımı olarak algılamaları söz konusu olabilir. İstatistiksel olarak cinsiyet bazında yaşanan bölgenin çalışma durumu ile anlamlı bir farklılık olduğu belirlenmiş (P<0,001). Ankete katılan kentsel ve kırsal

alanda yaşayan kadın ve erkeklerin gelir durumları incelenmiş ve Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin gelir durumları

Table 8. Distribution of respondents according to their income levels with gender and place to live

Yerleşim Alanı - Cinsiyet	Gelir (TL)				Toplam
	1800 - 2500	2501 - 5000	5001 - 10000	>10001	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
Kent - Kadın	13 (26)	17 (34)	19 (38)	1 (2)	50 (100)
Kent - Erkek	8 (16)	37 (74)	5 (10)	0 (0)	50 (100)
Kırsal - Kadın	28 (56)	22 (44)	0 (0)	0 (0)	50 (100)
Kırsal - Erkek	28 (56)	22 (44)	0 (0)	0 (0)	50 (100)
<b>Toplam</b>	<b>77 (39)</b>	<b>98 (49)</b>	<b>24 (12)</b>	<b>1 (1)</b>	<b>200 (100)</b>

$\chi^2$ : 69.075      P<0.001

Kentsel alanda yaşayan kadınların %72’si 2500-10000 TL arası gelire sahiptirler. Kırsal alanda yaşayan kadınlar arasında 5000 TL üzeri gelire sahip olan bulunmamaktadır. Ayrıca kırsal kesimde cinsiyetler arasında gelir açısından bir eşitlik gözlemlenmektedir. Oysa kentsel alanda ücret seviyesi yüksekliği açısından

kadınlar lehine dengenin değiştiği gözlenmektedir. Cinsiyete göre yaşanan yerin gelir ile farklılığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0,001).

Ankete katılan kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin akıllı telefon kullanma durumları incelenmiş ve Çizelge 9’da verilmiştir.

Çizelge 9. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin akıllı telefon kullanım durumları

Table 9. Distribution of respondents according to their use of mobile phone with gender and place to live

Yerleşim Alanı - Cinsiyet	Akıllı Telefon Kullanma Durumu		Toplam	$\chi^2$	P
	Hayır	Evet			
	n (%)	n (%)	n (%)		
Kent - Kadın	2 (4)	48 (96)	50 (100)	26.739	<0.001
Kent - Erkek	1 (2)	49 (98)	50 (100)		
Kırsal - Kadın	12 (24)	38 (76)	50 (100)		
Kırsal - Erkek	0 (0)	50 (100)	50 (100)		
<b>Toplam</b>	<b>15 (7.5)</b>	<b>185 (92.5)</b>	<b>200 (100)</b>		

Kentsel alanda akıllı telefon kullanımında hem kadın hem de erkeklerin kullanım oranları çok yüksektir ve birbirine yakındır (erkek %98 kadın %96). Ancak kırsal kesimde erkek nüfusunun tamamı akıllı telefon kullanırken kadınların neredeyse dörtte biri akıllı telefon kullanmamaktadır. Bu eğilim kentte yaşayan kadın nüfusunda da, kırsalda yaşayan erkek nüfusunda da görülmektedir. Dolayısıyla kırsalda yaşayan kadın nüfusuna özgü bir teknolojiye sahip olamama, kaçınma

veya yeniliği reddetme eğilimi söz konusu olabilir. Eş deyişle, hem yaşanan bölge, hem de cinsiyete bağlı bir davranış söz konusu olabilmektedir. Cinsiyete bağlı olarak yaşanan bölgenin akıllı telefon kullanımı ile anlamlı bir istatistiksel farklılık gösterdiği belirlenmiş (P<0,001).

Ankete katılan kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadınların bilgisayar kullanmama nedenleri incelenmiş ve Çizelge 10’da verilmiştir.

Çizelge 10. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadınların internet kullanmama nedenleri

Table 10. Distribution of women respondents according to their reasons for refusing internet with place to live

Yerleşim Alanı - Cinsiyet	İnternet kullanmama nedenleri			Toplam	$\chi^2$	P
	Bütçem yok	Zararlı olduğunu düşünüyorum	Diğer			
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		
Kent - Kadın	1 (50)	0 (0)	1 (50)	2 (100)	14.00	<0.001
Kırsal - Kadın	0 (0)	12 (100)	0 (0)	12 (100)		
<b>Toplam</b>	<b>1 (7.1)</b>	<b>12 (85.7)</b>	<b>1 (7.1)</b>	<b>14 (100)</b>		



Kentsel ve kırsal alanda erkek nüfusunda internet kullanmayan katılımcıya rastlanmamıştır. Ancak kentsel alanda yaşayan kadın nüfusu içinde yalnızca bir katılımcı internet kullanmamakta ve bunun bütçe nedeni ile olduğunu ifade etmektedir. Oysa kırsal alanda yaşayan 12 kadın katılımcı interneti zararlı buldukları için kullanmadıklarını beyan etmişlerdir. Ortalama gelir seviyesi daha düşük olmasına rağmen kırsal alanda yaşayan kadın nüfusunun internet kullanımı için

bütçelerinin bulunması dikkat çekicidir. Yaşanan bölgenin kadın nüfusunun internet kullanılmamasına bağımlılığı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,001$ ).

Ankete katılan kentsel ve kırsal alanda yaşayan erkek ve kadınların karşılaştırmalı finans amaçlı internet kullanım durumları da incelenmiş ve Çizelge 11'de verilmiştir.

Çizelge 11. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin finans amaçlı internet kullanım durumları

Table 11. Distribution of respondents according to their financial use of internet with gender and place to live

Yerleşim Alanı - Cinsiyet	Finans amaçlı internet kullanım durumları		Toplam n (%)	$\chi^2$	P
	Hayır n (%)	Evet n (%)			
Kent - Kadın	27 (54)	23 (46)	50 (100)	63.377	<0.001
Kent - Erkek	25 (50)	25 (50)	50 (100)		
Kırsal - Kadın	50 (100)	0 (0)	50 (100)		
Kırsal - Erkek	50 (100)	0 (0)	50 (100)		
<b>Toplam</b>	152 (76)	48 (24)	200 (100)		

Finansal amaçlarla internet kullanımı (para transferi, ödeme yapma, vb.) açısından kırsal ve kentsel alanlar arasında büyük farklılık bulunmaktadır. Kırsal kesimde yaşayan nüfusun tamamı finansal işler için internet kullanımından kaçınmaktadır. Oysa kentsel alanda yaşayan nüfusun kadınlarda da erkeklerde de yarıya

yakını finansal amaçlarla internet kullanımı gerçekleştirmektedir. Aradaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $P<0,001$ ). Ankete katılan kentsel ve kırsal alanda yaşayan erkek ve kadınların alışveriş amaçlı internet kullanım durumları incelenmiş ve Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 12. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan kadın ve erkeklerin alışveriş amaçlı internet kullanım durumları

Table 12. Distribution of respondents according to their internet use for shopping with gender and place to live

Yerleşim Alanı - Cinsiyet	Alışveriş amaçlı internet kullanım durumları		Toplam n (%)	$\chi^2$	P
	Hayır n (%)	Evet n (%)			
Kent - Kadın	26 (52)	24 (48)	50 (100)	75.799	<0.001
Kent - Erkek	20 (40)	30 (60)	50 (100)		
Kırsal - Kadın	50 (100)	0 (0)	50 (100)		
Kırsal - Erkek	50 (100)	0 (0)	50 (100)		
<b>Toplam</b>	146 (73)	54 (27)	200 (100)		

Katılımcıların alışveriş amaçlı internet kullanım eğilimleri finansal amaçlı internet kullanımındaki gibi olduğu belirlenmiştir. Kentte yaşayan kadın ve erkek nüfusun yarısından fazlası alışveriş amacıyla internet kullanırken kırsal alanda bu amaçlı kullanım oranı sıfırdır. Dolayısıyla kırsal kesim nüfusunun cinsiyetten bağımsız olarak internet üzerinden alışverişten kaçınma/reddetme eğilimleri söz konusudur. Bu konudaki davranışın interneti finansal amaçlarla kullanma eğilimi konusundaki davranışla paralelliği dikkat çekicidir. Aradaki paralellik nedeni ile elde edilen verilere dayanarak kırsal kesim nüfusunun parasal konular ve internet kavramları arasında bir duvar çektiği söylenebilir. Bu durumdaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p<0,01$ ).

## 5. Sonuçlar

Bu çalışmada Ankara ili örneği çerçevesinde kırsal ve kentsel alanlarda yaşayan kadın ve erkek nüfusunun BİT kullanımları incelenmiştir. Daha açık bir ifade ile yaşanan bölgenin kırsal veya kentsel olmasının cinsiyet bazında BİT araçlarını kullanma durumu, sıklığı ve kullanım amaçları analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre kırsal kesim ve kentsel alanda yaşayan nüfus arasında belirlenmiş eğitim seviyesi farklılığının BİT kullanımında etken olduğu düşünülmektedir. Her ne kadar bu farklılık kırsal kesim nüfusunun BİT kullanımını tamamen engellemese bile belirli açılardan kullanım seviyesini olumsuz etkilemektedir.

Araştırmada elde edilen bulgular, çalışmanın gerçekleştirildiği alanda kırsal kesimde yaşayan nüfusun kent nüfusuna göre daha az BİT aracına sahip olduğuna işaret etmektedir. Başkent Ankara'ya yaklaşık bir saat mesafede olan kırsal alanda dahi kablone veya ADSL gibi karasal altyapı yokluğu nedeniyle bu teknolojiler kullanılmamakta, ağırlıklı olarak mobil teknolojiler kullanılmaktadır. Diğer yandan, kırsal alanda yaşayan nüfusun kentsel nüfusa göre daha düşük olan ortalama gelir seviyesi de daha bilinçli harcama eğilimlerine yol açtığı için kentsel nüfusun yatırım yapabildiği bilgisayar gibi BİT araçlarına kırsal nüfusun ilgi göstermemesi de bu konuda bir etkidir. Bu nedenle hem evde hem arazide veya başka yerlerde kullanabilecekleri rahat ve pratik araçlar olan cep telefonlarına yatırım açısından kent ve kırsal arasında fark gözlemlenmemiştir.

Diğer yandan, geçerli teknoloji seviyesini temsil eden akıllı telefonlar konusunda kent ve kır arasında fark tespit edilmiştir. Kentsel ve kırsal alanda yaşayan erkek nüfusunun yaklaşık aynı oranda akıllı telefon kullanmasına, kentsel alanda yaşayan kadın nüfusunun da yaklaşık olarak bu oranda akıllı telefon kullanımı gerçekleştirmesine rağmen kırsalda yaşayan kadın nüfusunun yaklaşık dörtte biri akıllı telefon kullanmamaktadır. Oysa bu nüfus cep telefonu kullanmaktan çekinmemektedir.

Buradaki anahtar ilişki, akıllı telefon kullanmayan kırsal kesimde yaşayan kadın oranı ile internetin zararlı olduğunu düşünen kadın sayısı arasındadır. Ankete katılan ve kırsal kesimde yaşayıp akıllı telefon kullanmayan kadınlar neden olarak interneti zararlı buldukları için kullanmadıklarını belirtmişlerdir. İncelendiğinde, kırsal kesim erkek nüfusunun interneti zararlı bulmasa dahi benzer çekincelere sahip oldukları görülebilir. Kırsal kesimde yaşayan erkekler de kadınlar da BİT araçlarını genelde anlık ve nispeten zararsız olarak düşünülebilecek video izleme, anlık mesajlaşma ve sosyal medyayı takip etme gibi amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadırlar. Oysa kentsel nüfusun rahatlıkla kullandığı finansal amaçlar ve alışveriş gibi konularda kırsal kesimdeki kullanım oranı neredeyse sıfırdır. Dolayısı ile parasal olarak zarara uğrayabilecekleri konularda BİT araçlarına bir güvensizlik söz konusudur.

Bu değerlendirmeler sonucunda kırsal alanda yaşayan nüfusun kentsel alana göre daha az BİT aracı kullandığı ve genel olarak daha kısıtlı amaçlar doğrultusunda BİT kullanımı gerçekleştirdiği söylenebilir. Dolayısı ile Hipotez 1 doğrulanmıştır. Aynı zamanda kırsal alanda yaşayan kadın nüfusunun BİT kullanımının gerek kentsel alanda yaşayan kadın nüfusuna, gerekse de kırsal alanda yaşayan erkek nüfusuna göre daha az BİT aracı kullanarak ve daha kısıtlı amaçlarla BİT'ten faydalanarak daha düşük seviyede gerçekleştiği de belirlenmiş, böylece Hipotez 2 ve Hipotez 3'de doğrulanmışlardır.

Ancak bulgular kentsel alanda yaşayan nüfus cinsiyet ayrımında değerlendirildiğinde erkek ve kadın

nüfusunun BİT araçlarının gerek çeşitlilik gerekse kullanım amacı açısından farklılık göstermediğini ortaya koymaktadır. Eş deyişle, kentsel alanda yaşayan erkek ve kadınların kullandıkları BİT araçları da bunları kullanım amaçları da birbirine yakındır. Dolayısı ile söz konusu Hipotez 4 reddedilmiştir. Bunun anlamı, BİT kullanım eğilimlerini cinsiyet faktörünün tek başına belirlemediğidir.

BİT'in kırsal kesim kadın nüfusunda daha yaygın ve etkin kullanımı açısından ele alınabilecek faktörler arasında ilk olarak eğitim faktörü akla gelmektedir. Ancak ankete verilen yanıtlar bu düşüncüyü doğrulamamaktadır. Kırsal kesimde yaşayan kadın nüfusu, eğitim seviyesi kentsel alana göre düşük olsa da BİT araçlarını kullanamıyor değildir. Ayrıca interneti daha çok kullanmak için sunulan seçenekler arasında bulunan eğitim seçeneğini seçmemişlerdir. Kırsal alanda yaşayan kadınların interneti kullanma, kullanan kesimin de daha etkin şekilde faydalanmasını sağlayacak faktör internet üzerinden yapılan işlemlere olan güven algılarının artırılması gerekmektedir. Daha açık bir ifadeyle internet üzerinden alışveriş, fatura ödeme ve para transferi gibi dijital işlemlere olan kırsal kesimdeki olumsuz tutumun giderilmesi önem taşımaktadır.

Bütün bunlar göz önüne alındığında yalnızca günlük işlemlerin dahi kırsal kesim nüfusunun hayatını kolaylaştıracağı açıktır. Halen daha ürününü satmak için pazar giden, girdi tedarik etmek ya da ödeme yapmak için yakındaki ilçe veya şehre gitmek zorunda kalan kırsal nüfus bu olanaklardan faydalanırsa hem yolda harcanan zaman, işgücü ve maliyetten tasarruf edilebilecek, hem de çevrim içi satış ekonomisindeki rekabet nedeni ile ihtiyaçlarını çok daha ucuza karşılarken özellikle hacimli veya ağır malzemelerin nakliye maliyetini de en aza indirmiş olacaktır. Öte yandan medya okuryazarlığı eğitimleri sonucu dijital pazarlama aracılığıyla kırsal kesimde yaşayanların ürünlerin yeni pazarlara daha yüksek fiyatlardan satmaları mümkün olabilecektir.

Ancak bu belirtilenler BİT'in kırsal kesim nüfusuna sağlayabileceği faydaların en azıdır. Kırsal kesim nüfusu, özellikle de aile işçisi statüsündeki kadın nüfusu, çeşitli otomasyon ve izleme sistemlerini kullanarak üretim verimliliğini de, üretimde harcanan işgücü verimliliğini de arttırabilirler. Örneğin ürün sulamayı kurala veya deneyime bağlı gerçekleştirmek yerine toprak iletkenliğini ölçen sensörler vasıtasıyla otomatik olarak ve ancak yeterli olacak ölçüde gerçekleştirerek hem üretim giderlerini hem de iş gücü maliyetini optimize edebilirler. Hayvancılıkla uğraşan kesim mera denetimini drone ile hızlı ve rahat bir şekilde gerçekleştirirken ağıl, ahır, kümes gibi yerlerin güvenliğini hatta girdi kullanımını ve bakım işlerini bu kamera, sensörler ve otomasyon araçları ile sağlayabilirler. Üstelik bu tür sistemlerin kurulumu için gerekli donanım ve hizmeti aramak için yalnızca hâlihazırda kullandıkları akıllı cihazları kullanmaları

yeterli olacaktır. İstenirse bahsedilen sistemlerin kullanımı dahi bu cihazlar üzerinden gerçekleştirilebilir.

Bu teknolojik ilerlemelerin yaygınlaşması ile dijital tarım üzerine araştırma, geliştirme, eğitim, yayım ve danışmanlık hizmetlerinin artması ve firmaların gelişmesidir. Bu kurum ve firmaların artan talep üzerine yerel teknolojileri geliştirmesi, dolayısıyla Türkiye ekonomisinin tarım teknolojileri konusunda dışa bağımlılığını azaltacak ve tarımda verimliliği arttıracaktır. Geliştirilen teknolojilerin ihracatı ile döviz geliri sağlanabilecektir. Tüm bunların gerçekleşebilmesi için kırsal kesim nüfusunun BİT kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

## Teşekkür

Alan çalışmaları sırasında anket çalışmalarına katılan tüm katılımcılara çok teşekkür ederiz. Çalışmanın planlanması ve verilerin analiz aşamalarında yardımlarından dolayı Dr. Nur İlkay Abacı ve Dr. Hasan Samet Abacı'ya teşekkürü borç biliriz.

## Kaynaklar

- Abacı, N. İ., ve Demiryürek, K. 2015. Türkiye de Kırsal Alanlarda Bilgi İletişim Teknolojilerinin Kullanım Durumu. İç Anadolu Bölgesi 2. Tarım ve Gıda Kongresi, NEVŞEHİR.
- Abbate, J. 2000. *Inventing the Internet*. MIT Press, 43-82, Cambridge, Massachusetts.
- Akar, F. 2015. Purposes, Causes and Consequences of Excessive Internet Use among Turkish Adolescents. *Eurasian Journal of Educational Research*, 15:60, 35-56.
- Almina. 2017. Türkiye'de İlk Radyo Yayımından Bugüne. Radyo Dinle. <http://www.radyoyayini.org/genel/turkiyede-ilk-radyo-yayinindan-bugune.html> (Erişim tarihi: 14.07.2018)
- Anonim, 2017a. Türkiye'de televizyon. *Wikipedi*. [https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27de\\_tvizyon](https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27de_tvizyon) (Erişim tarihi: 6.10.2018)
- Anonim, 2017b. Gelir ve Yaşam Koşulları Araştırması, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/PdfGetir.do?id=24579> (Erişim tarihi: 11.07.2019)
- Anonim, 2017c. Asgari Ücretin Net Hesabı ve İşverene Maliyeti. Aile, Çalışma ve Sosyal Politikalar Bakanlığı. [https://ailevecalisma.gov.tr/media/1234/2016\\_onikia\\_y.pdf](https://ailevecalisma.gov.tr/media/1234/2016_onikia_y.pdf) (Erişim tarihi: 25.06.2019)
- Anonim, 2018a. Kırsal Kalkınma Özel İhtisas Komisyon Raporu. <http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/04/KirsalKalkinmaOzellIhtisasKomisyonuRaporu.pdf> (Erişim tarihi 06.07.2020)
- Anonim 2018b. Kırsal Alanda Kadının Güçlendirilmesi ve Kırsalda Kadın Girişimciliğinin Desteklenmesi Konulu Komisyon Raporu (Yayın No. 21). TBMM

- Basımevi, Ankara. <https://komisyon.tbmm.gov.tr/dosyalar/KIRSAL%20ALANDA%20KADININ%20G%C3%9C%C3%87LEND%C4%B0R%C4%B0LME%C4%B0%20RAPORU.pdf> (Erişim tarihi: 03.07.2019)
- Arıkan, G. 1988. Kırsal Kesimde Kadın Olmak. *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 5:2, 1-16. <https://dergipark.org.tr/download/article-file/597771> (Erişim tarihi: 11.04.2019)
- Cinemre, H.A. ve Demiryürek, K. 2005. *Tarımsal Yayım ve Haberleşme Kitabı*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 17, Beşinci Baskı. Samsun <https://www.researchgate.net/publication/267394599> Tarımsal Yayım ve Haberleşme Kitabı (Erişim tarihi:07.07.2020).
- Cukur, T. 2013. Determination of communication behavior of earthen pond fish farmers. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19(6), 1358-1363.
- Demiryürek, K. 1993. Televizyon ile Yaygın Çiftçi Eğitimi Projesi (YAYÇEP)'ne Gölbaşı İlçesinde Çiftçilerin Katılımı Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.
- Demiryürek, K. 2015. *Yayım Sözlüğü*. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü (TEPGE).Ankara./[www.researchgate.net/publication/279528766](http://www.researchgate.net/publication/279528766) Yayım Sozlugu Dictionary of Extension Science in Turkish with English Abstract and Terms (Erişim tarihi: 07.07.2020).
- Demiryürek, K., Abacı, N. İ., Abacı, S. H., Atasever, S., and Erdem, H. 2017. Effect of Dairy Cattle Breeders' Association (DCBA) Membership on Sustainability of Innovations in Samsun Province of Turkey. *Custos e Agronegócio*, 13:2, 35-44. <https://www.researchgate.net/publication/320855059> (Erişim tarihi: 19.06.2019)
- Demiryürek, K., and Atsan, T. 2015. Distance Education through Television for Farmers in Developing Countries the Case of Turkey. *Anthropologist*, 21(3), 374-379.
- Gül, D. 2019. Kırsal ve kentsel alanda bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanım durumu: Ankara örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi AD Yüksek Lisans Tezi* (Yayınlanmamış). Samsun.
- Özaydınlık, K. 2014. Toplumsal Cinsiyet Temelinde Türkiye'de Kadın ve Eğitim. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 4:33, 93-112. doi:10.21560/spcd.03093
- Özçağlar, A. (2016). Büyükşehir Belediyeli İllerde Kır ve Kent Nüfusunun Tespiti Mümkün mü? TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 13-14 Ekim, Bildiriler Kitabı, 271-291, Ankara.
- Rogers, E. M. 1993. *Diffusion of Innovations*, Free Press, New York.

- Salemink, K., Strijker, D., and Bosworth, G. 2015. Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas. *Journal of Rural Studies*, 54:2017, 360-371.
- Tavşancıl, E., Keser, H. 2002. Development of a Likert Type Attitude Scale towards Internet Usage. *Journal of Educational Sciences and Practices*, 1:1, 80-100.
- TÜİK, 2018. Kır-Kent Tanımı. [www.resmiiistatistik.gov.tr](http://www.resmiiistatistik.gov.tr) (Erişim Tarihi: 25.02.2018).
- TÜİK, 2019a. Hanehalkı Bilişim Teknolojileri Kullanım Araştırması. Türkiye İstatistik Kurumu: [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1028](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1028) (Erişim tarihi: 08.01.2019)
- TÜİK, 2019b. Yıllara ve Cinsiyete Göre İl / İlçe Merkezleri ve Belde / Köy Nüfusu, Genel Nüfus Sayımları - ADNKS. Türkiye İstatistik Kurumu: [http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\\_id=1587](http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1587) (Erişim tarihi: 08.01.2019)
- UNESCO, 2019. Information and communication technologies (ICT). UNESCO: <http://uis.unesco.org/en/glossary-term/information-and-communication-technologies-ict> (Erişim tarihi: 08.01.2019)
- Ursavaş, Ö. F. 2015. An examination of gender effect on pre-service teachers' behavioural intentions to use ICT. *Journal of Theory and Practice in Education*, 11:1, 68-88. [acikerisim.lib.comu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/COMU/1057/%C3%96mer\\_Ursava%C5%9F\\_Makale.pdf?sequence=1&disAllowed=y](http://acikerisim.lib.comu.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/COMU/1057/%C3%96mer_Ursava%C5%9F_Makale.pdf?sequence=1&disAllowed=y) (Erişim tarihi: 06.05.2019)



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.743199

## Döl Kontrolü Parsellerindeki Yonca (*Medicago sativa* L.) Genotiplerinin Verim ve Kalite Özellikleri ile Genel Kombinasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi

Sebahattin Albayrak\*<sup>a</sup>, Mehmet Öten<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Samsun, Turkey

<sup>b</sup>Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: sebahattinalbayrak@omu.edu.tr

Geliş/Received 27/05/2020

Kabul/Accepted 17/06/2020

### ÖZET

Bu çalışmanın amacı döl kontrolü parsellerinde yer alan yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin verim ve kalite özellikleri ile genel kombinasyon yeteneklerini belirlemektir. 10 adet seçilmiş yonca genotipi 2016 ve 2017 yılları arasında iki yıl boyunca Isparta koşullarında denenmiştir. Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada tesis yılı hariç (2015 yılı) vejetasyon periyodu boyunca her yıl 5 biçim yapılmıştır. İncelenen tüm özelliklerin ortalama değerleri aşağıdaki gibi bulunmuştur: Yeşil ot verimi 9239 kg da<sup>-1</sup>, kuru ot verimi 2321.15 kg da<sup>-1</sup>, ham protein oranı %20.69, ADF oranı %29.69, NDF oranı %39.54, nispi yem değeri %155.32. Genotiplerin ot verim ve kalite değerleri yanı sıra genel kombinasyon yetenekleri de göz önünde bulundurulduğunda yeni bir çeşit geliştirmek için 7 adet genotip (Eğirdir-2, Yalvaç-3, Bolvadin-1, Yeşilova-3, Beyşehir-2, Senirkent-2 ve Çay-1) Sentetik-0'ı oluşturmak amacıyla seçilmişlerdir.

Anahtar Sözcükler:  
Döl kontrolü  
Genel kombinasyon  
Kalite  
Verim  
Yonca

### Determination of Yield and Quality Characteristics with General Combination Abilities of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Genotypes in Progeny Control Plots

#### ABSTRACT

This study was conducted to analyze the differences in the Information and Communication Technologies (ICT) between the population living in rural and urban areas in Ankara. The study is particularly important as it is an original research that lays down the groundwork for developing potential future ICT strategies for rural development by determining the difference in ICT usage between rural and urban populations. In the study 50 men and women each living in rural areas were surveyed as well as an additional 50 men and women each living in urban areas by using a custom-developed multiple-choice survey through purposeful sampling. Data collected were analyzed with SPSS statistical analysis software for both personal and gender factors. Khi-square ( $\chi^2$ ) analyses were made to reveal the differences between variables. The results showed that there were significant differences between gender and location (rural vs. urban) in terms of education, income and employment in addition to preferred ICT tools and the use cases. Evaluation of the results revealed that the women living in rural areas utilize ICT less than those who live in urban areas and also increasing ICT security in rural-specific ways would make a significant difference.

Keywords:  
Alfalfa  
General combination  
Progeny  
Quality  
Yield

© OMU ANAJAS 2020



## 1. Giriş

Coğrafya ve iklim bakımından çok elverişli konumda bulunan Türkiye, bitki çeşitliliği bakımından oldukça zengindir. Ülkemiz, kültüre alınmış pek çok bitki türünün gen kaynağını oluşturmakta fakat bu potansiyelini yeterince değerlendirememektedir. Tarımsal üretimini ve ihracatını artıramamasına karşılık, tarımsal ithalat rakamları daha da artış göstermektedir. Gıda güvencesinin ve dış ticaret dengesinin ihracat yönünde sağlanabilmesi için üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve destekleme araçlarının doğru ve amaca uygun olarak kullanılması gerekmektedir (Albayrak ve ark., 2018).

Tarım ve Ormanlık Bakanlığı'nın 2019 yılında açıkladığı verilerine göre Türkiye'de yem bitkileri ekim alanları; yonca; 693.795 ha, korunga; 194.976 ha, fiğ; 482.253 ha, mısır; 1.073.598 ha; diğer; 163.575 ha olmak üzere toplam 2.608.197 ha'dır. Toplam yem bitkileri üretimi sap, saman ve anız hariç 52.000.000 tondur. Toplam kaliteli kaba yem ihtiyacı ise 67.000.000 ton olarak hesaplanırken yem açığı 15.000.000 ton olduğu bildirilmiştir. Dolayısıyla mevcut hayvanların ihtiyaç duyduğu kaliteli kaba yemin yetersiz olduğunu söyleyebiliriz.

Türkiye'de yem bitkileri ekim alanının artırılması ve kaliteli kaba yem ihtiyacının giderilebilmesi için kullanılabilir bitkilerin en başında yonca gelmektedir. Yonca (*Medicago sativa* L.) çok yıllık baklagil yem bitkisidir. Yüksek yem kalitesi ve hemen her bölge koşullarına uyum yeteneği sayesinde, Dünya'da en önemli yem bitkilerinin başında gelmektedir. Dünya'da 80 den fazla ülkede yetiştiriciliği

yapılan yonca yaklaşık 35 milyon hektar alanda ekimi yapılmakta ve 440 milyon ton civarında bir üretim değerine ulaştığı bildirilmektedir (Radoviç ve ark., 2009).

Yoncada yeni bir çeşit geliştirmedeki başarı uygulanacak ıslah yöntemine bağlıdır (Katiç ve ark., 2008). Yonca gibi yabancı tozlaşan bitkilerde sentetik çeşitlerin geliştirilmesi dolayısıyla sentetik varyete ıslahı programının uygulanması yaygındır (Poelman ve Stabeck, 1995). Sentetik çeşit oluştururken de ebeveynleri seçilmesinde en etkili yöntemin döl kontrolü testlerinin yapılması gerekliliğidir (Miliç ve ark., 2011). Döl kontrolü testleri, yoncaların heterotik ebeveyn popülasyonlarının seçiminde önemli bir rol oynadığı bildirilmektedir (Riday ve Brummer, 2002).

Bu çalışmanın amacı döl kontrolü parsellerinde yer alan yonca genotiplerinin verim ve kalite özelliklerini inceleyerek sentetik-0'ı oluşturmak amacıyla seçilecek olan genotiplerin genel kombinasyon yeteneklerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, 2015-2017 yılları arasında Isparta koşullarında, Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisinde yer alan araştırma parsellerinde yürütülmüştür. Deneme yeri 37°45' Kuzey enlem ve 30°33' Doğu boylamında olup, denizden yüksekliği 1035 m'dir. Deneme alanı toprağının tınlı, hafif alkali, elverişli fosfor ve potasyum yönünden zengin, organik madde bakımından ise fakir olduğu görülmektedir. Denemenin yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü Isparta iline ait iklim verileri

Table 1. Climate data of Isparta province where the research was conducted

Aylar	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Nem (%)		
	Uzun yıllar	2016	2017	Uzun yıllar	2016	2017	Uzun yıllar	2016	2017
<b>Ocak</b>	80.6	101.6	87.8	1.8	1.3	0.8	75.2	71.9	77.9
<b>Şubat</b>	68.8	33.3	3.6	2.9	7.3	3.0	71.6	69.4	68.5
<b>Mart</b>	58.9	59.9	74.4	5.9	7.6	7.3	66.0	62.1	64.1
<b>Nisan</b>	53.2	47.8	25.6	10.7	14.0	10.6	61.5	52.3	59.6
<b>Mayıs</b>	55.7	8.76	149.5	15.5	14.6	14.9	59.2	64.4	63.7
<b>Haziran</b>	33.2	12.4	30.9	20.0	21.6	20.1	52.5	48.2	58.9
<b>Temmuz</b>	13.7	25.7	13.1	23.4	25.0	25.2	45.7	44.1	41.6
<b>Ağustos</b>	12.1	45.4	20.4	23.2	24.4	23.8	46.4	51.8	52.1
<b>Eylül</b>	18.6	31.6	5.7	18.6	18.9	21.1	52.3	53.9	45.1
<b>Ekim</b>	37.7	1.6	46.5	13.0	14.8	13.1	62.4	57.7	61.8
<b>Kasım</b>	45.2	48.8	41.7	7.6	7.2	6.7	70.0	64.7	74.3
<b>Aralık</b>	87.1	33.5	31.2	3.5	0.3	5.0	75.8	69.5	76.6
<b>Toplam</b>	<b>564.8</b>	<b>59.2</b>	<b>530.4</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Ortalama</b>	-	-	-	<b>12.2</b>	<b>13.1</b>	<b>12.5</b>	<b>61.6</b>	<b>59.2</b>	<b>62.0</b>

Araştırma materyali olan yonca (*Medicago sativa* L.), 2010 yılında TÜBİTAK-1100257 projesi kapsamında; Göller yöresinde yer alan toplam 4 ile ait 22 ilçeden 60 farklı duraktan klon olarak toplanmıştır. Fenolojik, morfolojik, verim ve kalite bakımından üstün özellik gösteren ayrıca moleküler karakterizasyon bakımından da farklılık arz eden 10 adet genotip sentetik varyete ıslahında kullanılmak üzere seçilmiştir. Seçilen Eğirdir-2, Yalvaç-3, Bolvadin-1, Senirkent-2, Yeşilova-3, Beyşehir-2, Çay-1, Sultandağı-2, Şarkikaraağaç-3 ve Yenişarbademli-1 yonca genotipleri çoklu melez (polycross) parsellerinde, 10x10 latis deneme deseniyle, 4 tekrarlamalı olarak klon halinde tesis edilmiştir. Çoklu melez parsellerinde yer alan her bir genotipin tohumları ayrı ayrı hasat edilmiştir. Elde edilen tohumlarla döl kontrolü parselleri tesis edilmiştir (Albayrak ve ark., 2014).

Döl kontrolü amacıyla; 26 Mart 2015 tarihinde, 10 adet yonca genotipi, tesadüf blokları demene desenine göre, 4 tekrarlamalı olarak, dekara 2 kg tohum hesabıyla ekimleri gerçekleştirilmiştir. Ekimle birlikte 3 kg da<sup>-1</sup> saf azot ve 8 kg da<sup>-1</sup> saf fosfor gübresi uygulanmıştır. Denemede, parsel uzunluğu 5 m, sıra arası 20 cm, parsel sıra sayısı ise 8 adettir. Araştırmanın ilk yılında yonca bitkisinin çok yıllık olması nedeniyle herhangi bir gözlem ve ölçüm yapılmamış ancak ilk yıl sadece bakım işlemleri uygulanmış olup, diğer tüm veriler çalışmanın ikinci ve üçüncü yıllarında alınmıştır. Hasat, yoncada %10 çiçeklenme döneminde olmak üzere her iki yılda toplam 5'er biçim (hasat tarihleri: 28 Mayıs, 30 Haziran, 29 Temmuz, 28 Ağustos ve 28 Eylül 2016; 25 Mayıs, 28 Haziran, 27 Temmuz, 29 Ağustos ve 3 Ekim 2017) yapılmıştır. Her biçim sonrası toprak tarla kapasitesine gelinceye kadar ilk üç biçimden sonra 2 defa dördüncü biçimden sonra ise 1 defa sulama yapılmıştır.

Araştırmada; her parselin kenarlarından birer sıra, üst ve alt kısmından 0.5 m biçilerek parselden uzaklaştırılmış ve geriye kalan alan biçilerek hasat edilen her parselden elde edilen yeşil ot tartılmış ve elde edilen değerler dekara çevrilerek bulunmuştur. Her parselden biçilen yeşil ot kümesinden rastgele alınan yaklaşık 500 g'lık taze ot örnekleri, kurutma dolabında 48 saat 70°C'de kurutulmuş 24 saat oda rutubetinde bekletildikten sonra 2 g duyarlı terazide tartılarak kuru

ot ağırlıkları ulunmuştur. Her parselden elde edilen kuru ot oranları parsellerden elde edilen yeşil ot verimleri ile çarpılarak dekara kuru ot verimi hesaplanmıştır (Albayrak ve ark., 2018).

Ham protein için öğütülmüş her örnekten 1 g tartılıp, önceden hazırlanan çözeltiler yardımıyla Kjeldahl yöntemi uygulanarak ham protein oranları % olarak belirlenmiştir (Kacar ve İnal, 2008). ADF ve NDF analizleri ANKOM 220 Fiber Analyser cihazı yardımıyla ANKOM teknolojinin bildirdiği esaslara göre yapılmıştır (Anonim, 2017). Nispi yem değerleri (Albayrak ve ark. 2018)'ın belirledikleri denkleme göre hesaplanmıştır.  $NYD = [120/NDF] \times [88.9 - (0.779 \times ADF)] \times [0.775]$ .

Denemelerin sonuçları, Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre varyans analizlerine tabi tutularak (SAS, 1998) paket programında analizler yapılmıştır. Ayrıca, yıl birleştirmesinde Çınar ve ark. (2014) tarafından açıklanan Tesadüf Bloklarında Zamanda Bölünmüş Parseller Deneme Desenine uygun olarak varyans analizi uygulanmıştır. Ortalamalar arasında önemli farklılıkların ortaya çıktığı durumlarda, ortalamaları karşılaştırmak için % 5 ve % 1 önemlilik düzeyinde Duncan testi uygulanmıştır. Döl kontrolü parsellerinde; kuru ot verimi, ham protein oranı ve nispi yem değeri ortalamaları bakımından genotiplerin Genel Kombinasyon Yetenekleri belirlenmiştir. Genel Kombinasyon Yeteneği için analizler, SAS (1998) istatistik programında linear karşılaştırma ile Proc MIXED işlemi kullanılarak yapılmıştır. Genel Kombinasyon Yeteneği; bir genotipin ortalama değerinin tüm genotiplerin ortalama değerinden çıkartılarak hesaplanmıştır (Hallauer ve Miranda, 1988).

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Yeşil ot verimi

Yonca genotipleri arasında istatistik olarak %1 düzeyinde farklılık bulunurken, yıllar ve yıl x genotip etkileşimini arasında % 5 düzeyinde farklılık belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Varyans analiz sonuçları  
Table 2. Variance analysis results

Varyasyon kaynakları	S.D	Yeşil ot verimi	Kuru ot verimi	Ham protein	ADF	NDF	NYD
Tekerrür	3	372051	26077	2.012	0.072	0.544	7.26
Genotip	9	1744333**	127060**	1.645	8.174**	6.786*	228.82**
Hata 1	27	190074	10725	1.961	1.771	1.585	26.57
Yıl	1	1151760*	25266	27.824**	183.01**	173.93**	5870.96**
Yıl x Genotip	9	291327*	21673*	1.741	0.694	0.897	21.11
Hata 2	30	130354	8748	1.666	1.584	2.067	44.08

\*0.05, \*\*0.01 düzeyinde önemlidir.

Yonca genotiplerinde iki yıllık ortalama değerlere göre en yüksek yeşil ot verimi dekara 10319 kg ile 2 numaralı genotipte belirlenmiştir. 5, 3, 6 ve 1 numaralı genotipler 9536-9213 kg da<sup>-1</sup> ile ikinci grupta, 7, 9, 4, 10 ve 8 numaralı genotipler ise 8966-8771 kg da<sup>-1</sup> ile üçüncü grupta yer almışlardır (Çizelge 3). Denemenin yürütüldüğü koşullara benzer ekolojilerde yonca yeşil ot verimlerini; Çöçü ve Sancak (2007) Ankara koşullarında 4532-6695 kg da<sup>-1</sup>, Mohammed (2008) Ankara koşullarında 7396-8691 kg da<sup>-1</sup> ve Konya

koşullarında 8084-9292 kg da<sup>-1</sup>, Yılmaz ve Albayrak (2016) Isparta koşullarında 8181-10247 kg da<sup>-1</sup> belirlemişlerdir. Yonca yetiştiriciliğinde iklim, toprak yapısı, gübreleme, sulama imkânları, biçim zamanı, biçim yüksekliği, biçim sayısı, ekolojik koşullar yanında özellikle denemelerde kullanılan çeşit farklılıkları gibi pek çok faktörün birbiriyle etkileşim içerisinde olması yeşil ot verimindeki farklılıkların en önemli sebebi olarak vurgulanmıştır (Gökalp ve ark., 2017).

Çizelge 3. Ortalama yeşil ot ve kuru ot verimleri (kg da<sup>-1</sup>)

Table 3. Average green forage and dry matter yields (kg da<sup>-1</sup>)

Genotipler	Yeşil ot verimi (kg da <sup>-1</sup> )			Kuru ot verimi (kg da <sup>-1</sup> )		
	2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama
1. Eğirdir-2	9439 b	8987 de	9213 bc	2377.44 bc	2331.88 b	2354.66 b
2. Yalvaç-3	10593 a	10025 a	10309 a	2663.82 a	2542.44 a	2603.13 a
3. Bolvadin-1	9686 b	9267 cd	9477 b	2443.78 b	2377.92 b	2410.85 b
4. Senirkent-2	9070 b	8691 e	8881 c	2290.86 bc	2199.76 c	2245.31 c
5. Yeşilova-3	9171 b	9900 ab	9536 b	2274.58 bc	2451.74 ab	2363.16 b
6. Beyşehir-2	9372 b	9463 bc	9418 b	2301.90 bc	2431.80 ab	2366.85 b
7. Çay-1	9176 b	8755 e	8966 c	2287.01 bc	2188.94 c	2237.97 c
8. Sultandağı-2	8948 b	8594 e	8771 c	2254.32 c	2138.41 c	2196.37 c
9. Ş.Karaağaç-3	9122 b	8776 e	8949 c	2274.62 bc	2183.63 c	2229.13 c
10. Y.Badem-1	9012 b	8733 e	8872 c	2219.12 c	2187.30 c	2204.11 c
<b>Ortalama</b>	<b>9359 A</b>	<b>9119 B</b>	<b>9239</b>	<b>2338.92</b>	<b>2303.38</b>	<b>2321.15</b>
<b>VK (%)</b>	<b>5.14</b>	<b>3.29</b>	<b>3.91</b>	<b>4.67</b>	<b>3.81</b>	<b>4.03</b>

\*Her bir satır ve sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında P=0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

### 3.2. Kuru ot verimi

Döl kontrolü parsellerinde yer alan yonca genotiplerinin iki yıllık ortalama kuru ot verimleri ile yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; yonca genotipleri arasında istatistiki olarak %1 düzeyinde farklılık bulunurken, yıl x genotip interaksyonu arasında % 5 düzeyinde farklılık belirlenmiştir (Çizelge 2). Yonca genotiplerinde iki yıllık ortalama değerlere göre en yüksek kuru ot verimi dekara 2603.13 kg ile 2 numaralı genotipte belirlenmiştir. Diğer yonca genotiplerinin kuru ot verimi 2410.85 - 2196.37 kg da<sup>-1</sup> aralığında değişim göstermiştir (Çizelge 3). Kuru ot verimi, çeşit (Avcıoğlu ve ark., 1989; Şengül ve ark., 1992), yaprak/sap oranı (Popovic ve ark., 2001), iklim (Mohammed, 2008), toprak özellikleri (Demiroğlu ve ark., 2008), biçim zamanı (Shroyer ve ark., 1984) vb. birçok faktör tarafından etkilenmektedir. Akdeniz iç geçit kuşağında yoncanın kuru ot verimleri, 1480-1610 kg da<sup>-1</sup> (Albayrak ve Türk., 2013), 2066-2617 kg da<sup>-1</sup> (Yüksel ve ark., 2016) ve 1791 kg da<sup>-1</sup> (Karayılanlı ve Ayhan, 2014) olarak belirlenmiştir. Araştırmada 2196.37-2603.13 kg da<sup>-1</sup> aralığında belirlenen yonca kuru ot verimleri yukarıda adı geçen araştırmacıların bulguları ile uyum içerisinde.

### 3.3. Ham protein oranı

Döl kontrolü parsellerinde yer alan yonca genotiplerinin ham protein oranları arasında istatistiki olarak farklılık bulunmamakla birlikte, yonca genotiplerinin ham protein oranları birinci yıl % 20.54-22.79, ikinci yıl ise %20.66-19.67 aralığında değişim göstermişlerdir (Çizelge 4). Kaliteli yonca otunda en uygun ham protein oranı % 18-24 aralığında olması gerekir (Shewmaker ve ark., 2009). Yoncanın ham protein oranlarını belirlemek için yapılan çalışmalarda; Strbanović ve ark. (2017) % 21.5, Yılmaz ve Albayrak (2016) % 18.06, Albayrak ve ark. (2014) %18.69, Töngel ve Ayan (2010), % 20.62, Katic ve ark. (2009), % 17.3, Tucak ve ark. (2008), % 19.95 oranlarında ham protein belirlenmiştir. Yoncanın erken dönemde biçilmesi ham protein oranının yüksek çıkmasına neden olur. Aşırı yağmurdan dolayı azot kaybı, hasat zamanında yaprakların toprakta kalması ve yabancı ot yoğunluğu gibi faktörler ham protein oranının düşük olmasının nedenlerine örnek olarak verilebilir. Yonca otunun kimyasal kompozisyonunun bölgeye, çeşide, toprak yapısına ve iklim şartlarına, biçim devresi ve kurutma yöntemlerine göre değişiklik gösterdiğini ve biçim geciktikçe ham protein oranının azaldığı bildirilmiştir (Açıkgöz, 2001).

### 3.4. ADF oranı

ADF oranları bakımından birinci ve ikinci yıllarda yonca genotipleri arasında % 5 oranında istatistiki olarak farklılık belirlenirken, her iki yılın ortalama ADF oranları ile yıllar arasında ise %1 oranında farklılık belirlenmiştir (Çizelge, 2). İki yılın ortalama ADF oranlarında 3, 7, 1 ve 2 numaralı genotiplerin ADF oranları (sırasıyla, % 28.42, 28.45, 28.50 ve 29.05) diğer genotiplerin ADF oranlarından daha düşük olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Ortalama ham protein ve ADF oranları (%)

Table 4. Average crude protein and ADF ratios (%)

Genotipler	Ham protein oranı (%)			ADF oranı (%)		
	2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama
1. Eğirdir-2	22.17	20.32	21.25	27.33 bd	29.67 c	28.50 bc
2. Yalvaç-3	21.73	19.67	20.70	27.89 ad	30.21 bc	29.05 bc
3. Bolvadin-1	22.79	19.89	21.34	26.98 cd	29.86 bc	28.42 c
4. Senirkent-2	21.12	20.98	21.05	28.45 ac	31.28 ac	29.87 ab
5. Yeşilova-3	20.91	20.76	20.84	28.13 ad	31.53 ac	29.83 ab
6. Beyşehir-2	20.77	20.66	20.72	28.81 ac	32.15 ab	30.48 a
7. Çay-1	21.36	19.78	20.57	26.42 d	30.48 bc	28.45 c
8. Sultandağı-2	20.54	19.29	19.92	29.19 ab	31.88 ac	30.54 a
9. Ş.Karaağaç-3	20.83	19.81	20.32	29.13 ab	32.88 a	31.01 a
10. Y.Badem-1	20.59	19.85	20.22	29.42 a	32.06 ab	30.74 a
Ortalama	21.28 A	20.10 B	20.69	28.18 B	31.20 A	29.69
VK (%)	8.23	4.05	6.24	4.33	4.52	4.24

\*Her bir satır ve sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında P=0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

### 3.5. NDF oranı

Yonca genotipleri arasında NDF oranları bakımından ilk yılda % 5 oranında istatistiki olarak farklılık belirlenirken ikinci yılda farklılık olmamıştır. Her iki yılın ortalama NDF oranlarında ise genotip arasında % 5, yıllar arasında % 1 önem seviyesinde farklılıklar belirlenmiştir (Çizelge 2). İki yılın ortalama NDF oranlarında 1, 3, 2, 7 ve 4 numaralı genotiplerin NDF oranları (sırasıyla, % 38.24, 38.48, 38.57, 39.22 ve 39.27) diğer genotiplerin NDF oranlarından daha düşük olarak tespit edilmiştir. Birinci yıl % 38.07 olan genotiplerin ortalama NDF oranları ikinci yıl % 41.01'e yükseldiği belirlenmiştir (Çizelge 5). NDF oranları KMT oranlarıyla doğrudan ilişkilidir. Lifler, otun içerisinde en az sindirilebilen kısımları içermektedir. NDF oranının artması KMT oranını azaltmaktadır. NDF oranı ADF oranından daima yüksektir. Çünkü ADF içerisinde selüloz, lignin, silika, kutin ve pektin yer alırken, NDF içerisinde bunlara ilaveten hemiselüloz bulunmaktadır (Cash ve Bowman, 1993). Yoncada NDF oranını; Malushi ve ark. (2017) % 38.00, Sulc ve ark. (2017) % 26.7-30.5, Yüksel ve ark. (2016) % 42.08-46.81, Ahmad ve ark. (2016) % 34.91-44.59, Min (2016) % 34.9-45.5 olarak belirlemişlerdir. Araştırmamızda elde edilen ortalama NDF oranları bazı

ADF oranları SKM oranıyla doğrudan ilişkilidir. Lifler, otun içerisinde en az sindirilebilen kısımları içermektedir. ADF oranının artması SKM oranını azaltmaktadır. Yonca otunun lif içeriğine farklı hasat zamanlarının (Julier ve ark., 2000), olgunlaşma döneminin (Albrecht ve ark., 1987; Lamb ve ark., 2007) farklı lokasyonların (Julier ve Huyghe, 1997) ve yılların (Albrecht ve ark., 1987; Julier ve Huyghe, 1997) etkilerinin olduğu bildirilmektedir. Araştırma bulgularımız yukarıda verilen araştırma sonuçları ile uyum göstermektedir.

araştırmacıların bildirdikleri sonuçlardan yüksek, bazılarınınkinden ise düşük olmuştur. Araştırma bulgularımız yukarıda belirtilen araştırmacıların sonuçlarıyla genel olarak benzerlik göstermektedir. Bununla birlikte yoncada kullanılan çeşit ve ekolojik faktörler ile birlikte hasat zamanındaki değişimlerinde otun NDF oranının değişmesinde en etkili faktör olduğu da belirtilmektedir (Rimi ve ark., 2012).

### 3.6. Nispi yem değeri

İki yılın ortalama NYD incelendiğinde, 1, 3, 2 ve 7 numaralı genotiplerin NYD (sırasıyla, 162.72, 161.74, 160.36 ve 158.96) diğer genotiplerin NYD'den daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Birinci yıl 163.89 olan genotiplerin ortalama NYD ikinci yıl 146.76'ya düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 5). Kaliteli yonca otunda NYD 120-190 aralığındadır. NYD otun ADF ve NDF oranlarının birlikte değerlendirilmesi ile belirlenmektedir. Dolayısıyla, otun NYD'nin yüksek çıkması için ADF ve NDF oranlarının düşük olması gerekmektedir. Yonca otunun NYD 180'den büyük ise en üstün, 150-180 aralığında üstün, 125-150 iyi, 100-120 orta ve 100'den az ise düşük kaliteli sınıfa girdiği bildirilmektedir (Putman, 2010). Araştırmada, 8 ve 9 numaralı genotipler iyi grupta yer alırken diğer tüm genotipler üstün grupta yer almışlardır.

Çizelge 5. Ortalama NDF ve Nispi yem değeri oranları (%)

Table 5. Average NDF and Relative feed values (%)

Genotipler	NDF oranı (%)			NYD (%)		
	2016	2017	Ortalama	2016	2017	Ortalama
1. Eğirdir-2	36.53 c	39.94	38.24 d	172.21 a	153.22 a	162.72 a
2. Yalvaç-3	36.98 bc	40.17	38.58 d	169.20 ab	151.37 ab	160.36 ab
3. Bolvadin-1	37.16 bc	39.78	38.47 d	169.97 a	153.49 a	161.74 a
4. Senirkent-2	37.98 ac	40.55	39.27 bd	163.56 ac	148.04 ac	155.81 bc
5. Yeşilova-3	38.14 ac	41.73	39.94 ac	163.61 ac	143.42 ac	153.54 cd
6. Beyşehir-2	38.94 ab	41.12	40.03 ac	158.84 c	144.46 ac	151.98 cd
7. Çay-1	37.55 ac	40.89	39.22 cd	169.34 ab	148.23 ab	158.96 ab
8. Sultandağı-2	39.63 a	42.13	40.88 a	155.41 c	141.46 bc	148.48 d
9. Ş.Karaağaç-3	38.48 ac	42.56	40.52 ab	160.18 bc	138.33 c	149.27 d
10. Y.Badem-1	39.26 a	41.27	40.27 ac	156.57 c	144.09 ac	150.35 d
Ortalama	38.07 B	41.01 A	39.54	163.89 A	146.76 B	155.32
CV (%)	3.34	3.61	3.65	3.56	4.21	4.27

\*Her bir satır ve sütunda aynı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında P=0.05 düzeyinde farklılık yoktur.

### 3.7. Genel kombinasyon yeteneği

Bitki ıslah programlarında ticari üretim için iyileştirilmiş melezlerin geliştirilmesi en başta gelen amaçlardandır. Genel ve özel uyum yetenekleri, melez kombinasyonlarında saf hatların potansiyel değerini belirten en önemli göstergedir. Özel uyum yeteneği genlerin eklemeli olmayan etkilerine, genel uyum yeteneği ise eklemeli gen etkilerine dayanmaktadır (Turgut ve Duman, 2004). Kombinasyon yeteneği F1 melezinin performansından melezlerin ortalama performansı çıkarılarak bulunmaktadır (Hallauer ve Miranda 1988).

Toplam kuru ot verimine ait kombinasyon yeteneği değerleri bakımından genotipler arasında istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli farklar saptanırken, ham protein oranı ve nispi yem değerlerinde ise farklılık

bulunmamıştır (Çizelge 6). Toplam kuru ot verimi bakımından 2 ve 3 numaralı genotiplerin kombinasyon yeteneği istatistiki olarak önemli bulunmuştur. 1, 5 ve 6 numaralı genotipler ise genel ortalamamadan yüksek kuru ot verimine sahip olmalarına karşın genel kombinasyon yetenekleri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Diğer tüm genotiplerin genel kombinasyon yetenekleri ise negatif yönde olmuştur. Ham protein oranı bakımından tüm genotiplerin kombinasyon yetenekleri istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Buna karşın, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 numaralı genotiplerin genel kombinasyon yetenekleri pozitif yönde olmuştur. Nispi yem değeri bakımından 1, 2, 3 ve 7 numaralı genotiplerin kombinasyon yeteneği istatistiki olarak önemli bulunurken, 4 numaralı genotipin kombinasyon yeteneği pozitif ve istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur.

Çizelge 6. Toplam kuru ot verimi, ortalama ham protein oranı ve ortalama nispi yem değerlerine ilişkin genel kombinasyon yeteneği değerleri

Table 6. General combination ability values for total hay yield, average crude protein ratio and average relative feed values

Genotipler	Kuru ot verimi (kg da <sup>-1</sup> )	Ham protein oranı (%)	Nispi yem değeri
1. Eğirdir-2	33.51	0.55	7.40**
2. Yalvaç-3	281.98**	0.009	5.03*
3. Bolvadin-1	89.70*	0.65	6.42**
4. Senirkent-2	-75.84*	0.36	0.49
5. Yeşilova-3	42.01	0.14	-1.78
6. Beyşehir-2	45.69	0.02	-3.34
7. Çay-1	-83.18*	-0.12	3.64*
8. Sultandağı-2	-124.79**	-0.78	-6.84**
9. Ş.Karaağaç-3	-92.03*	-0.37	-6.04**
10. Y.Badem-1	-117.05**	-0.47	-4.97*
F	11.04**	0.91	7.01
SD	63	63	63
SH	35.99	0.46	1.92

\*0.05, \*\* 0.01 düzeyinde önemli; SD: Serbestlik derecesi SH: Standart hata

Diğer genotiplerin nispi yem değeri bakımından genel kombinasyon yetenekleri negatif olarak tespit edilmiştir. Yonca ıslahında, sentetik varyete kombinasyonlarında kullanılacak genotiplerin potansiyel değerlerini göstermeleri bakımından genel kombinasyon yeteneklerinin belirlenmesinin çok önemli olduğu bildirilmektedir (Milic ve ark., 2011). Araştırmada, yonca genotiplerinin genel kombinasyon yeteneklerini belirlemek için yapılan test sonucunda; toplam kuru ot verimi bakımından 1, 2, 3, 5 ve 6 numaralı genotipler, yüksek ham protein oranı bakımından 4 numaralı genotip ve yüksek nispi yem değeri bakımından da 7 numaralı genotipin Sentetik-0'ı oluşturmak amacıyla seçilmesi uygun bulunmuştur.

#### 4. Sonuç

Döl kontrolü amacıyla seçilen Eğirdir-2, Yalvaç-3, Bolvadin-1, Senirkent-2, Yeşilova-3, Beyşehir-2, Çay-1, Sultandağı-2, Şarkikaraağaç-3 ve Yenişarbademli-1 yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin ot verimi ile bazı tarımsal karakterleri incelenerek elde edilen sonuçlara göre; Yonca genotiplerinde iki yıllık ortalama değerlere göre en yüksek yeşil ot ve kuru ot verimi dekara 10319 kg ve 2603.13 kg ile 2 numaralı genotipte belirlenmiştir. 5, 3, 6 ve 1 numaralı genotipler 9536-9213 kg da-1 yeşil ot ve 2410.85- 2354.66 kg da-1 kuru ot verimi ile ikinci grupta, 7, 9, 4, 10 ve 8 numaralı genotipler ise 8966-8771 kg da-1 yeşil ot ve 2237.97-2196.37 kg da-1 kuru ot verimi ile üçüncü grupta yer almışlardır. Yonca genotipleri arasında 3, 7, 1 ve 2 numaralı genotiplerin ADF oranları (sırasıyla, % 28.42, 28.45, 28.50 ve 29.05) ve NDF oranları (sırasıyla, %38.48, 39.22, 38.24 ve 38.57) diğer genotiplerden daha düşük bulunmuştur. Yonca genotiplerinin ortalama NYD ise 1, 3, 2 ve 7 numaralı genotiplerin NYD (sırasıyla, 162.72, 161.74, 160.36 ve 158.96) diğer genotiplerin NYD'nden daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Yonca genotiplerinin genel kombinasyon yeteneklerini belirlemek amacıyla yapılan test sonuçlarının da birlikte değerlendirilmesi sonucunda; toplam kuru ot verimi bakımından 1 (Eğirdir-2), 2 (Yalvaç-3), 3 (Bolvadin-1), 5 (Yeşilova-3) ve 6 (Beyşehir-2) numaralı genotipler, yüksek ham protein oranı bakımından 4 (Senirkent-2) numaralı genotip ve yüksek nispi yem değeri bakımından da 7 (Çay-1) numaralı genotipin Sentetik-0'ı oluşturmak amacıyla seçilmesi uygun bulunmuştur.

#### Teşekkür

Bu araştırma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TUBİTAK-TOVAG) tarafından 214O066 proje numarası ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, VIPAS Yayın No: 58. 584s. Bursa.
- Ahmad, J., Iqbal, A., Ayub, M., Akhtar, J., 2016. Forage yield potential and quality attributes of alfalfa (*Medicago sativa* L.) under various agromanagement techniques. The Journal of Animal & Plant Sciences, 26(2): 465-474.
- Albayrak, S., Türk, M., Sevimay, C.S., Öten, M., 2018. Türkiye'nin İç ve Sahil Bölgelerine Uygun Yerli Yonca Islahı. TUBİTAK Proje No: 214O066 Sonuç raporu.
- Albayrak, S., Türk, M., Sevimay, C.S., Kazaz, S., Tonguç, M., 2014. Göller yöresinde adi yonca (*Medicago sativa* L.) populasyonlarının toplanması ve karakterizasyon çalışmaları TUBİTAK Proje No: 110O257 Sonuç raporu.
- Albayrak, S., Türk, M., 2013. Changes in the forage yield and quality of legume-grass mixtures throughout the vegetation period. Turk J. Agriculture and Forestry. 17(2): 139-147.
- Albrecht, K.A., Wedin, W.F., Buxton, D.R., 1987. Cell-wall composition and digestibility of alfalfa stems and leaves. Crop Sci. 27: 735-741.
- Anonim, 2017. www. ankom.com. (Erişim tarihi: 15.01.2018)
- Avcıoğlu, R., Yıldırım, M.B., Budak, N., 1989. Ege Bölgesine uygun yonca hatlarının geliştirilmesi ve adaptasyonu. E.Ü. Ar. Fonu, 1987-154, İzmir.
- Cash, D., Bowman, H.F., 1993. Alfalfa hay quality testing, Montguide, Agriculture, MT-9302.
- Çınar, S., Hatiboğlu, R., Gündel, F.D., Aktaş, A., Kılıçalp, N., 2014. Akdeniz iklim kuşağında bazı çok yıllık sıcak mevsim buğdaygil yem bitkilerinin yonca ile karışımlarının performanslarının belirlenmesi, TUBİTAK Proje No: 110O695 Sonuç raporu.
- Çöçü, S., Sancak, C., 2007. Bazı yonca çeşitlerinin (*Medicago sativa* L.) Ankara koşullarında ot verimlerinin belirlenmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi, 25-27 Haziran 2007, Erzurum.
- Demiroğlu, G., Geren, H., Avcıoğlu, R., 2008. Farklı yonca (*Medicago sativa* L.) genotiplerinin Ege bölgesi koşullarına adaptasyonu. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 45(1): 1-10.
- Gökçalp, S., Yazıcı, L., Çankata, N., İspirli, K., 2017. Bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin Tokat-Kazova ekolojik koşullarında ot verimi ve kalite performanslarının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 34(3): 114-127.
- Hallauer, A.R., Miranda, J.B., 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Second edition. Iowa State Univ. Press, Ames, IA.
- Julier, B., Huyghe, C., Ecalle, C., 2000. Within- and among- cultivar genetic variation in alfalfa forage

- quality, morphology and yield. *Crop Sci.* 40: 365-369.
- Julier, B., Huyghe C., 1997. Effect of growth and cultivar on alfalfa digestibility on a multi-site trial. *Agronomie* 17: 481-489.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel yayınları. No: 1241, Ankara, 892 s.
- Karayılanlı, E., Ayhan, V., 2016. Investigation of feed value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) harvested at different maturity stages. *Legume Research.* 39(2): 237-247.
- Katiç, S., Miliç, D., Karagiç, D., Vasiljeviç, S., Glamociç, D., Jajiç, I., 2009. Variation of protein, cellulose and mineral content of lucerne as influenced by cultivar and cut. *Biotechnology in Animal Husbandry.* 25(5-6): 1189-1188.
- Lamb, J.F.S., Jung, H.J.G., Sheaffer, C.C., Samac, D.A., 2007. Alfalfa leaf protein and stem carbohydrate and lignin content under hay and biomass management systems. *Crop Sci.* 47: 1407-1415.
- Malushi, N., Papa, L., Maia, M., Oliveira, H., 2017. Determination of chemical content and dry matter digestibility of some under-utilized feeds in ruminants feeding through two in vitro methods. *Scientific Papers. Series D. Animal Science.* Vol. LX: 91-96.
- Miliç, D., Mihailoviç., V. Karagiç., D. Vasiljeviç., S. Mikiç., A. Katiç. S. 2011. Efficacy of progeny tests in alfalfa (*Medicago sativa* L.) breeding for yield and quality. *Field Veg. Crop Res.* 48: 327-332.
- Min, D., 2016. Effects of cutting interval between harvests on dry matter yield and nutritive value in alfalfa. *American Journal of Plant Sciences.* 7: 1226-1231.
- Mohammed, A.S., 2008. Farklı lokasyonlarda bazı yonca çeşitlerinin yem verimleri ve bitkisel özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Putman, D., 2010. Changing forage quality testing for alfalfa hay markets, California Alfalfa & Forage Symposium, Visalia, CA, Nov. 30-Dec 2, 2010, USA.
- Popovic, S., Stjepanovic, M., Grljusic, S., Cupic, T., Tucak, M., 2001. Protein and fiber contents in alfalfa leaves and stems. *Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Mediterraneennes.*
- Radoviç, J., Sokoloviç, D., Markoviç, J., 2009. Alfalfa-most important perennial forage legume in animal husbandry. *Biotechnology in Animal Husbandry.* 25: 465-475.
- Poehlman, J.M., Sleper, D.A., 1995. *Breeding Field Crops.* 4th edn. Iowa State Univ. Press, Ames.
- Riday, H., Brummer, E.C., 2002. Forage yield heterosis in alfalfa. *Crop Sci.* 42: 716-223.
- Rimi, F., Macolino, S., Leinauer, B., Lauriault, L.M., Ziliotto, U., 2012. Fall dormancy and harvest stage effects on alfalfa nutritive value in a subtropical climate. *Agron. J.* 104: 415-422.
- SAS Institute. 1998. *INC SAS/STAT users' guide release 7.0*, Cary, NC, USA.
- Shewmaker, G.E., Chahine, M., Wilson, R., 2009. Parameters for good quality alfalfa hay. Idaho Alfalfa Forage and Forage Conference, 3-4 February, 6-10. USA.
- Shroyer, J., Fjell, D., Mikesell, M., 1984. Timely cutting of alfalfa. Kansas State Universty Cooperative Extension Service.
- Strbanoviç, R., Stanislavljevica, R., Dukanovica, L., Postica, D., Markovitch, J., Gavrilovica, V., Dolovaca, N., 2017. Variability and correlation of yield and forage quality in alfalfa varieties of different origin. *Tarım Bilimleri Dergisi.* 23: 128-137.
- Sulc, R.M., Parker, A., Albrecht, K., Cassida, K., Hall, M., Min, D., Orloff, S., Xu, X., Undersander, D., 2017. Agronomic and nutritional attributes of reduced lignin alfalfa, Tri-State Nutrition Conference. April 17-19; 79-87.
- Şengül, S., Tahtacıoğlu, L., Mermer, A., 1992. Doğu Anadolu Bölgesi şartlarına adapte olabilecek yüksek verimli yonca çeşit ve hatlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. Doğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 15, Erzurum.
- Töngel, M.Ö., Ayan, İ., 2010. Nutritional content and yield performances of lucerne (*Medicago sativa* L.) cultivars in Southern Black Sea Shores, *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 9: 2067-2073.
- Tucak, M., Popovic, S., Bolaric, S., Kozumplik, V., 2008. Agronomic evaluation of alfalfa genotypes under ecological conditions of Eastern Croatia. VII. Alps-Adria Scientific Workshop, Cereal Research Communications, suppl., vol. 36, 651- 654. Stara Lesna, Slovakia.
- Turgut, İ., Duman, A., 2004. Mısırdada (*Zea mays* indentata Sturt.) kombinasyon yeteneği ve melez gücü üzerine araştırmalar. *Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg.* 18(1): 129-143.
- Yılmaz, M., Albayrak, S., 2016. Isparta ekolojik koşullarında bazı yonca (*Medicago sativa* L.) çeşitlerinin ot verim ve kalitelerinin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi.* 25(1): 42-47.
- Yüksel, O., Albayrak, S., Türk, M., Sevimay, C.S., 2016. Dry matter yields and some quality features of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars under two different locations of Turkey. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.* 20(2): 155-160.

Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.747347

Yapraktan uygulanan farklı organik gübrelerin *Mentha x piperita* L. ve *Mentha spicata* L. türlerinin tarımsal ve kalite özelliklerine etkisi

Mustafa Can<sup>a\*</sup>, Duran Katar<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye

<sup>b</sup>Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Eskişehir, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: mustafican@gmail.com

Geliş/Received 03/06/2020

Kabul/Accepted 16/07/2020

ÖZET

Çalışmada Lifebac-Np (3.00 L da<sup>-1</sup>), Bactoguard (3.00 L da<sup>-1</sup>) ve Humica Power (0.25 L da<sup>-1</sup>) isimli 3 organik gübre kullanılmıştır. 2018 ve 2019 vejetasyon dönemindeki biçimler birleştirilerek ortalama bitki boyu ve uçucu yağ oranı, toplam taze ve kuru herba, kuru yaprak ve uçucu yağ verimleri ile uçucu yağın bileşenleri incelenmiştir. Araştırmada iki yılın ortalamasına göre *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata*'da toplam kuru yaprak verimi sırasıyla 230.01-361.35 kg da<sup>-1</sup> ve 266.56-333.86 kg da<sup>-1</sup> arasında, toplam uçucu yağ verimi ise sırasıyla 5.18-8.28 L da<sup>-1</sup> ve 4.77-6.45 L da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Uçucu yağ oranları *Mentha x piperita*'da % 2.19-2.24 ve *Mentha spicata*'da ise % 1.79-1.94 arasında belirlenmiştir. *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata*'da bitki boyu, toplam taze ve kuru herba verimi, kuru yaprak verimi ve uçucu yağ verimi organik gübre uygulamaları ile önemli derecede artmıştır. Uçucu yağın ana bileşenleri *Mentha x piperita*'da menthol ve menthon, *Mentha spicata*'da ise carvone ve limonene olarak tespit edilmiştir. En yüksek menthol oranı (% 44.86) ile en yüksek carvone oranı (% 58.69) Humica Power uygulamasından elde edilmiştir. Her iki nane türünde en yüksek kuru yaprak ve uçucu yağ verimleri Lifebac-Np uygulamasından alınmıştır. Ancak uygulanan organik gübreler arasında toplam kuru yaprak ve uçucu yağ verimi bakımından *Mentha x piperita*'da istatistiksel olarak önemli farklılık görülürken, *Mentha spicata*'da önemli farklılık görülmemiştir.

Anahtar Sözcükler:  
*Mentha x piperita* L.  
*Mentha spicata* L.  
Organik gübre  
Yapraktan uygulama  
Verim  
Uçucu yağ bileşimi

Effect of different organic fertilizer applied from foliar on agricultural and quality characteristics of *Mentha x piperita* L. and *Mentha spicata* L. species

ABSTRACT

In the study, 3 organic fertilizers called Lifebac-Np (3.00 L da<sup>-1</sup>), Bactoguard (3.00 L da<sup>-1</sup>) and Humica Power (0.25 L da<sup>-1</sup>) were used. Harvests in the vegetation period of 2018 - 2019 were combined and the average plant height and essential oil content, total fresh and dry herbage, dry leaf and essential oil yields and the composition of the essential oil were examined. According to the average of two years in the research, the total dry leaf yield ranged from 230.01-361.35 kg da<sup>-1</sup> and 266.56-333.86 kg da<sup>-1</sup> in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata* respectively. Also, the total essential oil yield ranged from 5.18-8.28 L da<sup>-1</sup> ve 4.77-6.45 L da<sup>-1</sup> in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata* respectively. Essential oil contents were determined between 2.19-2.24% in *Mentha x piperita* and 1.79-1.94% in *Mentha spicata*. Plant height, total fresh and dry herb yield, dry leaf yield and essential oil yield increased significantly with organic fertilizer applications in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata*. The main components of the essential oil were identified as menthol and menthon in *Mentha x piperita* and carvone and limonene in *Mentha spicata*. The highest values menthol (44.86%) and carvone (58.69%) were obtained from Humica Power application. As a result, the highest dry leaf and essential oil yields in both mint species were obtained from Lifebac-Np application. However, while there was a statistically significant difference in *Mentha x piperita* among the organic fertilizers applied in terms of total dry leaf and essential oil yield, there was no significant difference in *Mentha spicata*.

Keywords:  
*Mentha x piperita* L.  
*Mentha spicata* L.  
Organic fertilizer  
Applied from foliar  
Yield  
Essential oil  
composition



## 1. Giriş

Çok yıllık, otsu ve sürüncü gövdelere sahip olan *Mentha* spp. türleri genel bir isim olarak nane ismiyle tanımlanırlar. Lamiaceae familyasında yer alan nane bitkisi aynı zamanda değerli bir baharat ve uçucu yağ bitkisidir. Anavatanı Orta Avrupa ve Asya olmakla birlikte, hemen hemen dünyanın her bölgesinde yayılış gösteren geniş bir tür zenginliğine sahiptir (Baytop, 1992). Türkiye'de nanenin yedi türüne (*Mentha pulegium*, *Mentha arvensis*, *Mentha aquatica*, *Mentha x piperita*, *Mentha longifolia*, *Mentha suaveolens*, *Mentha spicata*) ait 12 takson yayılış göstermektedir (Davis, 1982). Dünya'da kültürü yapılan en önemli 3 nane türü *Mentha x piperita*, *Mentha spicata* ve *Mentha arvensis*'tir. Uçucu yağları menthol ihtiva etmesinden dolayı *Mentha arvensis* ve *Mentha x piperita* Hindistan, Çin ve ABD gibi ülkelerde yaygın olarak üretilmektedir (Telci ve Şahbaz, 2005a).

Türkiye'de daha çok baharat olarak kullanılan ve uçucu yağı karvon bakımından zengin (% 40-80) tür olan *Mentha spicata* türünün kültürü yapılmaktadır. *Mentha x piperita*'nın kuru yapraklarında % 1.5-3.5 oranında uçucu yağ bulunmakta, uçucu yağın ana bileşenlerini ise % 45-70 oranında menthol ve % 8-24 oranında menthon oluşturmaktadır. Nane, baharat olarak çorbalara, salatalara, kızartmalara ve sıcak yemeklere iştah açmak ve lezzet vermek için katılmakta, eczacılıkta ise antiseptik, anestezi, serinletici, ferahlatıcı, yatıştırıcı, gaz söktürücü, bulantı kesici ve ishal önleyici ilaçların yapımında kullanılmaktadır (Baydar, 2016).

Türkiye'de 2018 yılı verilerine göre 14.511 ton nane üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2019). Bu miktar çoğunlukla baharat olarak tüketilmektedir. Türkiye'de nane uçucu yağı ihtiyacı dış alımla karşılanmaktadır. Zira, *Mentha x piperita* ve diğer nane türlerinden elde edilen uçucu yağ toplamı (terpeni alınmış ve terpeni alınmamış dahil) dikkate alındığında, Türkiye'de 2018 yılında 122.8 ton (4.3 milyon dolar) nane uçucu yağı ithalatının ve 245.7 ton (6.9 milyon dolar) menthol ithalatının yapıldığı görülmektedir (Anonim, 2019).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin verim ve kalitesi üzerine gübrelemenin önemli derecede etkisi olduğu yapılan birçok araştırmada bildirilmiştir (Nurzynska-Wierdak, 2013; Özyiğit ve ark., 2016; Can, 2020). Bununla birlikte, kimyasal gübrelerin uzun süreli kullanımı, toprak organik maddesinin tükenmesine, toprak yapısının bozulmasına ve çevre kirliliği sorunlarına (Rao, 2001) ve bitki-mikroorganizma arasındaki doğal dengeyi ve toprak yapısını da olumsuz yönde etkileyerek biyolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır (Vessey, 2003). Ayrıca bitkilerde yüksek miktarlarda kullanılan azot, yanlış teknik uygulamalarla

bir araya geldiğinde yıkanarak yüzey sularına veya yeraltı su kaynaklarına karışmakta (Nektarios et al., 2014) ve nitrat birikimine sebep olabilmektedir.

Dünya'da organik üretimi yapılan bitkilere ve droglara olan ilgi ve talep her geçen gün artmaktadır. Bu yüzden özellikle nane gibi doğrudan yapırağı tüketilen bitkilerde kimyasal gübrelerin yanı sıra organik gübrelerin de etkinliğinin araştırılması büyük önem arz etmektedir. Zira organik gübreler, kimyasal gübreye aşırı bağımlılığı azaltabilecek besinleri sağlama özelliğine sahip çevre dostu girdilerdir (Bajeli et al., 2016). Türkiye'de organik, organomineral ve mikrobiyal gübrelerin kullanımı gerek temin edilebilirliğinin artması gerekse uygulanabilirliğinin kolay olması nedeniyle yaygınlaşmaya başlamıştır. Ancak söz konusu materyallerin etkinlik düzeyleri ve yeterlilik durumları ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır.

Bu çalışmada; yaprakтан uygulanan farklı organik gübrelerin *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerinin tarımsal ve kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, yaprakтан uygulanan organik gübrelerin *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerinin tarımsal ve kalite özelliklerine etkisinin belirlenmesi amacıyla, 2017-2019 yıllarında Uşak ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü 2017-2019 yılları ile uzun yıllara ait iklim değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Uşak ilinde uzun yıllar (1986-2016) yıllık yağış miktarı ortalaması 510.6 mm'dir. 2017, 2018 ve 2019 yıllarına ait toplam yağış miktarları sırasıyla 555.2 mm, 725.0 mm ve 414.3 mm olmuştur. 2018 yılı ortalama sıcaklık değeri 14.1 °C iken, 2019 yılında 13.6 °C'ye düşmüştür. 2018 ve 2019 yıllarında ortalama nispi nemin sırasıyla % 61.1 ve % 59.3 olarak gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 1). Çalışmanın yürütüldüğü deneme alanı topraklarının killi-tınlı bünyeye sahip, hafif alkalın karakterde, tuzsuz, orta kireçli, organik madde miktarı açısından yetersiz ve toplam azotça fakir, yarayıllı fosfor içeriği az ve potasyum içeriği yeterli bulunmuştur (Çizelge 2).

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme tarlasında yer alan *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerine ait plantasyondan 8-10 cm uzunlukta çelikler alınmış ve Uşak ilindeki açık alanda 1:1 oranında tarla toprağı+ince dere kumu ile hazırlanan köklendirme ortamında, kasalar içerisinde köklendirilmiştir. Plantasyondan 24.05.2017 tarihinde alınan çelikler, köklendirme ortamına 25.05.2017 tarihinde dikilmiş ve yaklaşık 1.5 ay sonra tarlaya şaşırtılacak duruma gelmiştir. Bu şekilde köklenen

Çizelge 1. Deneme alanının 2017-2019 ve uzun yıllar sıcaklık, yağış ve nisbi nem değerleri

Table 1. Temperature, precipitation and relative humidity values of the experiment area for 2016-2017 and many years

Aylar	Toplam Yağış (mm)				Ortalama Sıcaklık (°C)			Ortalama Nispi Nem (%)		
	1986-2016	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Ocak	58.4	84.3	71.8	87.9	-0.1	3.6	1.6	73.8	73.2	80.9
Şubat	58.5	11.1	63.8	17.3	4.3	6.7	5.4	65.0	73.9	65.6
Mart	51.1	37.1	76.8	20.8	8.3	9.3	7.8	59.7	67.6	58.4
Nisan	57.7	62.9	6.4	40.1	11.1	15.4	10.5	56.4	47.5	60.4
Mayıs	43.1	100.2	102.4	36.9	15.1	17.2	16.7	61.9	61.5	55.5
Haziran	24.1	42.3	54.6	37.3	20.1	20.2	20.9	58.7	59.4	58.6
Temmuz	15.5	1.2	58.2	8.9	25.1	23.7	22.8	41.4	49.3	47.0
Ağustos	9.5	25.6	37.8	0.4	24.0	24.3	24.4	48.2	48.0	42.8
Eylül	17.2	31.2	0.1	22.1	21.6	20.4	19.4	39.1	46.8	52.2
Ekim	44.9	63.3	74.1	6.4	12.9	14.8	16.6	58.3	59.1	55.3
Kasım	56.3	43.2	68.7	47.9	7.6	9.5	11.6	67.6	67.7	63.1
Aralık	74.3	52.8	110.3	88.3	5.6	3.6	5.5	75.8	79.1	71.3
Toplam	510.6	555.2	725.0	414.3	-	-	-	-	-	-
Ortalama	-	-	-	-	13.0	14.1	13.6	58.8	61.1	59.3

Kaynak: Uşak Meteoroloji Müdürlüğü, 2020

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 2. Physical and chemical properties of experiment area soil

Kil (%)	Tekstür (Killi-Tınlı)			Kireç (%)	Tuz (mikros/cm)	Toplam N. (%)	Yarayışlı Fosfor (ppm)	Yarayışlı Potasyum (ppm)	pH	Organik Madde (%)
	Silt (%)	Kum (%)	İşba (ml)							
38	35	27	53	9.9	615	0.004	2.46	340	7.81	0.08

Toprak analizi Uşak İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Toprak Analiz Laboratuvarında yapılmıştır.

fideler, Uşak İli Hocalar Köyünde bulunan çiftçi tarlasına (38°35'36.89" kuzey enlemi ve 29°26'53.77" doğu boyları) 24.07.2017 tarihinde, sıra arası 45 cm ve sıra üzeri 30 cm, her parselde 4 sıra ve her sırada 12 bitki olacak şekilde dikilmiştir. Denemede parsel boyutları 3.6 m x 1.8 m = 6.5 m<sup>2</sup> olarak alınmıştır. Deneme, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre 3 tekrarlamalı kurulmuştur. Denemede ticari olarak satılan Lifebac-Np (3.00 L da<sup>-1</sup>), Bactoguard (3.00 L da<sup>-1</sup>) ve Humıca Power (0.25 L da<sup>-1</sup>) isimli 3 organik gübre kullanılmıştır. Organik gübrelere ait özellikler Çizelge 3'de verilmiştir. Denemede kullanılan organik gübreler kullanma talimatına uygun olarak iki defada (birincisi ilkbaharda bitkiler 10-15 cm olduğunda, ikincisi ise birinci uygulamadan 20 gün sonra) yapraktan pülverize etmek suretiyle verilmiştir. Birinci biçim sonrası da organik gübreler aynı şekilde yapraktan iki defa daha (birincisi bitkiler 10-15 cm olduğunda, ikincisi ise birinci uygulamadan 20 gün sonra) uygulanmıştır. Deneme alanı damla sulama

yöntemi ile 7-10 gün aralıklarda sulanmış, yabancı ot mücadelesi ise elle yapılmıştır. Araştırmada her parselin ilk ve son sıraları ile sıraların her iki ucundan 0.3 m kenar tesiri değerlendirme dışı bırakılmıştır. Hasat nane türlerinin çiçeklenme başlangıcında, toprak seviyesinden 5-10 cm yükseklikten biçilmesi suretiyle yapılmıştır. 2017 yılı plantasyonun kuruluş yılı olup, kuruluş yılında *Mentha spicata* ve *Mentha x piperita* türlerinde bitki gelişimi normal hasat yapılacak düzeye ulaşamadığından hasat yapılamamıştır. 2018 ve 2019 yıllarında ise çalışmada ikişer biçim alınmış, çalışmada yer alan nane türlerine göre biçim zamanları değişiklik göstermiştir. 2018 yılında *Mentha spicata* ve *Mentha x piperita* türlerinde birinci biçimler sırasıyla 28.06.2018 ve 10.07.2018 tarihinde, ikinci biçimler sırasıyla 08.09.2018 ve 14.09.2018 tarihinde yapılmıştır. 2019 yılında ise *Mentha spicata* ve *Mentha x piperita* türlerinde birinci biçimler sırasıyla 04.07.2019 ve 15.07.2019 tarihinde, ikinci biçimler sırasıyla 14.09.2019 ve 21.09.2019 tarihinde tamamlanmıştır. Bu

makalede 2018 ve 2019 yılı vejetasyon dönemi boyunca yapılan ikiyeşer biçimler birleştirilerek toplam verimler verilmiştir.  
Çizelge 3. Denemede kullanılan organik gübreler  
Table 3. Organic fertilizer used in the experiment

Organik gübre	Özellikler	Uygulama Şekli
Lifebac-Np	Doğal bir Bacillus subtilis ve Bacillus megaterium izolatu içeren sıvı bir mikrobiyal gübredir.	Bir dekar alan için 3000 ml ürün 100 lt suyla karıştırılır ve yapraktan uygulanır.
Bactoguard	Bünyesinde doğal formda organik asit, aminoasit, antioksidan enzimler ve hormon içeriği bulunan, bitki menşeli sıvı bir organik gübredir.	Bir dekar alan için 2000-3000 ml ürün 100 lt suyla karıştırılır ve yapraktan uygulanır.
Humıca Power	Organik maddeyle birlikte koyu renkli humik/fulvik asit içeren sıvı bir organomineral gübredir.	Bir dekar alan için 200-250 ml ürün 100 lt suyla karıştırılır ve yapraktan uygulanır.

Hasat edilen yaş bitkiler 35 °C sıcaklıkta 48 saat süre ile etüvde kurutulmuştur. Her bir uygulama için kurutulmuş yapraklardan 3 tekerrürlü olarak alınan örneklerde uçucu yağ oranları Clevenger cihazı kullanılarak su distilasyonu yöntemiyle belirlenmiştir. Uçucu yağların distilasyonu için ayıklanmış ve kurutulmuş 100 g yaprak örnekleri 2000 ml'lik balonlara yerleştirildikten sonra 1000 ml saf su eklenerek 3 saat boyunca distilasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Distilasyon işlemi tamamlandıktan sonra clevenger aparatının dereceli kısmından yağ miktarı okunarak % olarak belirlenmiştir. Uçucu yağlar bileşen analizine kadar 3-4 °C'de buzdolabında saklanmıştır.

Uçucu yağ bileşimi GC-MS (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi) ile belirlenmiştir. Örnekler ilk önce 1:100 oranında hekzan ile seyreltilmiştir. Uçucu yağ örneklerinin bileşen analizi GC/GC-MS (Gaz kromatografisi (Agilent 7890A)-kütle detektör (Agilent 5975C)) cihazı ve kapiler kolon (HP InnowaxCapillary; 60.0 m x 0.25 mm x 0.25 µm) kullanılarak yapılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak analizde 0,8 ml/dk akış hızında helyum kullanılarak, numuneler 1 µl olarak 40:1 split oranı ile cihaza enjekte edilmiştir. Enjektör sıcaklığı 250 °C'ye ayarlanmıştır. Çalışma programı 60 °C (10 dakika), 60 °C'den 250 °C'ye 20 °C/dakika ve 250 °C (10,5 dakika) olacak şekilde planlanmıştır. Bu sıcaklık programı koşullarında 30 dakika toplam analiz süresi olmuştur. Kütle detektörü için tarama aralığı (m/z) 35-450 atomik kütle ünitesi ve elektron bombardımanı iyonizasyonu 70 eV kullanılmış, uçucu yağ bileşenleri teşhisinde WILEY ve OIL ADAMS kütüphane verileri esas alınmıştır. FID dedektör kullanılarak sonuçların bileşen yüzdeleri, MS dedektör kullanılarak bileşenlerin teşhisi yapılmıştır.

Çalışmada yıl içindeki biçimler birleştirilerek elde edilen değerler, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre analiz edilmiştir (Telci et al., 2010). Verilerin analizi SPSS istatistiksel yazılım

programında yapılmış, önemli bulunan farklılıklar TUKEY karşılaştırma testi ile gruplandırılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

*Mentha spicata* ve *Mentha x piperita* türlerine uygulanan organik gübreler uçucu yağ oranı hariç incelenen diğer tüm özellikler üzerinde istatistiksel olarak önemli farklılığa sebep olmuştur. *Mentha spicata* türünde yılların etkisi incelenen tüm özellikler, *Mentha x piperita* türünde uçucu yağ oranı hariç diğer incelenen özellikler üzerine istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yıl x organik gübre interaksyonu *Mentha spicata* türünde bitki boyu hariç incelenen özellikler üzerine, *Mentha x piperita* türünde sadece uçucu yağ verimi üzerinde istatistiksel olarak önemli olmuştur (Çizelge 4, 5, 6, 7, 8 ve 9).

*Mentha spicata*'da bitki boyu değerleri 2018 ve 2019 yıllarında sırasıyla 51.84 cm ve 34.97 cm olarak belirlenirken, *Mentha x piperita*'da sırasıyla 37.42 cm ve 21.83 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 4). Bu durum ilkbaharda bitkilerin aktif büyümeye başladığı ilk aylar olan Nisan-Mayıs aylarında sıcaklık değerlerinin 2018 yılında 2019 yılına göre daha fazla olmasından ve her iki türün buna olumlu tepki vermesinden kaynaklanmıştır (Tuğay ve ark., 2000). Bitki boyunu etkileyen en önemli faktörün kullanılan bitkisel materyalin genetik yapısı olduğu ancak çevresel faktörlerin de bitki boyunu etkilediği bildirilmiştir (Baloch et al., 2010). Farklı organik gübre uygulamasının iki yıllık ortalama değerleri incelendiğinde, *Mentha spicata* ve *Mentha x piperita* türünde en yüksek bitki boyu sırasıyla 47.25 cm ve 31.55 cm olarak Lifebac-Np uygulamasında ölçülmüştür. Her iki nane türünde kontrol uygulamasına göre organik gübre uygulamalarında bitki boyu önemli derecede artış göstermiştir. *Mentha spicata* türüne uygulanan Lifebac-Np uygulamasında bitki boyu önemli derecede artış göstermiş, *Mentha x piperita* türünde ise tüm organik gübre uygulamaları istatistiksel

olarak aynı grupta yer almıştır (Çizelge 4). Benzer olarak organik gübre uygulaması ile nane türlerinde

bitki boyunun arttığı rapor edilmiştir (Mahboobeh et al.,

Çizelge 4. Farklı organik gübre uygulamalarının *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerinin bitki boyu üzerine etkisine ait ortalama değerler (cm) ve varyans analiz sonuçları

Table 4. The results of variance analysis and mean values (cm) of the effect of different organic fertilizer applications on the plant height in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata* species

Organik gübre	<i>Mentha spicata</i>			<i>Mentha x piperita</i>		
	2018	2019	Ortalama	2018	2019	Ortalama
Kontrol	46.23	31.18	38.71 c	33.27	18.62	25.95 b
Lifebac-Np	56.20	38.30	47.25 a	39.62	23.47	31.55 a
Bactoguard	52.72	35.00	43.86 b	39.20	22.60	30.90 a
Humica Power	52.20	35.38	43.79 b	37.58	22.62	30.10 a
Ortalama	51.84 A	34.97 B	43.40	37.42 A	21.83 B	29.62
F değeri (yıl)		119.542**			168.793**	
F değeri (organik gübre)		38.213**			41.529**	
F değeri (yıl x o. gübre)		1.308ns			1.147ns	
CV (%)		21.68			28.32	

\*:  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemli, \*\*:  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli, ns: önemli değil

2014; Sheykhosslami et al., 2015; Keshavarz ve Modarres Sanavy, 2018).

Toplam taze herba verimi *Mentha spicata* türünde 2018 yılında 2269.40 kg da<sup>-1</sup>, 2019 yılında 1683.80 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. *Mentha x piperita* türünde ise 2018 yılında 2051.40 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenirken, 2019 yılında 1252.20 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir (Çizelge 5). İki yıl arasındaki verim farklılığı yıllar arasındaki sıcaklık gibi iklim faktörlerinin değişmesinden ileri gelmektedir (Tuğay ve ark., 2000; Telci ve Şahbaz, 2005b). Nitekim ilkbaharda bitkilerin aktif büyümeye başladığı ilk aylar olan Nisan ve Mayıs aylarındaki ortalama sıcaklık değerleri 2018 yılında (sırasıyla 15.4°C ve 17.2 °C) 2019 yılına (sırasıyla 10.5°C ve 16.7°C) kıyasla daha fazla olmuş, bu durum bitkilerin 2018 yılında hızlı büyüme ve gelişme göstermelerine

neden olmuştur (Can, 2020). *Mentha spicata*'da en yüksek taze herba verimi yıllar ortalamasında Lifebac-Np (2112.50 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla Bactoguard (2079.25 kg da<sup>-1</sup>) ve Humica Power (2039.08 kg da<sup>-1</sup>) uygulamaları takip etmiştir. *Mentha x piperita*'da ise en yüksek taze herba verimi yıllar ortalamasında Lifebac-Np (1943.71 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasından alınırken, Bactoguard ve Humica Power uygulamasından sırasıyla 1734.00 kg da<sup>-1</sup> ve 1616.75 kg da<sup>-1</sup> taze herba verimi alınmıştır. Fakat *Mentha spicata* türünde tüm organik gübre uygulamaları taze herba verimi üzerine önemli bir farklılık göstermemiş, tüm uygulamalar aynı istatistikî grupta yer almıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı organik gübre uygulamalarının *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerinin toplam taze herba verimi üzerine etkisine ait ortalama değerler (kg da<sup>-1</sup>) ve varyans analiz sonuçları

Table 5. The results of variance analysis and mean values (kg da<sup>-1</sup>) of the effect of different organic fertilizer applications on the total fresh herbage yield in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata* species

Organik gübre	<i>Mentha spicata</i>			<i>Mentha x piperita</i>		
	2018	2019	Ortalama	2018	2019	Ortalama
Kontrol	1952.83 c	1398.00 b	1675.42 b	1717.83	907.67	1312.75 d
Lifebac-Np	2527.33 a	1697.67 a	2112.50 a	2344.42	1543.00	1943.71 a
Bactoguard	2323.17 b	1835.33 a	2079.25 a	2160.67	1307.33	1734.00 b
Humica Power	2274.17 b	1804.00 a	2039.08 a	1982.50	1251.00	1616.75 c
Ortalama	2269.40 A	1683.80 B	1976.60	2051.40 A	1252.20 B	1651.80
F değeri (yıl)		606.014**			130.868**	
F değeri (organik gübre)		89.911**			89.673**	
F değeri (yıl x o. gübre)		15.164**			0.823ns	
CV (%)		18.26			28.99	

\*:  $p \leq 0.05$  düzeyinde önemli, \*\*:  $p \leq 0.01$  düzeyinde önemli, ns: önemli değil

Toplam kuru herba verimi *Mentha spicata* türünde 2018 yılında (756.14 kg da<sup>-1</sup>) 2019 yılından (503.60 kg da<sup>-1</sup>) daha yüksek olmuştur. *Mentha x piperita* türünde ise toplam kuru herba verimi 2018 yılında 675.44 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilirken, 2019 yılında 380.05 kg da<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir (Çizelge 6). Taze herba verimi tartışma bölümünde açıklandığı gibi 2018 yılında taze herba veriminin yüksek alınmasına etki eden sebepler dolayısıyla kuru herba veriminin de yüksek alınmasına neden olmuştur. *Mentha spicata*'da en yüksek kuru herba verimi yıllar ortalamasında Humıca Power (678.70 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla Lifebac-Np (666.19 kg da<sup>-1</sup>) ve Bactoguard (660.22 kg da<sup>-1</sup>) uygulamaları takip etmiştir. *Mentha x*

*piperita*'da ise en yüksek kuru herba verimi yıllar ortalamasında Lifebac-Np (621.79 kg da<sup>-1</sup>) uygulamasından alınırken, Bactoguard ve Humıca Power uygulamasından sırasıyla 573.73 kg da<sup>-1</sup> ve 511.75 kg da<sup>-1</sup> kuru herba verimi alınmıştır. Bununla birlikte, *Mentha spicata* türünde tüm organik gübre uygulamaları kuru herba verimi üzerinde önemli bir farklılığa sebep olmamış, tüm uygulamalar aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 6). Kaplan ve ark. (2009) *Salvia officinalis* L. ve Gerami et al. (2016) *Origanum vulgare* L. ile yaptıkları çalışmalarda benzer olarak organik gübre uygulaması ile taze herba verimi ve kuru herba veriminin arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 6. Farklı organik gübre uygulamalarının *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerinin toplam kuru herba verimi üzerine etkisine ait ortalama değerler (kg da<sup>-1</sup>) ve varyans analiz sonuçları

Table 6. The results of variance analysis and mean values (kg da<sup>-1</sup>) of the effect of different organic fertilizer applications on the total dry herbage yield in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata* species

Organik gübre	<i>Mentha spicata</i>			<i>Mentha x piperita</i>		
	2018	2019	Ortalama	2018	2019	Ortalama
Kontrol	624.12 b	404.62 b	514.37 b	543.55	263.85	403.70 d
Lifebac-Np	822.61 a	509.78 a	666.19 a	778.65	464.92	621.79 a
Bactoguard	768.43 a	552.02 a	660.22 a	733.55	413.90	573.73 b
Humıca Power	809.40 a	547.99 a	678.70 a	645.99	377.52	511.75 c
Ortalama	756.14 A	503.60 B	629.87	675.44 A	380.05 B	527.74
F değeri (yıl)		114.173**			216.013**	
F değeri (organik gübre)		44.486**			71.946**	
F değeri (yıl x o. gübre)		3.782*			1.282ns	
CV (%)		23.87			33.11	

\*: p≤0.05 düzeyinde önemli, \*\*: p≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemli değil

Çalışmada kullanılan organik gübrelerden Lifebac-Np gübresi materyal ve yöntem bölümünde de belirtildiği üzere doğal bir *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megaterium* izolatu içeren mikrobiyal bir gübredir. Biyogübreler olarak da isimlendirilebilen ve faydalı bakterileri içeren mikrobiyal gübreler, bitkilerin ihtiyaç duyduğu besin elementlerinin biyolojik yolla faydalı hale gelmesini sağlayarak, bitkisel hormonları üreterek, bitki metabolizmasını etkileyerek ve bazı zararlı patojenleri kontrol ederek bitki büyüme ve gelişimine katkıda bulunmaktadır (Ping ve Boland 2004; Parlak ve Güner 2017). Mikrobiyal gübreden daha yüksek verim alınması içeriğindeki *Bacillus spp.* bakterilerinin oksin ve sitokin gibi fitohormonları sentezleyebilme yetenekleri ile açıklanabilir (Castanheira et al., 2013; Li et al., 2016). Nitekim köklendirme hormonu olarak bilinen oksinin, bitkide sitokin düzeyine bağlı olarak kök gelişimini arttırdığı (Davies, 2010; Taiz ve Zeiger, 2010), sitokin uygulamasının ise bitkilerde sürgün büyümesini teşvik ederek toplam biyoküttele artışa neden olduğu bildirilmiştir (Zahir et al., 2001; Liu et al., 2002). Bulgularımız, *Bacillus* bakterilerinin

uygulanması ile bitki gelişimi ve veriminde artış olduğunu rapor eden Esitken et al. (2003), Gardener (2004), Karlıdag et al. (2007) ve Tozlu et al. (2012) ile uyum sağlamaktadır.

Çalışmada toplam kuru yaprak verimi yıllar ortalamasında *Mentha spicata* türünde 266.56-333.86 kg da<sup>-1</sup> arasında alınırken, *Mentha x piperita* türünde 230.01-361.35 kg da<sup>-1</sup> arasında alınmıştır. Diğer verimlere benzer şekilde 2018 yılında kuru yaprak verimleri 2019 yılından yüksek bulunmuştur. *Mentha spicata* türünde yıl x organik gübre etkileşimi değerlendirildiğinde, 2018 yılında en yüksek kuru yaprak verimi 386.19 kg da<sup>-1</sup> ile Lifebac-Np uygulamasından alınırken, 2019 yılında 298.91 kg da<sup>-1</sup> ile Bactoguard uygulamasından alınmıştır. Yıllar ortalamasında ise en yüksek kuru yaprak verimleri *Mentha spicata*'da 333.86 kg da<sup>-1</sup> ve *Mentha x piperita*'da 361.35 kg da<sup>-1</sup> olmak üzere Lifebac-Np uygulamasından elde edilmiştir. Bununla birlikte taze ve kuru herba veriminde olduğu gibi *Mentha spicata* türünde tüm organik gübre uygulamaları aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 7). Sülü (2010) *Mentha spicata*'da toplam kuru yaprak verimini

Tokat-Kazova koşullarında 208.5-426.8 kg da<sup>-1</sup> arasında, Yasak ve Telci (2019) Isparta koşullarında 295.8-386.9 kg da<sup>-1</sup> arasında elde ettiklerini bildirmişlerdir. *Mentha x piperita* türünde ise toplam

kuru yaprak verimini Sülü (2010) 317.0-329.1 kg da<sup>-1</sup> arasında, Soltanbeyi (2014) 330.7-491.2 kg da<sup>-1</sup> arasında belirlemişlerdir.

Çizelge 7. Farklı organik gübre uygulamalarının *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerinin toplam kuru yaprak verimi üzerine etkisine ait ortalama değerler (kg da<sup>-1</sup>) ve varyans analiz sonuçları

Table 7. The results of variance analysis and mean values (kg da<sup>-1</sup>) of the effect of different organic fertilizer applications on the total dry leaf yield in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata* species

Organik gübre	<i>Mentha spicata</i>			<i>Mentha x piperita</i>		
	2018	2019	Ortalama	2018	2019	Ortalama
Kontrol	299.59 c	233.54 b	266.56 c	290.96	169.05	230.01 c
Lifebac-Np	386.19 a	281.53 a	333.86 a	448.05	274.65	361.35 a
Bactoguard	352.66 b	298.91 a	325.78 a	394.50	245.82	320.16 b
Humıca Power	342.34 b	287.34 a	314.84 ab	354.25	231.65	292.95 b
Ortalama	345.20 A	257.33 B	310.26	371.94 A	230.29 B	301.12
F değeri (yıl)		100.715**			348.822**	
F değeri (organik gübre)		85.571**			59.756**	
F değeri (yıl x o. gübre)		13.377**			2.967ns	
CV (%)		15.38			29.60	

\*: p≤0.05 düzeyinde önemli, \*\*: p≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemli değil

Çalışmada elde ettiğimiz bulgular söz konusu araştırmacıların belirledikleri kuru yaprak verimi değerleri ile benzer sınırlar içerisinde kalmıştır.

Uçucu yağ oranı açısından sadece *Mentha spicata* türünde yıllar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. *Mentha spicata* türünde organik gübre uygulamalarının ortalaması 2019 yılında (% 1.97) 2018 yılına (% 1.80) kıyasla daha yüksek ölçülmüştür (Çizelge 8). Bu durum 2019 yılı Haziran ayı (birinci biçim zamanı) ortalama sıcaklık değerinin (20.9°C) 2018 yılı aynı dönemine göre (20.2°C) daha fazla olmasının uçucu yağ sentezine pozitif etki yapması ile açıklanabilir (Can, 2020). Her iki nane türünde organik gübre uygulamalarının uçucu yağ oranı üzerinde önemli bir etkisi

olmamıştır. Bununla birlikte en yüksek uçucu yağ oranı *Mentha spicata*'da % 1.94 ile Lifebac-Np uygulamasında, *Mentha x piperita*'da ise % 2.24 ile Humıca Power uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 8). Konu ile ilgili yapılan çalışmalarda *Mentha* türlerinde organik gübrenin uçucu yağ oranını önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir (Mahboobeh et al., 2014; Sheykholeslami et al., 2015; Sheykholeslami ve Almdari, 2019). Bu durum çalışmalarda kullanılan organik gübrelerin içeriği, kullanma dozu ve uygulama şeklinin farklı olması ile izah edilebilir. Benzer şekilde Keshavarz ve Modarres Sanavy (2018) organik gübre uygulaması ile uçucu yağ oranının önemli derecede değişmediğini rapor etmiştir.

Çizelge 8. Farklı organik gübre uygulamalarının *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerinin uçucu yağ oranı üzerine etkisine ait ortalama değerler (%) ve varyans analiz sonuçları

Table 8. The results of variance analysis and mean values (%) of the effect of different organic fertilizer applications on the essential oil content in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata* species

Organik gübre	<i>Mentha spicata</i>			<i>Mentha x piperita</i>		
	2018	2019	Ortalama	2018	2019	Ortalama
Kontrol	1.63 b	1.96	1.79	2.38	2.00	2.19
Lifebac-Np	1.99 a	1.89	1.94	2.36	2.08	2.22
Bactoguard	1.82 ab	2.02	1.92	2.31	2.08	2.20
Humıca Power	1.76 b	2.02	1.89	2.29	2.19	2.24
Ortalama	1.80 B	1.97 A	1.89	2.34	2.09	2.21
F değeri (yıl)		633.373**			13.420ns	
F değeri (organik gübre)		2.521ns			0.454ns	
F değeri (yıl x o. gübre)		5.378*			2.568ns	
CV (%)		8.63			7.44	

\*: p≤0.05 düzeyinde önemli, \*\*: p≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemli değil

Toplam uçucu yağ verimi *Mentha spicata* türünde 2018 yılında 4.87-7.46 l da<sup>-1</sup>, 2019 yılında 4.66-6.28 l da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. *Mentha x piperita* türünde ise toplam uçucu yağ verimi 2018 yılında 6.93-10.59 l da<sup>-1</sup> ve 2019 yılında 3.42-5.98 l da<sup>-1</sup> arasında belirlenmiştir. *Mentha spicata*'da yıl ortalamaları 2018 yılında 6.17 l da<sup>-1</sup> ve 2019 yılında 5.58 l da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiş, *Mentha x piperita*'da bu değerler sırasıyla 8.68 l da<sup>-1</sup> ve 5.00 l da<sup>-1</sup> olmuştur (Çizelge 9). Diğer verimlerde olduğu gibi uçucu yağ veriminde de yıllar arasındaki fark önemli bulunmuştur. Her iki nane türünde 2018 yılı kuru yaprak verimlerinin 2019 yılına göre daha yüksek olması 2018 yılı uçucu yağ veriminin de artışına sebep olmuştur. Yıllar ortalamasında en yüksek

uçucu yağ verimi hem *Mentha spicata* (6.45 l da<sup>-1</sup>) hem de *Mentha x piperita*'da (8.28 l da<sup>-1</sup>) Lifebac-Np uygulamasından alınmıştır. Fakat *Mentha spicata*'da organik gübre uygulamaları önemli derecede farklılığa neden olmamıştır (Çizelge 9). Alsafar ve Al-Hassan (2009) artan gübreleme ile büyüme oranı arttığı için uçucu yağ veriminin de arttığını belirtmişlerdir. Keshavarz ve Modarres Sanavy (2018) İran koşullarında *Mentha* türlerine uyguladıkları organik gübre uygulamasında 13.9 l da<sup>-1</sup> uçucu yağ verimi elde etmişlerdir. Çalışmadan elde edilen uçucu yağ verimlerinin daha düşük olması kullanılan organik gübrelerin muhteviyatının ve uygulama şeklinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır (Can, 2020).

Çizelge 9. Farklı organik gübre uygulamalarının *Mentha x piperita* ve *Mentha spicata* türlerinin toplam uçucu yağ verimi üzerine etkisine ait ortalama değerler (L da<sup>-1</sup>) ve varyans analiz sonuçları

Table 9. The results of variance analysis and mean values (L da<sup>-1</sup>) of the effect of different organic fertilizer applications on the total essential oil yield in *Mentha x piperita* and *Mentha spicata* species

Organik gübre	<i>Mentha spicata</i>			<i>Mentha x piperita</i>		
	2018	2019	Ortalama	2018	2019	Ortalama
Kontrol	4.87 c	4.66 c	4.77 c	6.93 c	3.42 b	5.18 c
Lifebac-Np	7.46 a	5.45 b	6.45 a	10.59 a	5.98 a	8.28 a
Bactoguard	6.34 b	6.28 a	6.31 a	9.09 b	5.30 a	7.20 b
Humıca Power	6.00 b	5.93 ab	5.96 ab	8.11 bc	5.31 a	6.71 b
Ortalama	6.17 A	5.58 B	5.87	8.68 A	5.00 B	6.84
F değeri (yıl)		48.603*			420.807**	
F değeri (organik gübre)		51.894**			51.220**	
F değeri (yıl x o. gübre)		20.040**			4.275*	
CV (%)		15.10			32.89	

\*: p≤0.05 düzeyinde önemli, \*\*: p≤0.01 düzeyinde önemli, ns: önemli değil

Birçok tıbbi ve aromatik bitkide olduğu gibi *Mentha* türlerinde de önemli bir kalite kriteri uçucu yağ oranının yanı sıra uçucu yağın kimyasal kompozisyonudur. Farklı organik gübre uygulamasında *Mentha spicata* türünde 37 farklı bileşen, *Mentha x piperita* türünde ise 36 farklı bileşen tespit edilmiştir (Çizelge 10 ve 11). Belirlenmiş olan bu bileşenler farklı organik gübrelerle ve türlere bağlı olarak toplam uçucu yağın % 99.00-100'lük kısmını oluşturmaktadır. Farklı organik gübre uygulamalarına göre *Mentha spicata* türünde carvone (% 57.54-58.69) ve limonene (% 17.20-18.65) ana bileşen olarak belirlenirken, *Mentha x piperita* türünde ise menthol (% 42.37-44.86) ve menthone (%15.14-19.10) ana bileşen olarak belirlenmiştir (Çizelge 10 ve 11). *Mentha spicata* uçucu yağının bileşenleri içerisinde en yüksek oranda bulunan carvone farklı organik gübre uygulaması dikkate alınarak incelendiğinde, en yüksek oranda (% 58.69) Humıca Power uygulamasında tespit edilirken, en düşük oranda (% 57.54) kontrol uygulamasında tespit edilmiştir. Farklı organik gübre uygulamasında limonene oranının değişimi incelendiğinde, en

yüksek limonene oranı (% 18.65) kontrol uygulamasında, en düşük limonene oranı ise (% 17.20) Humıca Power uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 10). *Mentha x piperita*'da en yüksek menthol oranı Humıca Power (% 44.86) uygulamasından, en düşük menthol oranı Lifebac-Np (% 42.37) uygulamasından elde edilmiştir. Farklı organik gübre uygulamasının *Mentha x piperita*'da menthone oranına etkisi incelendiğinde ise en yüksek menthone oranının (% 19.10) Lifebac-Np uygulamasından, en düşük menthone oranının (% 15.14) Humıca Power uygulamasından alındığı görülmektedir (Çizelge 11).

Tıbbi ve aromatik bitkilerin etkili maddesi olan sekonder (biyoaktif) metabolitlerin bileşenleri çevre faktörlerinin, yetiştiricilik uygulamalarının ve üretim materyallerinin genotiplerine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Baher et al., 2002; Moradkhani et al., 2010). % 55-65 oranında carvone içeren *Mentha spicata* uçucu yağının endüstriyel kullanım için uygun olduğu bildirilmiştir (Telci et al., 2004). Çalışmada farklı organik gübre uygulamalarına göre elde edilen carvone oranı değerlerinin bu değerlerin

arasında olduğu görülmektedir (Çizelge 10). Bu çalışmada elde edilen carvone oranı değerleri, carvone oranlarını % 37.97-71.83 arasında tespit eden Sülü (2010) ile % 49.70-61.50 arasında tespit eden Büyükbayraktar (2014)'ın değerleri arasında yer belirlemişlerdir. Çalışmadan elde edilen menthol oranı değerleri bu sınırlar arasında yer almaktadır.

almaktadır. *Mentha x piperita* türünün uçucu yağında en önemli ana bileşen kuşkusuz mentholdür. Daha önce yapılan çalışmalarda *Mentha x piperita* türünde menthol oranını Telci et al. (2011) % 30.87-44.19 arasında, Soltanbeği (2014) ise % 31.9-43.9 arasında

Çizelge 10. Farklı organik gübre uygulamalarının *Mentha spicata* türünün uçucu yağ bileşimi üzerine etkisine ait ortalama değerler (%)

Table 10. Mean values (%) of the effect of different organic fertilizer applications on the essential oil composition in *Mentha spicata* species

R.Time	Bileşenler	Kontrol	Lifebac-Np	Bactoguard	Humıca Power
11.31	$\alpha$ -Pinene	0.97	0.96	0.93	0.91
14.71	$\beta$ -pinene	1.36	1.32	1.31	1.26
15.30	Sabinene	0.65	0.66	0.65	0.62
17.11	Myrcene	3.21	3.36	3.33	3.21
18.77	Limonene	18.65	17.81	17.61	17.20
19.25	1.8-Cineole	3.99	3.98	4.01	3.87
26.36	3-Octanol	0.11	0.06	-	0.07
29.08	<i>Trans</i> -sabinene hydrate	0.94	1.21	1.20	1.11
29.28	$\gamma$ -Terpinene	0.59	0.60	0.54	0.55
29.57	L-Menthone	-	-	0.13	-
29.84	cis-3-hexenyl isovalerate	0.15	-	-	0.07
31.29	$\beta$ -Bourbonene	2.19	2.21	2.25	2.27
32.24	cis-Sabinene hydrate	-	0.03	0.05	0.04
32.42	Menthyl acetate	0.05	-	0.10	-
32.88	$\beta$ -Cubebene	0.07	0.06	-	0.06
33.51	$\beta$ -Elemene	0.72	0.78	0.82	0.77
33.85	beta-Caryophyllene	1.62	1.53	1.64	1.68
34.14	cis-Dihydrocarvone	0.42	0.28	-	-
34.34	<i>trans</i> -Dihydrocarvone	0.43	0.70	1.16	1.09
34.72	L-Menthol	-	0.13	0.35	0.23
35.30	Pulegone	0.22	0.23	0.13	0.22
35.73	Dihydrocarvyl acetate	0.41	0.36	0.39	0.41
35.94	bicylosesquiphellandrene	0.21	0.23	0.16	0.22
36.13	(+)-Epi-bicylosesquiphellandrene	-	-	-	0.10
36.65	$\alpha$ -Terpineol	0.24	0.19	0.09	0.25
37.25	Germacrene D	2.07	2.39	2.51	2.34
37.40	Neodihydrocarveol	0.77	0.72	0.80	0.90
37.54	cis-Carvyl Acetate	0.05	0.06	-	0.06
37.94	Bicyclogermacrene	0.44	0.51	0.53	0.50
38.11	Carvone	57.54	58.23	57.97	58.69
40.21	Trans-Carveol	0.33	0.27	0.26	0.38
41.02	cis-Carveol	0.33	0.27	0.27	0.32
43.37	cis-Jasmone	-	-	-	0.05
44.99	Caryophyllene oxide	-	0.03	-	0.04
46.09	1.10-di-epi-Cubenol	0.04	0.04	0.04	0.08



47.93	spathulenol	0.19	0.22	0.14	0.16
50.06	$\alpha$ -Cadinol	0.04	0.04	0.05	0.04
	Toplam	99.00	99.47	99.43	99.77

Çizelge 11. Farklı organik gübre uygulamalarının *Mentha x piperita* türünün uçucu yağ bileşimi üzerine etkisine ait ortalama değerler (%)

Table 11. Mean values (%) of the effect of different organic fertilizer applications on the essential oil composition in *Mentha x piperita* species

R.Time	Bileşenler	Kontrol	Lifebac-Np	Bactoguard	Humica Power
11.31	$\alpha$ -Pinene	0.77	0.79	0.76	0.79
14.72	$\beta$ -pinene	1.18	1.19	1.16	1.20
15.30	Sabinene	0.66	0.66	0.64	0.67
16.91	$\beta$ -myrcene	0.14	0.21	0.15	0.19
17.68	$\alpha$ -terpinene	-	-	0.07	0.05
18.75	Limonene	2.00	1.99	1.99	2.06
19.25	1.8-Cineole	6.51	6.27	6.43	6.65
20.03	$\beta$ -Ocimene	-	0.08	0.05	-
20.33	cis-Ocimene	0.14	-	0.08	0.09
21.96	p-Cymene	0.10	0.06	0.15	0.07
26.36	3-Octanol	0.20	0.20	0.16	0.23
29.09	Trans-sabinene hydrate	1.33	1.76	1.08	1.41
29.28	$\gamma$ -Terpinene	1.06	1.01	1.23	1.03
29.59	Menthone	17.65	19.10	16.92	15.14
30.06	Menthofurane	1.66	1.81	1.66	1.80
30.52	Isomenthone	2.77	3.00	2.72	2.59
31.29	$\beta$ -Bourbonene	0.44	0.46	0.43	0.40
31.36	Neomenthyl acetate	0.19	0.18	0.21	0.33
31.94	Linalool	0.14	0.09	0.15	0.08
32.22	cis-Sabinene hydrate	0.17	0.14	0.17	0.17
32.45	Menthyl acetate	4.88	4.74	5.26	6.27
33.04	Neoisomenthyl acetate	0.17	0.16	0.08	0.14
33.39	Neomenthol	3.33	3.28	3.47	3.84
33.58	b-Elemene	1.21	1.32	1.57	1.44
33.97	$\beta$ -caryophyllene	3.42	3.17	3.56	3.21
34.35	Neoisomenthol	0.78	0.74	0.82	0.84
34.96	Menthol	43.68	42.37	44.13	44.86
35.38	(Z)- $\beta$ -Farnesene	0.40	0.38	0.38	0.36
35.52	Isomenthol	0.22	0.21	0.22	0.32
35.6	Pulegone	0.13	0.16	0.16	0.14
36.75	$\alpha$ -Terpineol	0.16	0.15	0.16	0.15
37.25	Germacrene D	2.31	2.31	2.29	2.03
37.76	Piperitone	0.65	0.64	0.63	0.55
37.94	Bicyclogermacrene	0.28	0.25	0.43	0.43
38.07	Carvone	0.21	0.13	-	-
47.04	Viridiflorol	0.97	0.99	1.00	0.86
	Toplam	99.89	99.96	100.00	100.00

#### 4. Sonuç

Türkiye'de özellikle baharat olarak *Mentha spicata* türünün daha çok kültürü yapılmakta, *Mentha x piperita* türünün ise uçucu yağı (en önemli bileşenleri menthol ve menthon) dış ticarete konu olmaktadır. Bu itibarla, çalışmada söz konusu iki önemli nane türünde farklı organik gübre uygulamalarının etkinliği araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çalışmada kullanılan tüm organik gübreler her iki nane türünde bitki boyu, toplam taze ve kuru herba verimi, kuru yaprak verimi ve uçucu yağ veriminde kontrol uygulamasına göre önemli derecede artışa neden olmuştur. Her iki nane türünde en yüksek kuru yaprak ve uçucu yağ verimleri Lifebac-Np uygulamasından alınmıştır. Bununla birlikte uygulanan organik gübreler arasında toplam kuru yaprak ve uçucu yağ verimi bakımından *Mentha x piperita*'da istatistiksel olarak önemli farklılık görülürken, *Mentha spicata*'da önemli farklılık görülmemiştir. Dünya'da organik tarım ürünlerine olan ilginin artmasına paralel olarak tıbbi ve aromatik bitkilerin de organik üretimi önem kazanmaktadır. Bu itibarla, nane gibi tıbbi ve aromatik bitkilerde organik gübre uygulamasının etkinliğinin daha kapsamlı bir şekilde araştırılması faydalı olacaktır.

#### Teşekkür

Bu makale Mustafa CAN'ın doktora tezinden türetilmiş olup, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından '2018-1985' no'lu proje ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü birimine teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Alsafar, M.S., Al-Hassan, Y., 2009. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on growth and oil yield of indigenous mint (*M. longifolia* L.) Biotechnology, 8(3):380-384. doi: 10.3923/biotech.2009.380.384.
- Anonim, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu, Dış Ticaret İstatistikleri. <https://biruni.tuik.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 03.11.2019.
- Baher, Z.F., Mirza, M., Ghorbanli, M., Rezaii, M.B., 2002. The influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavour and Fragrance Journal, 17: 275-277. doi:10.1002/ffj.1097.
- Bajeli, J., Tripathi, S., Kumar, A., Tripathi, A., Upadhyay, R.K., 2016. Organic manures a convincing source for quality production of japanese

- mint (*Mentha arvensis* L.). Ind Crop Prod, 83: 603-606. doi :10.1016/j.indcrop.2015.12.064.
- Baloch, M.S., Shah, I.T.H., Nadim, M.A., Khan, M.I., Khakwani, A.A., 2010. Effect of seeding density and planting time on growth and yield attributes of wheat. The Journal of Animal & Plant Sciences, 20(4): 239-240.
- Baydar, H., 2016. Tıbbi ve aromatik bitkileri bilimi ve teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No: 51, Beşinci baskı, Isparta.
- Baytop, T., 1992. Türkçe bitki adları sözlüğü. Türk Dil Kurumu, Yayın No:578, Ankara.
- Büyükbayraktar, A., 2014. Konya ekolojik şartlarında farklı azot dozlarında yetiştirilen *Mentha piperita* L. ve *Mentha spicata* L. türlerinin kurutma yöntemlerine göre drog verimi ve bazı kalite özelliklerinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 48 s, Konya.
- Can, M., 2020. Farklı organik gübre ve azot dozlarının *Mentha x piperita* L. ve *Mentha spicata* L. genotiplerinin tarımsal ve kalite özelliklerine etkisi. Doktora Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 257 s, Eskişehir.
- Castanheira, N., Dourado, A.C., Alves, P.I., Cortes-Pallero, A.M, Delgado-Rodriguez, A.L., Prazeres, A., Borges, N., Sanchez, C., Crespo, M.T.B., Fareleira, P., 2013. Annual ryegrass-associated bacteria with potential for plant growth promotion. Microbiological Research, 169: 768-779. doi: 10.1016/j.micres.2013.12.010.
- Davies, P.J., 2010. Plant hormones: Biosynthesis, signal trans-duction, action 3rd ed. Springer. New York. doi:10.1007/978-1-4020-2686-7.
- Davis, P.H., 1982. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol:7. Edinburg Univ. Press.
- Esitken, A., Pirlak, L., Turan, M., Şahin, F., 2006. Effect of floral and foliar application of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrition of sweet cherry. Scientia Horticulturae, 110: 324-327. doi: 10.1016/j.scienta.2006.07.023.
- Gardener, M.C.B., 2004. Ecology of Bacillus and Paenibacillus spp. In Agricultural System. Department of Plant Pathology, The Ohio State University, OARDC, Wooster 44691. USA. Phytopathology, 1252-1258pp.
- Gerami, F., Moghaddam, P.R., Ghorbanim, R., Hassani, A., 2016. Effects of irrigation intervals and organic manure on morphological traits essential oil content and yield of oregano (*Origanum vulgare* L.). Anais da Academia Brasileira de Ciências, 88(4): 2375-2385. doi:10.1590/0001-3765201620160208.
- Hussain, A., Anjum, F., Rab, A., Sajid, M., 2006. Effects of nitrogen on the growth and yield of

- asparagus (*Asparagus officinalis*). Journal of Agricultural and Biological Science, 1(2):41-47.
- Kaplan, M., Kocabaş, I., Sönmez, İ., Kalkan, H., 2009. The effects of different organic manure applications on the dry weight and the essential oil quantity of sage (*Salvia fruticosa* Mill.). Acta Horticulturae. 826:147-152. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.826.20.
- Karlıdag, H., Esitken, A., Turan, M., Sahin, F., 2007. Effects of root inoculation of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient element contents of leaves of apple. Scientia Horticulturae. (114):16-20. doi:10.1016/j.scienta.2007.04.013.
- Keshavarz, H., Modarres Sanavy, S.A.M., 2018. Yield and oil content of mint under different nitrogen fertilizer treatments. Notulae Scientia Biologicae, 10(1):92-96. doi: 10.15835/nsb10110221.
- Li, X., Geng, X., Xie, R., Fu, L., Jiang, J., Gao, L., Sun, J., 2016. The endophytic bacteria isolated from elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumacher) promote plant growth and enhance salt tolerance of hybrid pennisetum. Biotechnol Biofuels 9: 190-213. doi: 10.1186/s13068-016-0592-0.
- Liu, X., Huang, B., Banowitz, G., 2002. Cytokinin effects on creeping bentgrass responses to heat stress: I. Shoot and Root Growth. CropSci. 42: 457-465. doi: 10.2135/cropsci2002.0466.
- Mahboobeh, Z., Morteza, A.S., Mryam, T., Reza, S.A., 2014. Effects of organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of peppermint (*Mentha piperita* L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 7(5):237-244.
- Moradkhani, H., Sargsyan, E., Bibak, H., Naseri, B., Sadat-Hosseini, M., Fayazi-Barjin, A., Meftahzade, H., 2010. *Melissa officinalis* L. a valuable medicine plant: A review. Journal of Medicinal Plants Research. 4(25):2753-2759. 29 December Special Review. ISSN 1996-0875 ©2010 Academic Journals
- Nektarios, P.A., Petrovic, A.M., Steenhuis, T.S., 2014. Nitrate and tracer leaching from aerated turfgrass profiles. European Journal of Horticultural Science, 79: 150-157.
- Nurzynska-Wierdak, R., 2013. Does mineral fertilization modify essential oil content and chemical composition in medicinal plants? Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus. 12(5):3-16.
- Özyiğit, Y., Uçar, E., Tütüncü, B., İndibi, İ., Turgut, K., 2016. The effect of different nitrogen doses on yield and some yield components of *Melissa officinalis* subsp. L. altissima (sibth. et smith) Arcang. Turk J Agric Res, 3: 139-144. doi: 10.19159/tutad.79496.
- Parlak, S., Güner, D., 2017. Mikrobiyal gübre uygulamasının karaçam (*Pinus nigra* Arnold. Subsp. Pallasiana (Lamb.) Holmboe) fidanlarının bazı morfolojik özelliklerine etkisi. Ormançılık Araştırma Dergisi, 4(2): 100-106. doi: 10.17568/ogmoad.337884.
- Ping, L., Boland, W., 2004. Signals from the underground: Bacterial volatiles promote growth in Arabidopsis. Trends Plant Sci. 9: 263-266. doi: 10.1016/j.tplants.2004.04.008.
- Rao, B.R., 2001. Biomass and essential oil yields of rainfed palmarosa (*Cymbopogon martinii* (Roxb.) Wats. var. Motia Burk.) supplied with different levels of organic manure and fertilizer nitrogen in semi-arid tropical climate. Industrial Crops and Product, 14:171-178. doi:10.1016/S0926-6690(01)00081-4
- Sheykhosslami, Z., Almdari, M.Q., 2019. Comparison of the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essence of peppermint (*Mentha piperita* L.). Current Journal of Applied Science and Technology. 34(5):1-7. doi: 10.9734/cjast/2019/v34i530146.
- Sheykhosslami, Z., Qasempour Alari, M., Qanbari, S., Akbarzadeh, M., 2015. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of peppermint (*Mentha Piperita* L.). Am. J. Exp. Agric. 6(4): 251-257. doi: 10.9734/AJEA/2015/14953.
- Soltanbeigi, A., 2014. Çukurova bölgesi marjinal arazi koşullarında *Mentha* türlerinde farklı dikim zamanlarının verim ve kaliteye etkisi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 145 s, Adana.
- Sülü, E., 2010. Seçilmiş Nane (*Mentha* spp.) klonlarının Tokat şartlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 47 s, Tokat.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2010. Auxin: The first discovered plant growth hormone. In: L. Taiz and E. Zeiger. Editors. Plant physiology. 5th ed. Sinauer Associates Inc. Publishers. Sunderland. MS. pp. 545-582.
- Telci, İ., Demirtas, I., Bayram, E., Arabacı, O., Kacar, O., 2010. Environmental variation on aroma component of pulegone/piperitone rich spearmint (*Mentha spicata* L.). Industrial Crops and Products. 32:588-592. doi: 10.1016/j.indcrop.2010.07.009.
- Telci, İ., Kacar, O., Bayram, E., Arabacı, O., Demirtaş, İ., Yılmaz, G., Özcan, İ., Sönmez, Ç., Göksu, E., 2011. The effect of ecological conditions on yield and quality traits of selected peppermint (*Mentha piperita* L.) clones. Industrial Crops and Products. 34: 1193-1197. doi: 10.1016/j.indcrop.2011.04.010.
- Telci, İ., Şahbaz, N., 2005a. Variation of yield, essential oil and carvone contents in clones selected from carvone-scented landraces of Turkish *Mentha species*. Journal of Agronomy, 4(2):96-102. doi: 10.3923/ja.2005.96.102.
- Telci, İ., Şahbaz, N., 2005b. Determination of agronomic and essential oil properties of peppermint (*Mentha Piperita* L.) in various ages of plantation.

- Journal of Agronomy. 4(2): 103-108.doi: 10.3923/ja.2005.103.108.
- Telci, İ., Şahbaz, N., Yılmaz, G., Tuğay, M.E., 2004. Agronomical and chemical characterization of spearmint (*Mentha spicata L.*) originating in Turkey. Economic Botany. 58:721-728.
- Tozlu, E., Karagöz, K., Babagil, G.E., Dizikisa, T., Kotan, R., 2012. Effect of some plant growth promoting bacteria on yield, yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris L.*cv. Aras 98). Atatürk Univ. Journal of Agricultural Faculty, 43(2):101-106. doi:10.17097/zfd.46922.
- Tuğay, M.E., Kaya, N., Yılmaz, G., Telci, İ., Dönmez, E., 2000. Tokat ve Çevresinde Yaygın Olarak Bulunan Bazı Aromatik Bitkilerin Bitkisel ve Teknolojik Özellikleri. Tübitak. Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu. Proje Kesin Sonuç Raporu (Togtag-1690).
- Tüik, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/>. Erişim Tarihi:03.11.2019
- Vessey, J.K., 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil 255: 571-586.
- Yasak, S., Telci, İ., 2019. Isparta ekolojik koşullarında yetiştirilen spearmint grubu nane klon ve çeşitlerinin verim performanslarının belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi. 14(2):270-275.
- Zahir, Z.A., Asghar, H.N., Arshad, M., 2001. Cytokinin and its precursors for improving growth and yield of rice. Soil Biology and Biochemistry, 33:405-408. doi:10.1016/S0038-0717(00)00145-0.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.751167

Bazı pikan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] çeşitlerinin antioksidan özellikleri

Demet Yıldız Turgut\*, Mehmet Özdemir, Tuba Seçmen, Orçun Çınar

Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: demet.yildizturgut@tarimorman.gov.tr

Geliş/Received xx/xx/20xx

Kabul/Accepted xx/xx/20xx

ÖZET

Bu çalışmada Antalya ilinde yetiştirilen yirmi altı pikan çeşidinin toplam fenolik, flavonoid miktarı ve antioksidan aktivitelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Pikan çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları sırasıyla 372.94-1271.92 mg GAE/100 g ve 137.03-575.32 mg CE/100 g olarak belirlenmiştir. Shoshoni çeşidinin en yüksek toplam fenolik içeriğine sahip olduğu, bunu sırasıyla Wichita (1134.07 mg GAE/100 g), Mahan (1100.21 mg GAE/100 g) ve Moneymaker (1085.12 mg GAE/100 g) çeşitlerinin izlediği belirlenmiştir. En yüksek toplam flavonoid miktarı ise Wichita çeşidinde belirlenmiş, bunu sırasıyla Mahan (385.83 mg CE/100 g), Cherokee (335.94 mg CE/100 g) ve Big Z (344.45 mg CE/100 g) çeşitleri takip etmiştir. Çeşitler arasında en yüksek fenolik içeriğine sahip Shoshoni çeşidi, aynı zamanda en yüksek DPPH radikal giderme aktivitesi (3.50 mg/mL) göstermiştir. FRAP değerleri açısından, en yüksek değerler sırasıyla Wichita (147.93 mmol TE/g), Mahan (112.10 mmol TE/g), Harris Super (99.90 mmol TE/g) ve Shoshoni (99.17 mmol TE/g) çeşitlerinde belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Pikan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]  
Fenolik  
Flavonoid  
DPPH  
FRAP

Antioxidant properties of some pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the total phenolic, flavonoid contents and antioxidant activities of twenty-six cultivars of pecan grown in Antalya province. According to the research results, the total phenolic and flavonoid contents of pecan cultivars were determined as 372-1271.92 mg GAE/100 g and 137.03-575.32 mg CE/100 g, respectively. It was determined that Shoshoni cultivar had the highest total phenolic content, followed by Wichita (1134.07 mg GAE/100 g), Mahan (1100.21 mg GAE/100 g) and Moneymaker (1085.12 mg GAE/100 g), respectively. On the other hand, the highest total flavonoid content was determined in Wichita cultivar, followed by Mahan (385.83 mg CE / 100 g), Cherokee (335.94 mg CE/100 g) and Big Z (344.45 mg CE/100 g), respectively. Among cultivars, Shoshoni cultivar with the highest content of total phenolic showed also the highest DPPH radical scavenging activity (3.50 mg/mL). In terms of FRAP values, the highest values were determined in Wichita (147.93 mmol TE/g), Mahan (112.10 mmol TE/g), Harris Super (99.90 mmol TE/g) and Shoshoni (99.17 mmol TE/g) cultivars, respectively.

Keywords:  
Pikan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]  
Phenolic  
Flavonoid  
DPPH  
FRAP

## 1. Giriş

Anavatanı Kuzey Amerika olan pikan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] Juglandaceae familyasına ait sert kabuklu bir meyvedir (de la Rosa ve ark., 2014). Dünyanın en büyük pikan üreticisi Amerika Birleşik Devletleri olup, Meksika, Avustralya, İsrail, Güney Afrika, Arjantin, Şili ve Brezilya pikan yetiştiriciliğinin yaygın olarak yapıldığı diğer ülkelerdir (Eitenmiller ve Pegg, 2009).

Türkiye’de pikan adaptasyon çalışmaları, ilk olarak 1969 yılında FAO kanalıyla İsrail’den getirilen 14 çeşitle Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü’nde (BATEM) başlamış, daha sonraki yıllarda getirilen diğer çeşitlerle çalışmalara devam edilmiştir. Choctaw, Mahan, Wichita, Western ve Burkett çeşitleri 2006 yılında BATEM adına tescil ettirilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda ülkemizde ticari fidan üretimleri ve buna bağlı olarak kapama bahçeler artış göstermiştir (Alkan ve ark., 2014; Anonim, 2020). Ülkemizde pikan cevizi olarak bilinen bu meyve kendine has tat ve aroması nedeniyle kurutularak tüketilmekle birlikte, tatlı, şekerleme ve dondurma gibi gıda ürünlerine de ilave edilebilmektedir (Lombardini ve ark., 2007; Alkan ve ark., 2014).

Canlı organizmalarda normal oksijen metabolizması sonucu oluşan serbest radikaller hücrelerdeki lipid, protein, karbonhidrat ve DNA’ya zarar vermek suretiyle kardiyovasküler hastalıklar, kanser, diyabet ve katarakt gibi kronik hastalıklara neden olabilmektedir (Singh ve ark., 2004). Antioksidanlar, serbest radikallerle etkileşime giren ve biyomoleküller zarar görmeden zincir reaksiyonunu sonlandıran bileşikler veya sistemlerdir. Böylece biyomoleküllerin oksidatif hasarını engelleyerek veya geciktirerek hastalık riskini azaltmada önemli bir rol oynarlar (Oroian ve Escriche, 2015). Diyetle alınan antioksidanların başında gelen fenolik bileşiklerin antioksidan aktivitesi serbest radikalleri tutma ve metallerle şelat oluşturma özellikleri ile ilişkilidir (Shahidi ve Ambigaipalan, 2015). Fenolik bileşiklerin sahip oldukları yüksek antioksidan gücü ile kanser, diyabet ve kardiyovasküler rahatsızlıklar gibi kronik hastalık riskini azalttığı bildirilmektedir (Jia ve ark., 2018). Ayrıca fenoliklerin antiviral ve antihipertansif aktiviteleri kanıtlanmıştır (Corthout ve ark., 1991; Okuda, 2005).

Düzenli pikan tüketiminin insanlarda toplam kolesterol ve düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterol seviyelerini düşürdüğü ve buna bağlı olarak kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı tespit edilmiştir (Morgan ve Clayshulte, 2000; Rajaram ve ark., 2001). Son yıllardaki bilimsel çalışmalar beslenme ve sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle pikan türlerinin fitokimyasal içeriği ve antioksidan aktivitelerinin araştırılmasına yoğunlaşmıştır. Pikanın fenolikler (de la Rosa ve ark., 2011; de la Rosa ve ark., 2014; Jia ve ark., 2018), proantosiyanidinler, (Gu ve ark., 2004), hidrolize

tanenler (de la Rosa ve ark., 2011; Villarreal-Lozoya, ve ark., 2007), antosiyaninler (USDA, 2013), doymamış yağ asitleri (Ryan ve ark., 2006; Venkatachalam ve ark., 2007), tokoferoller (Ryan ve ark., 2006) ve fitosteroller (Segura ve ark., 2006; Bouali ve ark., 2014) gibi biyoaktif bileşenleri önemli miktarda içerdiği tespit edilmiştir. Bunun yanında bu meyve kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, fosfor ve çinko gibi mineraller ile tiamin, folat, niacin, riboflavin, vitamin E ve vitamin B6 gibi vitaminleri de içermektedir (Eitenmiller ve Pegg, 2009; Haddad, 2011). Pikan, sert kabuklu meyveler içerisinde yüksek fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi ile öne çıkmaktadır. Wu ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada sert kabuklu meyveler arasında pikanın en yüksek toplam fenolik madde ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu tespit edilmiştir. Pikanın antioksidan aktivitesinin fenolik bileşiklerden kaynaklandığı bildirilmektedir. Pikan meyvesinde bulunan fenolik grupların başlıcalarını flavan-3-oller, antosiyanidinler, proantosiyanidinler, fenolik asitler ve polimerik tanenler oluşturmaktadır (Jia ve ark., 2018). Pikan meyvelerinin fitokimyasal kompozisyonu ve antioksidan aktivitesi çeşit, genotip, kültürel uygulamalar, olgunluk durumu ve ekolojik şartlar gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Thompson ve ark., 1996; Wakeling ve ark., 2001; Venkatachalam, 2004). Ülkemizde pikan çeşitlerinin antioksidan özellikleri ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ülkemiz genetik kaynaklarında bulunan pikan çeşitlerinin bu özelliklerinin ortaya konması sağlık yararları kanıtlanmış ve besin değeri yüksek bu meyvenin üretiminin ve tüketiminin artması açısından önemlidir. Bu doğrultuda, çalışmada Antalya ilinde yetiştirilen 26 pikan çeşidinin toplam fenolik ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Çalışmada Antalya Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Kayaburnu Meyvecilik yerleşkesindeki pikan genetik kaynak parselinde bulunan 30 yaşında, 26 adet pikan çeşidi (Çizelge 1.) kullanılmıştır. Meyveler 20 Kasım-1 Aralık 2018 tarihleri arasında hasat edilmiştir.

### 2.2 Yöntem

#### 2.2.1 Örnek hazırlama ve ekstraksiyon

Analizler için hasat edilen pikan meyvelerinin kabukları ayrılmış, yenilebilir kısımları laboratuvar tipi sıcak hava kurutma fırınında 40°C’de sabit ağırlığa kadar kurutulmuş ve bıçaklı bir öğütücü (Retsch GRINDOMIX GM 200) yardımıyla öğütülmüştür. Ekstraksiyon için Rosales-Martínez ve ark. (2014)

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan pikan çeşitleri  
Table 1. *The pecan cultivars used in the research*

Big Z	Cheyenne	Green River	Mohawk	Shoshoni
Bradley	Choctaw	Harris Super	Moneymaker	Stuart
Burkett	Comanche	Hasting	Royal	Tejas
Curtis	Cape Fear	Mahan	Schley	Western
Cheroke	Desirable	Mohawk*Stuart	Shawnee	Wichita
				Woodard

tarafından önerilen yöntemden yararlanılmıştır. Buna göre, 5 g öğütülmüş örnek metanol:su (80:20; v/v) ile 3 kez ekstrakte edilerek, her seferinde 4°C'de, 5000 rpm hızda, 15 dk santrifüj edilmiş ve üst fazlar biriktirilerek aynı ekstraksiyon çözeltisi ile 30 mL'ye tamamlanmıştır.

### 2.2.2 Toplam fenolik Miktarı

Pikan ekstraktlarının toplam fenolik miktarı Singleton ve ark. (1999)'a göre Folin Cioceltue reaktifi kullanılarak belirlenmiştir. Bu amaçla distile su ile 10 kat seyreltilen 100µL ekstrakt üzerine, sırasıyla 5 mL 0.1 N Folin Cioceltue çözeltisi ve 4 mL %7.5'lük sodyum karbonat çözeltisi eklenmiş ve karanlık ortamda 90 dk inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda karışımın absorbansı 765 nm dalga boyunda spektrofotometrik olarak ölçülmüş ve sonuçlar gallik asit cinsinden (GAE) g/100 g kuru ağırlık olarak verilmiştir.

### 2.2.3 Toplam flavonoid miktarı

Örnek ekstraktlarının toplam flavonoid miktarı kolorimetrik yöntemle spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Zhishen ve ark. 1999). Distile su ile 5 kat seyreltilen 1 mL ekstrakt üzerine, 300 µL % 5'lik sodyum nitrit çözeltisi eklenerek 5 dk bekletilmiştir. Süre sonunda karışıma 600 µL %10'luk alüminyum klorür çözeltisi ilave edilmiştir. 6 dk sonra karışıma 1 mL, 1 mol/L sodyum hidroksit çözeltisi ve 2.1 mL distile su eklenerek karışımın absorbansı 510 nm dalga boyunda okunmuştur. Sonuçlar kateşin cinsinden (CE) g/100 g kuru ağırlık olarak ifade edilmiştir.

### 2.2.4 Antioksidan aktivite

Pikan ekstraktlarının antioksidan aktivitesi DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radikali giderme aktivitesi ve Demir İyonu İndirgeme Gücü (FRAP-Ferric reducing antioxidant power) yöntemleri ile belirlenmiştir.

Örnek ekstraktlarının DPPH radikali giderme aktivitesi analizleri Cemeroğlu (2010) tarafından önerilen prosedüre göre yürütülmüştür. Bu doğrultuda, içerisinde 600 µL 1 mM'lık DPPH solüsyonu bulunan cam tüplere 25, 50, 100, 150 ve 200µL hacimlerinde ekstrakt ilave edilmiş ve hacim saf metanol ile 6 mL'ye

tamamlanmıştır. 15 dk inkübasyon sonunda karışımların absorbansı 517 nm dalga boyunda okunmuştur. Ekstrakt hacimlerine karşılık gelen yüzde (%) inhibisyon değerleri Eşitlik 1 ile hesaplanmıştır. DPPH radikalının %50'sini gideren etkili ekstrakt konsantrasyonu olarak ifade edilen EC<sub>50</sub> değeri ise % inhibisyon oranından elde edilen doğru denklemi yardımıyla hesaplanarak mg/mL olarak verilmiştir.

$$\text{İnhibisyon (\%)} = [ (A_{\text{DPPH}} - A_{\text{ekstrakt}}) / A_{\text{DPPH}} ] \times 100 \quad (1)$$

Örneklere ait ekstraktların FRAP analizleri Thaipong ve ark. (2006)' ya göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla sodyum asetat (300 mM, pH 3,6), 40 mM HCl ile hazırlanmış 10 mM TPTZ (2,4,6- Tris (2-pyridyl)-s- triazin) ve 20 mM demir (III) klorür çözeltisi 10:1:1 oranında karıştırılarak FRAP çalışma çözeltisi hazırlanmıştır. 150 µL örnek ekstraktı üzerine hazırlanan FRAP çalışma çözeltisinden 2850 µL ilave edilmiş ve karışım 20 °C'de karanlık ortamda 30 dk bekletilmiştir. Süre sonunda karışımın absorbansı 593 nm dalga boyunda UV-VIS spektrofotometrede okunmuş ve sonuçlar mmol Trolox Eşdeğeri (TE)/ g olarak ifade edilmiştir.

### 2.2.5 İstatistiksel değerlendirme

Çalışma 26 pikan çeşidi, 2 tekerrür ve her tekerrürde 2 analiz şeklinde yürütülmüştür. Her tekerrür için 20'şer meyve kullanılmıştır. Analiz verileri SAS istatistik paket programı (Version 6.12, SAS Institute, Cary, NC, ABD) kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile P<0.05 seviyesinde karşılaştırılmıştır. Sonuçlar ortalama±standart sapma (ort±ss) şeklinde verilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Pikan çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları

Araştırmaya konu olan pikan çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları Çizelge 2'de verilmiştir. Pikan çeşitleri arasında en yüksek toplam fenolik miktarı Shoshoni (1271.92 mg GAE/100 g) çeşidinde, daha sonra sırasıyla Wichita (1134.07 mg GAE/100 g), Mahan (1100.21 mg GAE/100 g) ve Moneymaker (1085.12 mg GAE/100 g) çeşidinde tespit edilmiştir. En

düşük toplam fenolik içeriği ise Tejas (372.94 mg/100 g) ve Curtis (373.16 mg GAE/100 g) çeşitlerinde tespit edilmiştir. Meksika'nın farklı bölgelerinde yetiştirilen Western çeşidine ait pıkan ekstraktlarında toplam fenolik miktarı 829-959 mg GAE/ 100 g olarak bulunmuştur (de la Rosa ve ark., 2014). Abe ve ark. (2010) 11 farklı sert kabuklu meyvede yaptıkları araştırmada pıkan bulunan toplam fenolik miktarını 703 mg GAE/100 g olarak belirlemiştir. Farklı sert kabuklu meyvelerde yapılan bir diğer çalışmada pıkan

meyvesinde toplam fenolik içeriği 1463.9 mg GAE/100 g olarak tespit edilmiştir (Yang ve ark., 2009). Rosales-Martínez ve ark. (2014) ve Wu ve ark. (2004) ise pıkanın toplam fenolik içeriğini sırasıyla 1225 mg GAE/100 g ve 20.16 mg GAE/g olarak belirlemiştir. Tunus'ta yetiştirilen Mahan, Moore ve Burkett çeşitlerinin toplam fenolik içerikleri 12.45-23.52 mg GAE/ g aralığında belirlenmiştir (Bouali ve ark., 2020).

Çizelge 2. Pıkan çeşitlerinin toplam fenolik ve flavonoid miktarları

Table 2. Total phenolic and flavonoid contents of the pecan cultivars

Çeşitler	Toplam fenolik miktarı (mg GAE/100g)	Toplam flavonoid miktarı (mg CE/100 g)
Big Z	753.69±6.50 g	344.45±5.74 c
Bradley	606.34±2.98 n	282.38±0.57 f
Burkett	661.12± 3.57 l	240.58±4.32 h
Curtis	373.16±3.76 t	153.95±4.12 m
Cheroke	637.19±5.35 m	335.94±4.80 c
Cheyenne	739.37±3.09 h	313.21±3.15 d
Choctaw	605.63±5.16 n	194.42±5.53 k
Comanche	563.75±4.73 o	213.74±3.99 j
Cape Fear	395.71±4.76 s	137.03±4.42 n
Desirable	904.35±5.46 f	234.08±3.42 i
Green river	438.67±5.02 r	193.65±1.97 k
Harris Super	995.30±6.28 e	388.65±3.40 d
Hasting	565.50±6.95 o	274.29±5.48 f
Mahan	1100.21±2.63 c	385.83±5.27 b
Mohawk*Stuart	719.30±2.23 i	312.60±3.30 d
Mohawk	642.70±3.50 m	178.28±3.76 l
Moneymaker	1085.12±3.82 d	232.85±4.39 i
Royal	680.02±5.71 k	247.60±4.84 h
Schley	509.01±4.70 q	275.45±1.25 f
Shawnee	549.66±0.05 p	191.94±4.05 k
Shoshoni	1271.92±3.86 a	233.51±3.86 i
Stuart	671.00±6.84 lk	154.53±4.31 m
Tejas	372.94±3.21 t	260.21±4.87 g
Western	734.79±5.43 h	296.58±5.19 e
Wichita	1134.07±6.03 b	575.32±6.83 a
Woodard	696.82±7.89 j	195.92±2.65 k

Aynı kolonda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılık P<0.05 seviyesinde önemlidir

Toplam flavonoid miktarı sonuçlarına göre 575.32 mg CE/100 g ile en yüksek toplam flavonoid içeriğine sahip pıkan çeşidi Wichita olarak belirlenmiştir. Toplam flavonoid içeriği açısından bu çeşidi sırasıyla Mahan (385.93 mg CE/100 g), Cherokee (335.94 mg CE/100g) ve Big Z (344.45 mg CE/100 g) çeşitleri takip etmiştir. Cape Fear çeşidi ise 137.03 mg CE/100 g ile toplam flavonoid miktarı en düşük çeşit olarak belirlenmiştir. de la Rosa ve ark. (2014) Western pıkan çeşidi ekstraktlarında toplam flavonoid içeriğini 345-397 mg CE/100 g olarak tespit etmişlerdir. Bir başka çalışmada pıkanın toplam flavonoid miktarı 704.7 mg CE/100 g olarak belirlenmiştir (Yang ve ark., 2009). Jia ve

ark.(2019) Çin'de yetiştirilen farklı pıkan çeşitlerinde toplam flavonoid içeriğini 240-640 mg CE/100 g arasında tespit etmişlerdir. Bouali ve ark. (2020) ise pıkan çeşitlerinde toplam flavonoid miktarını 8.64-16.07 mg CE/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Toplam fenolik ve flavonoid miktarı açısından çalışmamızdaki çeşitler arasında farklılıklar olmakla birlikte, literatür değerleri ile karşılaştırıldığında çalışmamızdaki bazı çeşitlerin toplam fenolik ve flavonoid miktarları uyumlu, bazılarının ise düşük düzeydedir. Söz konusu farklılıkların çeşit, genotip, yetiştirme bölgesi, iklim ve toprak özellikleri gibi faktörlerin yanında, analiz yöntemleri ve ekstraksiyon



koşullarından kaynaklandığı değerlendirilmektedir.

### 3.2. Pikan çeşitlerinin antioksidan aktiviteleri

Pikan çeşitlerinin antioksidan aktivitelerinin belirlenmesinde DPPH radikali giderme aktivitesi ve FRAP yöntemleri kullanılmış ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

Çalışmamızda pikan çeşitlerine ait metanol ekstraktlarının serbest radikal giderme aktivitesi DPPH radikali kullanılarak belirlenmiştir. Kararlı bir serbest radikal olan DPPH radikali koyu mor renktedir ve 515 nm'de maksimum absorbans gösterir. Bu yöntemde DPPH radikali antioksidan madde ile reaksiyona girdiğinde radikal indirgenerek renk açılması gözlemlenir ve bu renk açılması spektrofotometrik olarak izlenir. Reaksiyon ortamında DPPH radikalının % 50'sinin yok edilmesi için gereken etkili antioksidan konsantrasyonu EC<sub>50</sub> (veya IC<sub>50</sub>) değeri olarak

tanımlanır ve düşük EC<sub>50</sub> değeri yüksek radikal giderme aktivitesine işaret eder (Delgado ve ark., 2010; Büyüktuncel,2013).

Analiz sonuçlarına göre pikan çeşitlerinin EC<sub>50</sub> değerleri 3.50-11.31 mg/mL arasında değişim göstermiştir (Çizelge 3). En yüksek radikal giderme aktivitesi Shoshoni çeşidinde, daha sonra sırasıyla Choctaw (5.36 mg/mL DPPH), Stuart (5.43 mg/mL) ve Burkett (5.84 mg/mL) çeşitlerinde belirlenmiştir. En yüksek EC<sub>50</sub> değerleri dolayısıyla en düşük radikal giderme aktivitesi Shawnee (11.31 mg/mL DPPH), Schley (11.01 mg/mL DPPH), Cape Fear (10.67 mg/mL) ve Curtis (10.93 mg/mL) çeşitlerinde saptanmıştır. He ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışmada pikan metanolik ekstraktının EC<sub>50</sub> değeri 3.682 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızdaki Shoshoni çeşidine ait EC<sub>50</sub> değeri bu değerden düşük olup, dolayısıyla serbest radikal giderme aktivitesi yüksektir.

Çizelge 3. Pikan çeşitlerinin antioksidan aktiviteleri

Table 3. Antioxidant activities of the pecan cultivars

Çeşitler	EC <sub>50</sub> (mg/mL)	FRAP (mmol TE/g)
<b>Big Z</b>	8.71 ±0.03 cb	61.19± 3.51 <sub>1</sub>
<b>Bradley</b>	7.71 0.28 fde	46.02±1.20 ml
<b>Burkett</b>	5.84± 0.63 jlk	66.87 ±2.48 h
<b>Curtis</b>	10.93±0.09 a	47.33± 1.00 ml
<b>Cheroke</b>	9,29± 0.25 b	81.05± 1.11 ed
<b>Cheyenne</b>	7.91±0.03 cde	80.83± 1.93 ed
<b>Choctaw</b>	5.36±0.12 l	43.80±1.73 mn
<b>Comanche</b>	6.36 ±0.07 jh <sub>1</sub>	34.14±1.49 p
<b>Cape Fear</b>	10.67± 0.62 a	29.63± 1.10 q
<b>Desirable</b>	7.09 ±0.04 fhge	72.33± 0.71 g
<b>Green river</b>	7.92 ±1.01 cde	37.71± 2.45 o
<b>Harris Super</b>	6.78± 0.48 hg <sub>1</sub>	99.90 ±3.06 c
<b>Hasting</b>	8.62± 0.48 cb	66.58± 1.38 h
<b>Mahan</b>	7.30 0.04 fge	112.10± 0.28 b
<b>Mohawk*Stuart</b>	8.29± 0.01 cd	83.36± 2.97 d
<b>Mohawk</b>	6.15± 0.19 jlk <sub>1</sub>	49.46± 1.34 kl
<b>Moneymaker</b>	6.25 ±0.07 jhk <sub>1</sub>	77.86± 1.20 ef
<b>Royal</b>	6.30± 0.26 jh <sub>1</sub>	55.14±0.74 j
<b>Schley</b>	11.01± 0.09 a	74.79± 0.56 gf
<b>Shawnee</b>	11.31± 0.21 a	26.21± 1.17 q
<b>Shoshoni</b>	3.50± 0.16 m	99.17±0.91 c
<b>Stuart</b>	5.43± 0.62 lk	41.22± 0.26 on
<b>Tejas</b>	6.45± 0.23 jhg <sub>1</sub>	59.80± 1.75 i
<b>Western</b>	6.90± 0.64 fhg <sub>1</sub>	62.47± 1.24 i
<b>Wichita</b>	7.71± 0.08 fde	147.93 ±1.00 a
<b>Woodard</b>	8.43± 0.06 cd	51.74±2.34 kj

Aynı kolonda farklı harflerle gösterilen ortalama değerler arasındaki farklılık P<0.05 seviyesinde önemlidir

Pikan çeşitlerinin FRAP değerleri Çizelge 3'te verilmiş olup, 26.21-147.93 mmol TE/g arasında değişim göstermiştir. En yüksek FRAP değeri Wichita çeşidinde, daha sonra sırasıyla Mahan (112.10 mmol

TE/g), Harris Super (99.90 mmol TE/g) ve Shoshoni (99.17 mmol TE/g) çeşitlerinde belirlenmiştir. En düşük FRAP değeri ise Shawnee (26.21 mmol TE/g) çeşidinde saptanmıştır. Bouali ve ark. (2020) üç pikan çeşidinin

yenilebilir kısımlarında FRAP değerini 36.279-115.428 mmol/ 100 g olarak belirlemiş, Mahan çeşidinin en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Bulgularımız bu değerlerle uyumludur.

Çalışmamızda EC<sub>50</sub> ve FRAP değerleri incelendiğinde, iki yöntemde de antioksidan aktivitesi yüksek olarak değerlendirilen çeşitlerin farklı olduğu görülmektedir. Kullanılan yöntemlerin farklı reaksiyonlara dayalı olması, bu yöntemlerin birbiriyle kıyaslanmasını güçleştirmektedir. Ayrıca uygulanan yöntemlerde farklı standartlar ve parametreler kullanılması aynı çeşit için farklı sonuçlar verebilmektedir (Büyüktuncel, 2013). Diğer yandan, Shawnee, Schley ve Cape Fear çeşitlerinin her iki yöntemin sonuçlarına göre antioksidan aktivite açısından düşük değerlerde olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda pikanın içerdiği fenolik ve flavonoid içeriği ile antioksidan aktivitesi arasındaki korelasyonun yüksek olduğu bulunmuştur (Yang ve ark., 2009; Abe ve ark., 2010; Jia ve ark., 2018; Bouali ve ark., 2020; Flores-Córdova ve ark., 2016; He ve ark., 2011). Çalışmamızda antioksidan aktivite açısından öne çıkan Shoshoni, Wichita ve Mahan gibi bazı çeşitlerin toplam fenolik ve flavonoid miktarlarının da diğer çeşitlere göre daha yüksek olduğu Çizelge 2'den görülmektedir. Literatürde pikan meyvesinde elajik asit, gallik asit, kateşin, epikateşin, *p*-hidroksibenzoik asit, protokateşinik asit gibi antioksidan etkili fenolik bileşenler bulunduğu tespit edilmiştir (de La Rosa 2014; Jia ve ark., 2018; Jia ve ark., 2019; Bouali ve ark., 2020). Jia ve ark. (2018) pikanda tespit edilen (+)-kateşin ve (-)-epikateşinin antioksidan aktiviteden sorumlu başlıca fenolik bileşenler olduğunu rapor etmişlerdir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışma ile Antalya ili BATEM genetik kaynak parselinde bulunan 26 pikan çeşidinin toplam fenolik, flavonoid ve antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Söz konusu çeşitler arasında incelenen kriterler açısından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre Shoshoni, Wichita ve Mahan çeşidi antioksidan özellikler açısından öne çıkmıştır. Araştırma sonuçlarının, sağlık üzerine yararlı bileşenler içerdiği saptanan pikanın tüketiminin artırılması yönünde olumlu etkisi olacağı ve üretiminin artırılmasına katkı sunması bakımından yararlı olacağı değerlendirilmektedir. Ayrıca yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından, bu çeşitlerin antioksidan özelliklerinin ortaya konulması ileride yapılacak ıslah çalışmalarına da bir temel teşkil edebilecektir. Bu alanda yapılacak bilimsel çalışmalarda, pikan çeşitlerinde fenolik bileşenler, tokoferoller, yağ asidi bileşenleri gibi diğer özelliklerin araştırılması da tavsiye edilmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen TAGEM/BBAD/B/18/A1/P5/341 No'lu proje verilerinden derlenmiştir.

#### Kaynaklar

- Abe, L. T., Lajolo, F. M., Genovese, M. I., 2010. Comparison of phenol content and antioxidant capacity of nuts. *Food Science and Technology*, 30: 254-259. Doi:10.1590/S0101-20612010000500038.
- Alkan, G., Algül, B. E., & Dalkılıç, Z., 2014. Pikan tohumlarının çimlenme hızının belirlenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(2): 1-6.
- Anonim, 2020. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/batem>. (Erişim tarihi: 03.06.2020).
- Bouali, I., Trabelsi, H., Herchi, W., Martine, L., Albouchi, A., Bouzaïen, G., Berdeaux, O., 2014. Analysis of pecan nut (*Carya illinoensis*) unsaponifiable fraction. Effect of ripening stage on phytosterols and phytostanols composition. *Food chemistry*, 164, 309-316. Doi:10.1016/j.foodchem.2014.05.029.
- Bouali, I., Tsafouros, A., Ntanos, E., Albouchi, A., Boukhchina, S., Roussos, P. A., 2020. Inter-cultivar and temporal variation of phenolic compounds, antioxidant activity and carbohydrate composition of pecan (*Carya illinoensis*) kernels grown in Tunisia. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 61(1): 183-196. Doi:10.1007/s13580-019-00188-8.
- Büyüktuncel, E., 2013. Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler, *Marmara Pharmaceutical Journal*, 17: 93-103. Doi: 10.12991/201317377.
- Cemeroğlu, B., 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:34, Genişletilmiş 2. Baskı, 657s, Ankara
- Corthout, J., Pieters, L. A., Claeys, M., Berghe, D. V., Vlietinck, A. J., 1991. Antiviral ellagitannins from *Spondias mombin*. *Phytochemistry*, 30(4): 1129-1130. Doi:10.1016/S0031-9422(00)95187-2.
- de la Rosa L.A., Vazquez-Flores, A. A., Alvarez-Parrilla, E., Rodrigo-García, J., Medina-Campos, O. N., Ávila Nava, A., González-Reyes, S., Pedraza-Chaverric, J., 2014. Content of major classes of polyphenolic compounds, antioxidant, antiproliferative, and cell protective activity of pecan crude extracts and their fractions. *Journal of functional foods*, 7: 219-228. Doi:10.1016/j.jff.2014.02.008.
- de la Rosa, L. A., Alvarez-Parrilla, E., Shahidi, F., 2011. Phenolic compounds and antioxidant activity of

- kernels and shells of Mexican pecan (*Carya illinoensis*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 59(1): 152-162. Doi:10.1021/jf1034306.
- Delgado, T., Malheiro, R., Pereira, J. A., Ramalhosa, E., 2010. Hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels as a source of antioxidants and their potential in relation to other nuts. Industrial Crops and Products, 32(3): 621-626. Doi:10.1016/j.indcrop.2010.07.019.
- Eitenmiller, R. R., Pegg, R. B., 2009. Compositional characteristics and health effects of pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch]. Tree Nuts. Composition, Phytochemicals and Health Effects, 259-283.
- Flores-Córdova, M. A., Sánchez Chávez, E., Chávez-Mendoza, C., García-Hernández, J. L., Preciado-Rangel, P. (2016). Bioactive compounds and phytonutrients in edible part and nutshell of pecan (*Carya illinoensis*). Cogent Food and Agriculture, 2(1):1262936.
- Gu, L., Kelm, M. A., Hammerstone, J. F., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Prior, R. L., 2004. Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. The Journal of nutrition, 134(3): 613-617. Doi:org/10.1093/jn/134.3.613.
- Haddad, E. H., 2011. Health effects of a pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] Nut-rich Diet. In: Preedy, V. R., Watson, R. R. (Eds.) Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention. Academic Press, pp. 891-898.
- He, Z., Fu, M., Mao, L., 2011. Total phenolic, condensed tannin and antioxidant activity of four *Carya* species from China. African Journal of Biotechnology, 10(51): 10472-10477. Doi: 10.5897/AJB10.1501.
- Jia, X., Luo, H., Xu, M., Wang, G., Xuan, J., Guo, Z., 2019. Investigation of Nut Qualities of Pecan Cultivars Grown in China. Journal of Plant Sciences, 7(5): 117-124. doi:10.11648/j.jps.20190705.13.
- Jia, X., Luo, H., Xu, M., Zhai, M., Guo, Z., Qiao, Y., Wang, L., 2018. Dynamic changes in phenolics and antioxidant capacity during pecan (*Carya illinoensis*) kernel ripening and its phenolics profiles. Molecules, 23(2): 435. Doi:10.3390/molecules23020435.
- Lombardini, L., Villarreal-Lozoya, J. E., Cisneros-Zevallos, L., 2007. Antioxidant properties of pecan kernels. II International Symposium on Human Health Effects of Fruits and Vegetables: FAVHEALTH 2007, 841: 91-96.
- Morgan, W. A., Clayshulte, B. J., 2000. Pecans lower low density lipoprotein cholesterol in people with normal lipid levels. Journal of the American Dietetic Association, 100(3): 312-318. Doi:10.1016/S0002-8223(00)00097-3.
- Okuda, T., 2005. Systematics and health effects of chemically distinct tannins in medicinal plants. Phytochemistry, 66(17): 2012-2031. Doi:10.1016/j.phytochem.2005.04.023.
- Oroian, M., Escriche, I., 2015. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. Food Research International, 74: 10-36. Doi:10.1016/j.foodres.2015.04.018.
- Rajaram, S., Burke, K., Connell, B., Myint, T., Sabaté, J., 2001. A monounsaturated fatty acid-rich pecan-enriched diet favorably alters the serum lipid profile of healthy men and women. The Journal of Nutrition, 131: 2275-2279. Doi:10.1093/jn/131.9.2275.
- Rosales-Martínez, P., Arellano-Cárdenas, S., Dorantes-Álvarez, L., García-Ochoa, F., López-Cortez, M. D. S., 2014. Comparison between antioxidant activities of phenolic extracts from Mexican peanuts, peanuts skins, nuts and pistachios. Journal of the Mexican Chemical Society, 58(2), 185-193.
- Ryan, E., Galvin, K., O'connor, T. P., Maguire, A. R., O'brien, N. M., 2006. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of brazil, pecan, pine, pistachio and cashew nuts. International journal of food sciences and nutrition, 57(3-4): 219-228. Doi:10.1080/09637480600768077.
- Segura, R., Javierre, C., Lizarraga, M. A., Ros, E., 2006. Other relevant components of nuts: phytosterols, folate and minerals. British Journal of Nutrition, 96(S2): 36-44. Doi:10.1017/BJN20061862.
- Shahidi, F., Ambigaipalan, P., 2015. Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects—A review. Journal of functional foods, 18: 820-897. Doi:10.1016/j.jff.2015.06.018.
- Singh, R. P., Sharad, S., Kapur, S., 2004. Free radicals and oxidative stress in neurodegenerative diseases: relevance of dietary antioxidants. Journal, Indian Academy of Clinical Medicine, 5(3): 218-225.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Method Enzymology, 299: 152-178. Doi:10.1016/S0076-6879(99)99017-1.
- Thaipong, K., Boonprakob, U., Crosby, K., Cisneros-Zevallos, L., Byrne, D. H., 2006. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. Journal of food composition and analysis, 19(6-7): 669-675. Doi: 10.1016/j.jfca.2006.01.003.
- Thompson, T. E., Grauke, L. J., Young, E. F., 1996. Pecan kernel color: standards using the Munsell color notation system. Journal of the American Society for Horticultural Science, 121(3): 548-553. Doi:10.21273/JASHS.121.3.548.
- USDA, 2013. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods, Release 3.1 In: U.S. Department of Agriculture.

- Venkatachalam, M., 2004. Chemical composition of select pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] varieties and antigenic stability of pecan proteins. 2004. 90p. (Dissertation) - College of Human
- Venkatachalam, M., Kshirsagar, H. H., Seeram, N. P., Heber, D., Thompson, T. E., Roux, K. H., Sathe, S. K., 2007. Biochemical composition and immunological comparison of select pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. Journal of agricultural and food chemistry, 55(24): 9899-9907. Doi:10.1021/jf0714721.
- Villarreal-Lozoya, J. E., Lombardini, L., Cisneros-Zevallos, L., 2007. Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. Food Chemistry, 102: 1241-1249. Doi:10.1016/j.foodchem.2006.07.024.
- Wakeling, L. T., Mason, R. L., D'Arc, B. R., Caffin, N. A., 2001. Composition of pecan cultivars Wichita and western Schley [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] grown in Australia. Journal of agricultural and food chemistry, 49(3): 1277-1281. Doi:10.1021/jf000797d.
- Wu, X., Beecher, G. R., Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., Prior, R. L., 2004. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. Journal of agricultural and food chemistry, 52(12): 4026-4037. Doi:10.1021/jf049696w.
- Yang, J., Liu, R. H., Halim, L., 2009. Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. LWT-Food Science and Technology, 42(1): 1-8. Doi:10.1016/j.lwt.2008.07.007.
- Zhishen, J., Tang, M., Wu, J., 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. Food Chemistry, 64: 555-559. Doi:10.1016/S0308-8146(98)00102-2.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.753302

## Farklı Ana Materyal Üzerinde Oluşmuş Toprakların Fiziko-kimyasal ve Besin Elementi İçeriklerinin Enterpolasyon Yöntemle Değerlendirilmesi

● Hüseyin Şenol<sup>a</sup>, ● Pelin Alaboz<sup>a\*</sup>, ● Orhan Dengiz<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-Isparta

<sup>b</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-Samsun

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [pelinalaboz@isparta.edu.tr](mailto:pelinalaboz@isparta.edu.tr)

Geliş/Received 15/06/2020

Kabul/Accepted 21/09/2020

### ÖZET

Bu çalışmada; Afyon - Sandıklı ilçesinde farklı ana materyal üzerinde oluşmuş yüzey toprak örneklerinin fiziko-kimyasal özellikleri belirlenmiş, ters mesafe ağırlıklı enterpolasyon (IDW) yöntemi aracılığıyla konumsal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların durumlarının değerlendirilmesi amacıyla yapılan çalışmada; kireçtaşı ana materyali üzerinde yer alan toprakların pH'sı hafif alkalin, kireç içerikleri yüksek, mikro element içerikleri ise noksanlık seviyelerinde belirlenmiştir. Genellikle orta-ince tekstür grubu içerisinde olan toprakların özelliklerindeki varyasyon yüksek seviyelerde belirlenmiştir. Tüf ve andezit ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların kil, kireç ve Ca içeriği düşük seviyelerde tespit edilmiştir. Eğimli ve zayıf mera alanlarında organik madde oranı orta ve az düzeylerde iken en düşük organik madde, çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltası ana materyallerin parçalanma-ayrışması ile meydana gelen alüvyonlarda belirlenmiştir. Alüvyon ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların potasyum içeriği ise çoğunlukla tarım alanlarında yeterli, eğimli alanlarda ise daha düşük seviyelerde bulunmuştur. Ayrıca bazalt ve volkanit ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda ise mikro element yeterli seviyelerde tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda makro ve mikro elementlerin dağılımının ana materyalin çeşidi ve arazi kullanımı/arazi örtüsünden önemli ölçüde etkilendiği belirlenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Ana materyal  
Toprak özellikleri  
Besin elementi  
Konumsal dağılım

### Evaluation of The Physico-chemical and Nutrient Elements Status of Soils Formed on Different Parent Materials Using Interpolation Method

#### ABSTRACT

In this study; the physico-chemical and nutrient elements of the surface soil samples formed on different parent materials in the Afyon - Sandıklı district were determined, and spatial distribution maps were created through the interverse distance weighted interpolation (IDW) method. In the study conducted to evaluate the condition of the soils formed on different materials; The soil reaction of the soils on the limestone parent material is slightly alkaline, the lime content was high, and the micro element contents were determined at the deficiency levels. The variation in the properties of soils, which are generally in the moderate-fine texture group, was determined at high levels. Clay, lime and Ca content of soils formed on tuff and andesite parent material were found at low levels. While the rate of organic matter in the sloping and weak pasture areas was moderate and low, the lowest organic matter was determined in the mudstone, sandstone and conglomerate parent materials that alluviums occur with their disintegration-decomposition. The potassium content of the soils formed on the alluvium parent material was found to be at a sufficient level in agricultural areas and at a lower level in inclined areas. In addition, in the soils formed on basalt and volcanite parent material, micro elements were determined at sufficient levels. As a result of the study, they determined that the distribution of macro and micro elements was significantly affected by the type of parent material and land use/land cover.

**Keywords:**  
Parent material  
Soil properties  
Nutrient  
Spatial distribution

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Günümüzde, artan nüfusun bir taraftan fazla ve kaliteli ürün elde etme baskısı oluşturması diğer taraftan gelişen sanayileşmeyle birlikte tarımsal arazilerin amaç dışı kullanımı, verimli toprakların giderek azalmasına yol açmaktadır. Toprak verimliliği ve bitki gelişimini önemli düzeyde etkileyen toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin değişimleri büyük oranda toprak oluşturan faktörlerin etkilerine göre şekillenmektedir. Sürdürülebilir tarımsal arazi kullanımları için toprakların tarımsal uygulamalardan ve ekolojik değişimlerden kaynaklanan etkileşimlerini iyi izlemek gerekmektedir. Toprak oluşumu kayaların veya herhangi bir gevşek materyalin parçalanması, ayrışması ile başlar ve çevre koşulları ile dinamik dengeye ulaşmaya kadar devam eder (Şimşek, 2000). Herhangi bir zamanda yapılan mineralojik veya kimyasal analizler toprak oluşturan faktörlerin ana materyal üzerinde etkisinin göstergesidir. Zamana bağlı olarak başlangıç materyalinden fiziksel ve kimyasal olarak önemli derecede farklı özellikler ve değişen yaşlara sahip topraklar meydana gelir. Yağış ve sıcaklık kimyasal, fiziksel ve biyolojik ayrışmanın tipini ve miktarını belirleyen en önemli unsurlardandır (Dahlgren ve ark., 1997; Birkeland, 1999). Bu faktörlerin sabit olduğu alanlarda toprakların farklı özellikler göstermesi diğer toprak oluşturan faktörlerin değişimine bağlıdır.

Birçok çalışmada, farklılaşan toprak oluş faktörlerine göre toprak özelliklerinde değişimlerin olduğu belirlenmiştir (Davies, 1995; Rishirumuhirwa 1997; Okalebo ve ark., 2006; Syldie, 2017). Pal ve ark. (2014), farklı ana materyallerden oluşmuş kırmızı renkli topraklarda, demir ve alüminyum toksik N, P ve K'yı yetersiz seviyede belirlerken, Hauser ve Billing (2017), parçalanma ayrışma derecesinin ileri düzeyde olduğu profillerde organik maddenin, daha hızlı parçalandığını tespit etmiştir. Benedetti ve ark. (2011), bazalt ya da alüviyal etkinin olduğu alanlarda yüksek baz saturasyonu ve kaolinit ile birlikte 2:1 tipi kil minerallerinin varlığını bildirirken, Araujo ve ark., (2014) farklı ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların ileri derecede ayrışmasına bağlı olarak ana kayanın Fe, Al ve Si içeriği ile toprakların diğer özellikleri arasında önemli bir ilişki olmadığını belirtmiştir. Ekberli ve Dengiz (2017) bazalt ana materyali ve farklı topografik pozisyonlar üzerinde oluşmuş toprakları inceledikleri çalışmada; yamaç arazilerde yer alan toprakları Lithic Ustorthent alt grubunda, düz düze yakın eğimli taban ve tepe üstü/plato düzlüklerinde yer alan topraklar ise Typic Haplustert sınıfında belirlemişlerdir. Yarı kurak şartlarda trakit/trakiandezit ana materyal üzerinde oluşan topraklar üzerinde çalışan Şenol ve ark. (2014) makro elementler ve kil mineralojisindeki değişimlerin kısa mesafede bakı ve eğimin ayrışmaya olan etkisinden kaynaklandığını bildirmiştir. Literatürlerden de anlaşıldığı gibi özellikle tarımsal arazi olarak

değerlendirilecek alanların verimlilik durumlarının incelenmesi ve uygunluğunun araştırılması aşamasında farklı özelliklere sahip ana materyal kaynağının bilinmesi oldukça önemlidir.

Toprak verimliliği ile doğrudan ilişkili olan toprak parametrelerinin kısa mesafelerde gösterdiği değişimlerin belirlenebilmesinde geleneksel analiz yöntemleri zaman ve maliyet açısından önemli güçlükler yaratmaktadır. Bu amaçla enterpolasyon yöntemlerle dağılımlarının değerlendirilmesi, toprak verimliliğini etkileyen tüm değişken süreçlerinin takip edilmesi, belirlenmesi, yorumlanması ve etkili bir yönetim biçimi geliştirebilmek açısından oldukça önemlidir. Toprak özelliklerinin farklı enterpolasyon yöntemler kullanılarak yüksek doğruluk ile dağılım haritalarının oluşturulabileceği birçok çalışmada ortaya konmuştur (Özyazıcı ve ark., 2016; Tunçay ve ark., 2018; Dengiz ve ark., 2019; Aydın ve Dengiz, 2019; Celilov ve Dengiz, 2019). Söz konusu bu uygulamaların kullanımıyla bölgenin genel durumunun değerlendirilmesi, sürdürülebilir bir toprak yönetimi için oldukça önemli olarak düşünülmektedir. Bu çalışmada; Afyon ili sandıklı ilçesinde bulunan benzer iklim etkisi altında farklı ana materyal üzerinde oluşmuş olan toprakların fiziko-kimyasal özellikleri ve besin elementlerinin enterpolasyon yöntemler ile değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

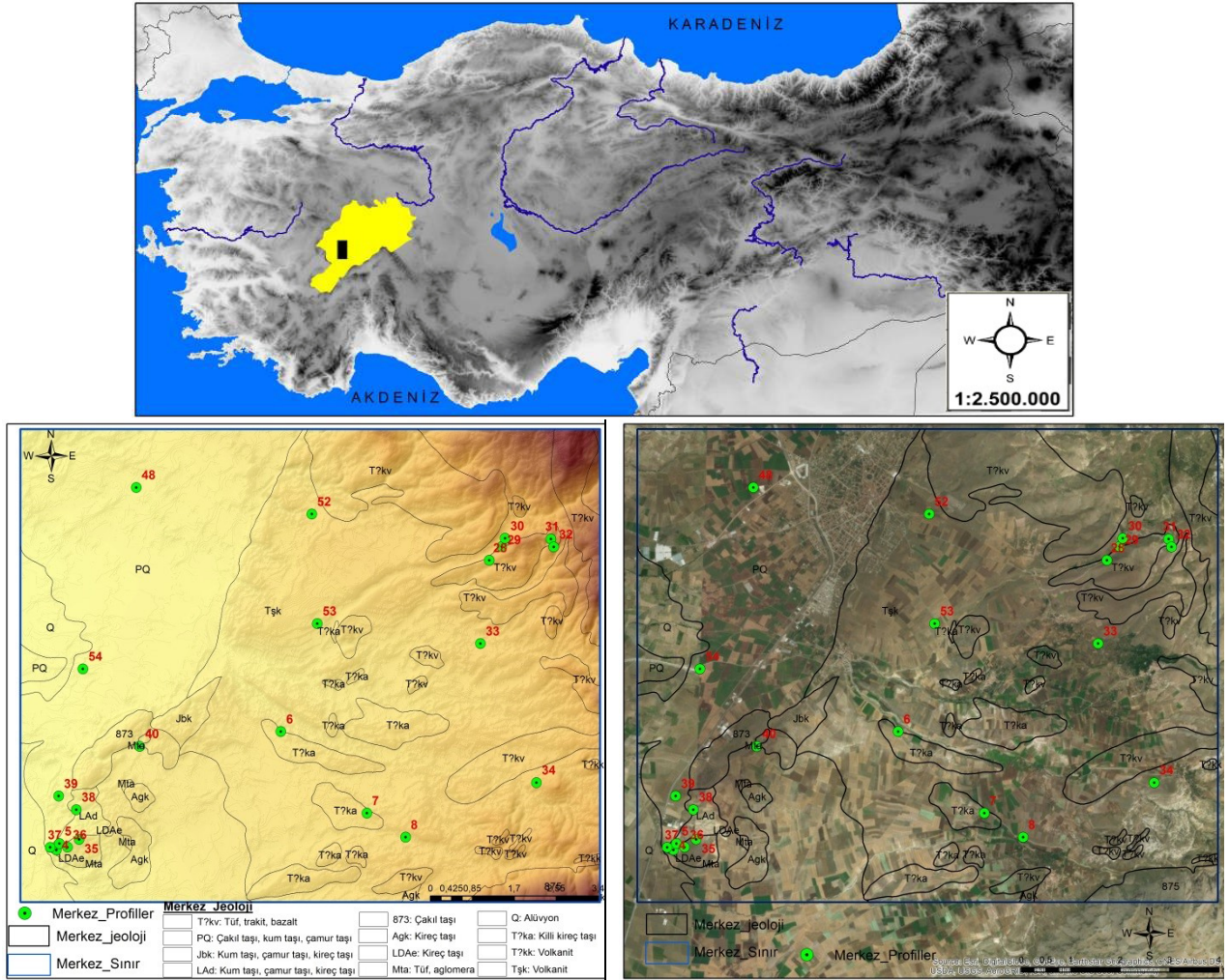
### 2.1 Çalışma alanı

Çalışma alanı, Afyon il sınırları içerisinde Sandıklı merkez ve çevresini içeren 1019 m ile 1544 m arasındaki yüksekliğe sahip 11268 ha alanı kaplayan, batıdan doğuya doğru taban araziden tepelik ve dağlık bir topografya sergilemektedir (Şekil 1). Bu alan içerisinde yer alan taban arazilerin dağılımı oldukça geniş yer kaplamaktadır. Bölgenin % 48.37'i tarımsal alan % 49.79'lık kısmı orman ve yarı doğal alanlar % 1.58'i yapay bölge ve % 0.26'sı ise su kütlelerini oluşturmaktadır (Corine, 2018). Çalışma alanına ait iklim verileri uzun yıllara (1960 – 2018) ait Afyonkarahisar (Şuhut) Meteoroloji istasyonu rasat verilerine göre, yıllık ortalama sıcaklık 10.8 °C, yıllık yağış 362.40 mm, yıllık buharlaşma 663.08 mm'dir. Toprak sıcaklık rejimi "Mesic", toprak nem rejimi ise "Xeric" altgrup olarak "Dry Xeric" olarak belirlenmiştir (Van Wambeke, 2000). Çalışma alanı 1/100.000 ölçekli toprak haritasında genel olarak işlemeli tarıma uygun olmayan veya sınırlı olarak uygun olan arazilerle orman rejimindeki arazi sınıfına girmiş olsa da alanın büyük bir kısmı tarıma açılmış ve halen tarım yapılmaktadır. Belirtilen alan genel olarak kuru tarımın yoğun olduğu, çok az bir kısmını ise birinci derece önemli tarım arazi sınıfına girdiği belirtilmiştir (KGM, 1994). Alanın temelinde Paleozoyik yaşlı çeşitli şist ve metakvarsitlerden meydana gelen metamorfik kayalar



bulunur (Şekil 1). Metamorfik kayalar Öngür (1973) tarafından “Afyon Paleozoyik Grubu” olarak adlandırılmıştır. Temelde yer alan bu metamorfik kayaların üzerinde, Mesozoyik dönemde çakıl taşı, kumtaşı, silt taşı gibi kırıntılı ve dolomitik kireçtaşı, kireçtaşı gibi kimyasal sedimanter kayalar uyumsuz olarak yer alırlar. Birim Karatepe, Dere alanı ve Akdağ formasyonlarının parçalanma-ayırışma ürünlerinin

temelini oluşturur. Karatepe Formasyonu Afşin (1991), Dere alanı formasyonu Çakmakoglu (1986) ve Afşin (1991) ve Akdağ formasyonu Öztürk (1981) ve Afşin (1991) tarafından adlandırılmıştır. Söz konusu bu alandan ana kaya-ana materyal, arazi şekli-topografya ve arazi kullanım-arazi örtüsü farklılıkları göz önünde bulundurulurken merkez ve çevresinden olmak üzere 23 noktada yüzey toprak örnekleme yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı, uydu görüntüsü ve jeolojisi  
Figure 1. Study area, satellite view and geology

## 2.2 Toprak Analizler

Araziden getirilen toprak örnekleri, taş ve çakıllardan temizlenerek 2 mm'lik veya 0.5 mm'lik elekten geçirilerek bazı toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlenmiştir. Tane büyüklük dağılımı hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951) topraklara ait pH ve EC, saturasyon çamurunda (Anonymous, 1954), Kireç içerikleri, CaCO<sub>3</sub> eşdeğerleri olarak Scheibler kalsimetresi ile volumetrik metotla (Hızalan ve Ünal, 1966), organik madde belirlemesi, değiştirilmiş

Walkley-Black yöntemine göre (Jackson, 1958), Değişebilir katyonlar (Mg<sup>++</sup>, Ca<sup>++</sup>, Na<sup>+</sup> ve K<sup>+</sup>), amonyum asetat ile mikro besin elementler (Fe, Cu, Zn, Mn) ise DTPA ile ekstrakte edilerek atomik absorpsiyon spektrofotometresinde belirlenmiştir (Kacar, 2009). Toprak özelliklerine ait ele alınan parametrelerin eşik düzeylerini belirlemek amacıyla bazı literatürlerden (Lindsay ve Norvell, 1978; FAO, 1990; Moran ve ark. 2000; Arshad ve Martin, 2002; Boruvka ve ark. 2005; Hazelton ve Murphy, 2007) yararlanılmış ve Çizelge 1'de belirtilmiştir.

Çizelge 1. Bazı toprak özelliklerine ait eşik değerler  
Table 1. Threshold values for some soil properties

Parametreler	Birim	Sınıf				
		Fazla	Yeterli	Orta	Az	Çok az
Yarayışlı Makro Element						
N	%	> 0.32	0.17-0.32	0.09-0.17	0.0045-0.09	< 0.0045
P	mg kg <sup>-1</sup>	> 80	25-80	8.0-25	2.5-8.0	< 2.5
K	cmol (+) kg <sup>-1</sup>	> 2.56	0.74-2.56	0.74-0.28	0.13-0.28	< 0.13
Ca	cmol (+) kg <sup>-1</sup>	> 50	17.5-50	5.75-17.5	1.19-5.75	< 1.19
Mg	cmol (+) kg <sup>-1</sup>	> 12.5	4.0-12.5	1.33-4.0	0.42-1.33	< 0.42
Yarayışlı Mikro Element						
Mn	mg kg <sup>-1</sup>	> 170	50-170	14-50	4-14	< 4
Zn	mg kg <sup>-1</sup>	> 8.0	2.4-8.0	0.7-2.4	0.2-0.7	< 0.2
Fe	mg kg <sup>-1</sup>	>4.5	2.0-4.5	1.0-2.0	1.0-0.2	< 0.2
Cu	mg kg <sup>-1</sup>	> 0.2	-	-	-	< 0.2
Kimyasal Özellikler						
CaCO <sub>3</sub>	%	Çok fazla > 20	Fazla 15-20	Yeterli 5-15	Orta 1-5	Az 0-1
Tuz / EC	% / dS m <sup>-1</sup>	Çok Tuzlu >0.65 / >8	Tuzlu 0.50-0.65 /6-8	Orta tuzlu 0.15-0.30 / 2-4	Hafif 0.30-0.50 / 4-6	Tuzsuz 0-0.15 / 0-2
pH	1:2,5 (w/v)	Hafif asit/hafif alkalin 6.5-7.5	Alkalin 7.5-8.5	Asit 5.5-6.5	Kuvvetli asit 4.5-5.5	Çok kuvvetli asit/kuvvetli alkali <4.5->8.5
OM	%	Fazla >3	Yeter 2-3	Orta 1-2	Az 0.5-1	Çok az 0-0.5

### 2.3 Tanımlayıcı istatistikler ve konumsal dağılım haritalarının oluşturulması

Toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri Minitap 16 paket programı aracılığıyla değerlendirilmiştir. Çalışma alanı içerisinde dağılım gösteren topraklara ait bazı fiziko-kimyasal özellikleri ait konumsal dağılım haritaları oluşturmak amacıyla bilimsel çalışmalarda en yaygın olarak kullanılan enterpolasyon modellerden birisi olan Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon (IDW) kullanılmıştır (Achilleos, 2011; Taşan ve Demir, 2017; Li ve ark., 2018; Özdemir ve ark, 2019). Bu modelin esası değeri bilinen noktadan değeri bilinmeyen nokta değerini tahmin etmeye dayanmaktadır. Bu değerinin hesaplanmasında ise uzaklıkların ters mesafe fonksiyonlarından yararlanmaktadır. Bu varsayım değeri bilinen noktadan hedeflenen noktaya olan uzaklık arttıkça benzerliklerin azaldığı mantığına dayanmaktadır (Shepard, 1968; Li ve Heap, 2008). IDW yönteminde enterpolasyon fonksiyonu aşağıdaki gösterilen eşitlik kullanılarak hesaplanmaktadır (Eşitlik 1).

$$\lambda_i = \frac{1/d_i^p}{\sum 1/d_i^p} \quad (1)$$

Eşitlikte  $d_i$ ,  $x_0$  ve  $x_i$  noktaları arasındaki mesafeyi,  $p$  üssel parametre ve  $n$  örnek sayısıdır.

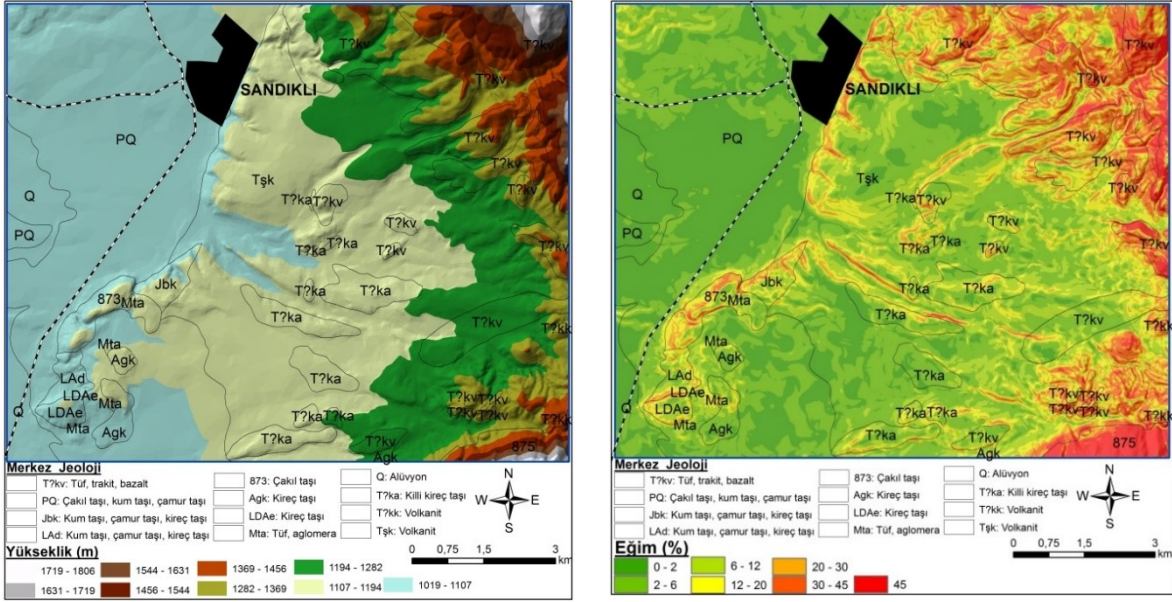
### 3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma alanı içerisinde yer alan jeolojik patternin yükselti ve eğime olan dağılım özelliği Şekil 2'de verilmiştir. Alanın batı, güney batı ve kuzey batı kesimlerini 1019 ile 1107 m yükseltiye sahip olan çakıl taşı, kum taşı ve çamur taşı ana materyale sahip düz, düze yakın eğimli taban araziler oluşturmaktadır. Bu alanlar çoğunlukla tarım arazileri olarak değerlendirilmektedir. Buna karşın güney, güney doğu ve kuzey doğu ile eğimin arttığı dik yamaçların olduğu, çoğunlukla tüf, trakit, bazalt gibi volkanik ana kayalarının yanı sıra 1107 ve 1194 metrelerde yer yer killi kireçtaşları bulunmaktadır. Bu alanlar ise çoğunlukla mera arazileri oluşturmaktadır.



Toprakların tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 2’de belirtilmiştir. Toprakların % 39.13’ü CL, % 8.69’u L, % 17.39’u C, % 13.04’ü SCL, % 21.73’ü SL bünye grubu içerisinde belirlenmiştir. Wilding (1985)’ e göre toprak özelliklerinden pH “düşük” (<% 15) silt, kum “orta” (%15-35) diğer özellikler “yüksek” (> % 35) varyasyon göstermiştir. Toprak özelliklerinden silt,

kum, pH, Ca içerikleri normale göre sola çarpık (-), diğer özellikler sağa çarpık (+) bir dağılım göstermiştir. Çarpıklık katsayısı en yüksek normalden en uzak dağılım gösteren özellik Na olarak belirlenmiştir. Toprakların stabil özellikleri dinamik özelliklere göre daha dar bir aralıkta değişmektedir (Wilding ve ark., 1994).



Şekil 2. Yükselti ve eğim haritalarının jeolojik pattern ile birlikte gösterimi  
Figure 2. Display of elevation and slope maps with geological pattern

Yüzeysel topraklara ait bünye dağılımları Şekil 3’de verilmiştir. Toprakların kum, silt ve kil içerikleri sırasıyla % 12.99 - 65.71, 8.29 - 36.64, 8.81 - 68.51 olarak belirlenmiştir. Kil genelde Sandıklı ilçesinin batısında dağılım gösteren çamur taşı ana materyal üzerinde yer alan topraklarda % 60’lara kadar artış gösterirken bu oran alanın kuzeydoğusundaki tüf ve andezitler üzerinde bulunan topraklarda % 9’lara kadar azalmaktadır. Alanın orta kesimlerinde bulunan killi kireçtaşı-marn üzerinde ise genellikle % 25 ile % 40 arasında değişim göstermektedir. Bu dağılım ana materyalin, toprakların kil içeriklerine yönelik önemli etki etmiş olabildikleri gibi eğimin ve zayıf bitki örtüsü

nedeniyle ince materyallerin taşınması sonucu özellikle eğimin az olduğu taban arazilerde birikmesi nedeniyle de bu alanlarda artmasına neden olabilmektedir. Diğer taraftan kum ise kil dağılım deseninin tersi durumu sergilemekte olup alanın kuzeydoğu kesimlerindeki tüf, andezit gibi kayalar üzerinde yer alan topraklarda kum oranı % 60 düzeylerine ulaşabilmektedir. Ayrıca yer yer çakıl taşı, kumtaşı gibi alüvyal materyaller üzerinde yer alan topraklarda %40-50 arasında dağılım gösterebilmektedir. Silt ise, alanın özellikle güney batısında yer alan kireçtaşları üzerindeki topraklarda daha fazla dağılım gösterirken kuzey doğuda yer alan tüfler üzerindeki topraklarda %8’lere kadar azalmaktadır.

Çizelge 2. Toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri

Table 2. Descriptive statistics of soil properties

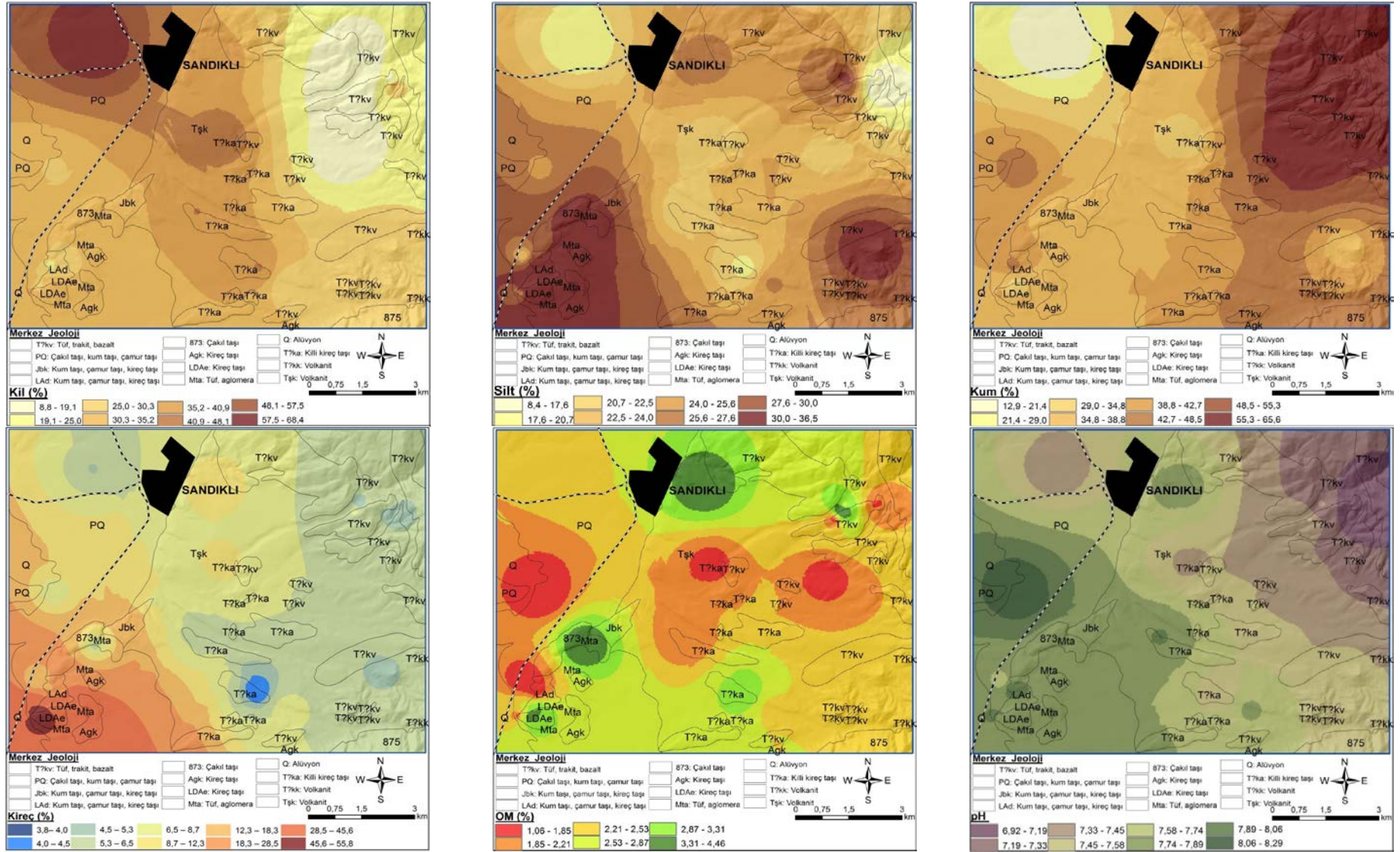
	Ortalama	Std sap.	CV	Min	Max	Çarpıklık	Basıklık
<b>Kil</b>	30.85	12.85	41.66	8.81	68.51	0.78	2.23
<b>Silt</b>	25.67	7.11	27.70	8.29	36.64	-0.42	0.07
<b>Kum</b>	43.48	12.71	29.24	12.99	65.71	-0.05	0.17
<b>pH</b>	7.62	0.32	4.31	6.92	8.30	-0.22	-0.08
<b>EC</b>	0.14	0.12	87.48	0.04	0.67	3.70	15.85
<b>OM</b>	2.41	1.030	42.73	1.06	4.48	0.78	-0.53
<b>CaCO<sub>3</sub></b>	15.82	17.83	112.69	3.83	55.86	1.45	0.33
<b>P</b>	10.03	4.50	44.86	3.04	19.43	0.27	-0.72
<b>Ca</b>	28.67	13.82	48.19	5.39	49.42	-0.58	-1.22
<b>Mg</b>	3.10	2.94	94.69	0.34	9.895	1.36	0.92
<b>K</b>	0.74	0.45	61.27	0.16	1.84	1.06	0.76
<b>Na</b>	0.10	0.11	112.03	0.01	0.55	3.23	12.31
<b>Fe</b>	14.66	9.19	62.70	4.42	36.71	1.08	0.47
<b>Cu</b>	1.65	0.81	49.45	0.40	3.424	0.62	-0.36
<b>Zn</b>	1.39	1.51	108.21	0.29	6.045	1.99	3.51
<b>Mn</b>	77.40	63.70	82.36	15.30	251.90	1.29	1.09

EC: elektriksel iletkenlik, OM: organik madde, CaCO<sub>3</sub>: kireç, P: fosfor, Ca: kalsiyum, Mg:Magnezyum, K:potasyum, Na: sodyum, Fe: Demir, Cu: bakır, Zn:çinko, Mn:mangan, Std sap:standart sapma, CV:varyasyon katsayısı, Min:Minimum, Max:maksimum

Toprakların kireç içeriklerine yönelik dağılım haritası Şekil 3'de verilmiştir. Toprakların kireç içerikleri % 3.83-55.86 arasında orta-çok fazla sınıfları içerisinde belirlenmiştir. Şekil 3'de görüleceği üzere toprakların kireç içeriklerindeki artış veya azalışındaki eğilim, toprakların üzerinde oluştukları ana materyalleri kireç içerikleri ile yakından ilişkilidir. Alanın güney batısında çoğunlukla dağılım gösteren LDAe ve Agk kodlu kireçtaşları üzerinde yer alan topraklarda kireç % 55'lere kadar çıkmaktadır. Buna karşın, Sandıklı ilçesinin doğusunda ve eğimli arazilerde yer alan tuf, bazalt ve andezit üzerindeki topraklarda bu oran % 4'lere kadar düşmektedir. Kuzey çalışma sahasında belirtildiği gibi bu ana materyaller normalde karbonat içermemelerine karşılık topraklarda az da olsa kireç bulunması gerek ayrışma sonucu açığa çıkan Ca iyonunun, topraktaki karbondioksit ve suyun etkileşmesi sonucu oluşan bikarbonat ile oluşturduğu bileşik sonrasında sekonder olarak meydana gelebilmesinin yanı sıra taşınma sonrası bulaşmadan da kaynaklanabilmektedir. Everest ve Özcan (2018) toprak verimliliğine yönelik pedo-jeolojik yaklaşım konulu çalışmalarında, zeytin tarımı yapılan arazilerin verimlik durumlarının pedo-jeolojik yaklaşım ile belirlenmesini amaçlamışlardır. Elde edilen sonuca göre granit kökenli kayaların fazla olduğu alanlarda toprak bünyesinin hafif-orta olduğu belirlenmiştir. Çalışma alanında sedimanter kırıntılı malzemelerin bol miktarda olması toprakların % CaCO<sub>3</sub> içeriklerinin yüksek ve pH değerlerinin hafif alkalın olmasına neden olduğunu belirlemiştir.

Toprakların organik madde dağılım haritası Şekil 3'de verilmiştir. Toprakların organik madde içerikleri % 1.06 - 4.48 ile az ve fazla sınıfları arasında belirlenmiştir.

Organik maddenin %3'ü geçtiği alanlar Sandıklı ilçesinin hemen doğusunda yer alan mera alanlarında belirlenirken, en düşük düzeyler (% 2'nin altında) alanın batısında dağılım gösteren çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltası ana materyallerin parçalanma-ayrışması ile meydana gelen alüvyonlardır. Q ve PQ ile simgelemiş ana materyal üzerindeki ve tarımsal faaliyetlerde kullanılan topraklarda belirlenmiştir. Ayrıca çok eğimli ve zayıf mera alanlarında organik madde oranı yine orta ve az düzeylerde olduğu belirlenmiştir. Yeşilirmak teraslarında, alüvyal ana materyal üzerinde oluşmuş toprakların pH değerleri 7.38-8.41, kireç içerikleri % 0.8-25.4 arasında değişmiş, organik madde içerikleri ise düşük düzeyde saptanmıştır (Durak ve Aydın, 2014). Toprakların pH değişkenliklerine yönelik Şekil 3'de dağılım haritası verilmiştir. Toprakların pH'sı 6.92-8.30 arasındadır. Alanın kuzeydoğu kesimlerinde eğimli arazilerde yer alan ve çoğunluğu tuf, trakit, bazalt gibi volkanitlerin dağılım sergilediği ana kayalar üzerinde yer alan topraklar nötr ve hafif alkalın iken, güney batı kesimlerde ise pH değerleri 8.3'lere kadar yükselerek hafif alkaliden, alkalın düzeyine kadar çıkabilmektedir. Kireçtaşlarının yoğun olduğu bazı güneybatı kesimlerde ise topraklar 7.5 düzeylerde olup hafif alkalın reaksiyonludur. Toprakların EC dağılımları Şekil 4'de belirtilmiştir. Toprakların EC değerleri 2 dS m<sup>-1</sup> den az olup, tuzluluk problemi bulunmamaktadır. Batı kesimlerde yer alan özellikle tarım topraklarda bir miktar artış eğilimi göstermektedir



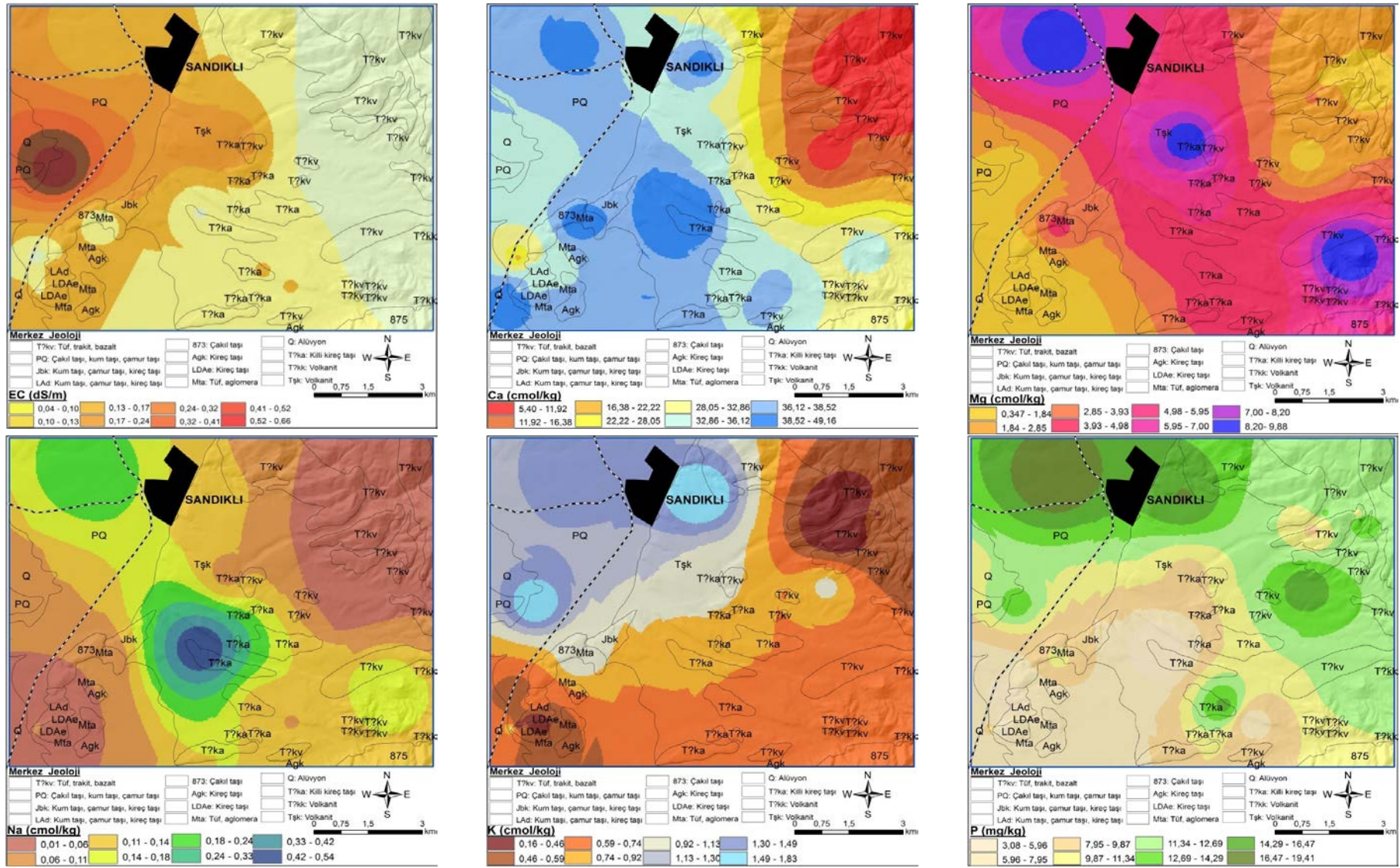
Şekil 3. Toprakların kil, silt, kum, kireç, organik madde ve pH dağılımı  
 Figure 3. Clay, silt, sand, lime, organic matter and pH distribution of soils



Toprakların değişebilir bazik katyonlarına ait dağılım haritaları Şekil 4'de verilmiştir. Toprakların çoğu özellikle Sandıklı ilçesinin batı ve güneybatısında dağılım gösteren kireçtaşı ve alüvyon ana materyali topraklarda bazik katyonlar yeterli düzeylerde bulunurken alanın kuzeydoğu kesiminde çoğunlukla tuf ve andezit olan kayalar Ca iyonunca fakirdirler. Bu nedenle topraklarda Ca 5.4 cmol kg<sup>-1</sup> kadar azalmaktadır. Magnezyum iyonu ise oldukça değişkenlik göstermekte olup alanın güney batı kesiminde yer alan kireçtaşı ve alüvyon ana materyalli topraklar ile alanın kuzeydoğu kesiminde dağılım gösteren tuf ve trakit ana materyalli topraklarda az ve çok az düzeylere kadar düşerken (<0.42 cmol kg<sup>-1</sup>), orta kesimlerde dağılım gösteren çoğunlukla killi kireçtaşı (T?ka) ve PQ simgeyle gösterilen çamurtaşı, kumtaşı, çakıltaşlı ana materyaller üzerinde dağılım gösteren topraklarda yeter düzeylerde olup yaklaşık 10 cmol kg<sup>-1</sup> a kadar çıkmaktadır. Yine önemli bir besin elementi olan potasyum ise (K) çoğunlukla tarım alanlarının kapladığı ve alanın batı ve kuzey batısında yer alan alüvyon ana materyal üzerindeki topraklarda yeterli düzeylerde iken, doğu ve kuzeydoğu kesimlerdeki eğimli alanlarda 0.16 cmol kg<sup>-1</sup> düzeyine kadar azalmaktadır. Fakat güney, doğu ve kuzeydoğu kesimlerde genel olarak 0.5 ile 0.7 cmol kg<sup>-1</sup> olup orta düzeylerde dağılım sergilemektedir. Tarımsal potansiyeli yüksek değere sahip alüviyal arazilerde taşınıp gelen sedimentlerde oluşan farklılıklardan kaynaklı arazi içerisinde kısa mesafelerde dahi toprakların özelliklerinde farklılıklar belirlenmektedir (Coşkun ve Dengiz, 2016). Kısa mesafelerdeki bu değişkenlik üretim potansiyeli için önemlidir. Sodyum (Na) elementi Mg elementine benzer bir desen sergilemekte olup alanın güney batı ve kuzey doğu kesimlerinde azalmakta orta kesimlerde yaygın olarak yer alan alüvyon ve tuf, trakit ana materyaller üzerindeki topraklarda artış göstermektedir. Sodyum değerlerindeki fazlalık, ana materyal Trakit olmasına rağmen yüzeysel taşınım ve tabanda yer alan şistlerden gelen albitlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Albit, plajiyoklas kesiksiz seri içerisinde magmadan oluşum sırasında sıcaklığın azalmasına bağlı olarak Na-Plajiyoklas (Albit, NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) oluşur. Çalışma alanındaki Na değerlerindeki yüksek sonuçlar köken kayacın içerisinde yer alan Albit minerali varlığını ortaya koymaktadır. Bu mineralin parçalanma-ayrışması sonrası toprak çözeltilisine karışarak Na yüksek sonuç vermesinde etkin olmuştur.

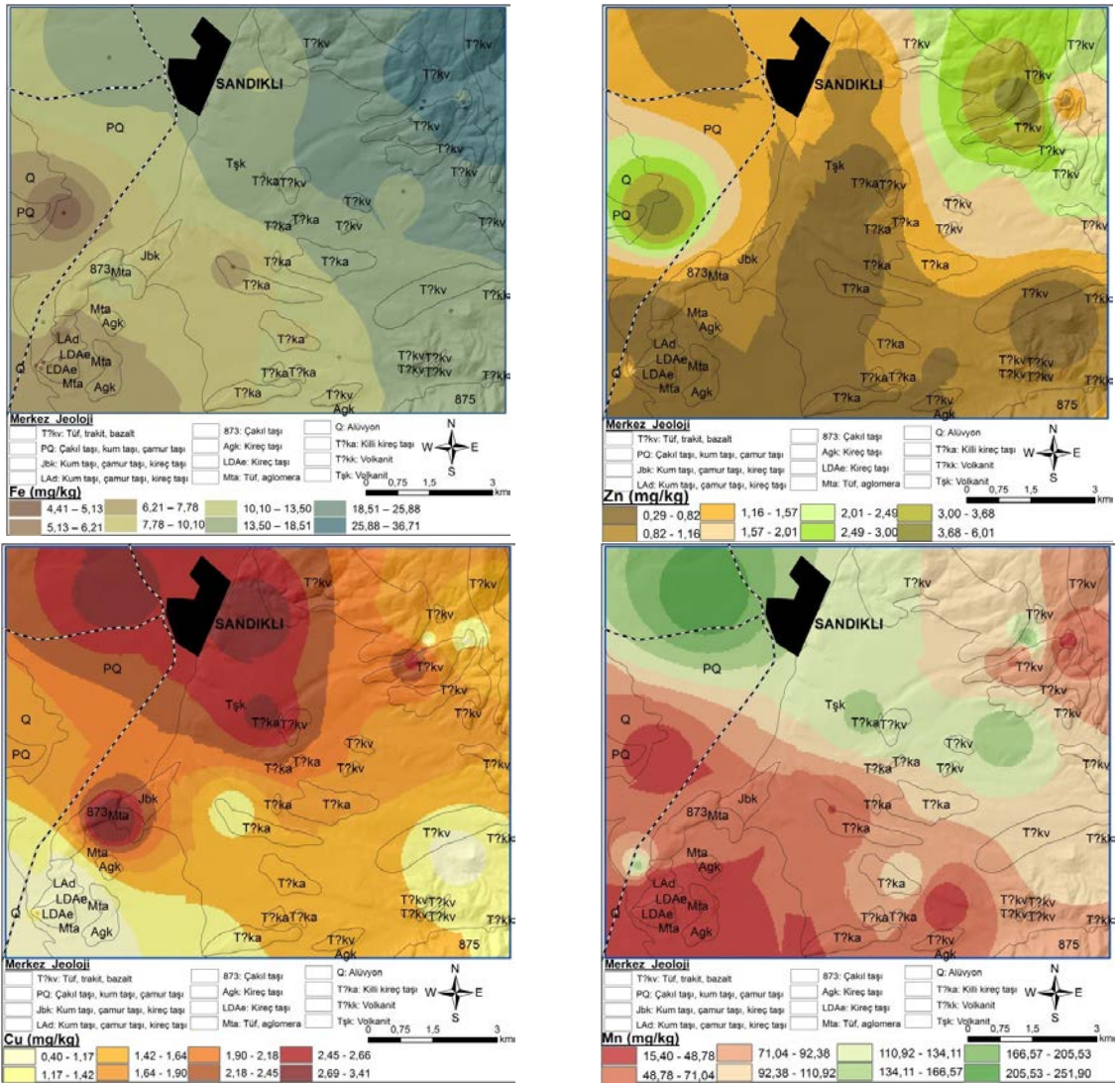
Toprakların fosfor dağılım haritası Şekil 4'de verilmiştir. Alana ait çoğu topraklarda fosfor 8 mg kg<sup>-1</sup> ile 25 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmekte olup orta yeterli düzeydedir. Fakat fosfor dağılım trendine bakıldığında Sandıklı ilçe etrafında dağılım gösteren özellikle tarım arazilerinde yaklaşık 19 mg kg<sup>-1</sup> seviyelerine kadar çıkarken, güney kesimlerde dağılım gösteren kireçtaşı, killi kireçtaşı ana materyaller üzerinde oluşmuş topraklarda bu değer 3 mg kg<sup>-1</sup> a kadar azalmaktadır. Kireçli topraklarda fosfor fiksasyonuna bağlı olarak fosfor içeriğinin düşük olması beklenen bir durumdur (Korkmaz 2005).

Toprakların demir içerikleri ana materyalin içerdiği minerallere bağlı olarak ayrışma sonrası oldukça farklılıklar göstermektedir. Şekil 5'de görüleceği üzere bazalt ve volkanitlerin yoğun olarak dağılım gösterdiği alanın kuzeydoğu alanlarındaki topraklarda demir 37 mg kg<sup>-1</sup> seviyelerine kadar çıkmaktadır. Buna karşın güneybatı kesimlerdeki kireçtaşı ve tuf içeren alanlardaki topraklarda bu oran yaklaşık 4.5 mg kg<sup>-1</sup> kadar azalmaktadır. Bitkiler açısından sınır değerlere bakıldığında ise topraklarda demir eksikliği bulunmamaktadır. Demir içeriklerinin yüksek çıkmasında magmatik köken kayac içerisindeki biyotit mineralinin parçalanma-ayrışma etkinliğidir. Çinko ise özellikle tarım yapılan alüviyal araziler üzerinde yer alan topraklar ile kireçtaşı, killi kireçtaşları ve tuf gibi ana materyale sahip güney ve orta kesimlerde orta ve az düzeylerde bulunmaktadır. Alanın kuzeydoğu kesimlerindeki bazalt ve volkanitler üzerinde yer alan topraklarda ise yeterli düzeylere ulaşabilmektedir. Alanın tüm jeolojik özellikleri üzerinde dağılım gösteren topraklarda bakır eksikliği belirlenmemiş olup 0.2 mg kg<sup>-1</sup>'dan fazladır. Fakat Cu konsantrasyonunun alan içerisindeki dağılım eğilimine bakıldığında, Sandıklı ilçesi ve civarındaki alanlarda yaklaşık 3.4 mg kg<sup>-1</sup> kadar çıkabilmektedir. Mangan elementi ise alan içerisinde orta ile fazla düzeyler içerisinde dağılım göstermekte olup 15.4 ile 251.9 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Bu dağılımın en yüksek olduğu alanlar genelde güneybatı kesimlerde dağılım gösteren kireçtaşı ve killi kireçtaşının üzerinde oluşmuş topraklarda bulunmaktadır. Benedetti ve ark. (2011), Pliyo-pleyistosen sedimanter ve bazik volkanik kayac üzerinde çayır bitki örtüsü altında topoğrafyanın toprak oluşumu üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; Sedimentlerde verimliliğin düşük, asitliğin yüksek, baskın kaolinit ile birlikte düşük Fe oksit içeriği; bazalt ya da alüviyal etkinin olduğu alanlarda yüksek baz saturasyonu ve kaolinit ile birlikte 2:1 tipi kil minerallerinin varlığı belirlenmiştir.



Şekil 4. Toprakların EC, Ca, Mg, Na, K, P dağılımları  
Figure 4. EC, Ca, Mg, Na, K, P distributions of soil





Şekil 5. Toprakların mikro element dağılımları  
Figure 5. Micro element distributions of soils

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada; farklı ana materyal üzerinde oluşmuş olan toprakların fiziko-kimyasal özelliklerindeki değişim incelenmiş, noktasal veriler enterpolasyon yöntemleri ile değerlendirilerek konumsal dağılım haritaları oluşturulmuştur. Topraklara ait özelliklerin konumsal dağılım haritalarını oluşturmak amacıyla Ters IDW enterpolasyon modeli kullanılmıştır. Çalışma alanı içerisinde eğim ve zayıf bitki örtüsü nedeniyle ince materyallerin taşınması sonucu özellikle eğimin az olduğu taban arazilerde kil birikimleri artmıştır. Tüf ve andezit gibi kayalar üzerinde yer alan toprakların kum içerikleri yüksek, çamurtaşı, kumtaşı ve çakıltaşı ana materyallerinde oluşmuş topraklarda ise organik madde seviyesi düşük olarak tespit edilmiştir. Bölgede dağılım gösteren topraklarda tuzluluk problemi görülmemiştir. Tüf ana materyal üzerinde oluşmuş topraklarda mikro, makro elementler ve kil içerikleri düşük seviyelerde bulunurken, kil içerikleri yüksek belirlenmiştir. Kireç

taşı üzerinde oluşmuş topraklarda demir ve çinko noksanlıkları görülürken trakit ve alüvyonlarda Na yüksek seviyelerde bulunmuştur. Bölgede Fe noksanlığı görülmezken bazalt ve volkanitler üzerinde oluşan toprakların mikro element içerikleri yeterli seviyede belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda; farklı ana materyaller üzerinde oluşmuş toprakların özelliklerinde değişikliklerin olduğu belirlenmiştir. Söz konusu bu alanda özellikle ana materyale bağlı olarak oluşan toprakların tarımsal amaçlı ne derece kullanıma uygun olduklarına karar verilmeden önce elde edilen bulgular dikkate alınarak değerlendirilmesi önerilmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen TOVAG 1180282 No'lu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Achilleos, G.A., 2011. The inverse distance weighted interpolation method and error propagation mechanism – creating a DEM from an analogue topographical map. *Journal of Spatial Science*, 56(2): 283-304.
- Afşin, M., 1991. Afyon Sandıklı Kuruçay ovası ve Hüdai kaplıcasının hidrojeoloji incelemesi, Ankara Üniversitesi, Doktora tezi, 330s, Ankara, (yayımlanmamış).
- Anonymous, 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. US., Salinity Laboratory Staff. USDA, Agricultural Handbook, 60.
- Araujo, M.A., Pedroso, A.V., Amaral, D.C., Zinn, Y.L., 2014. Mineral assemblage of soils developed from different lithologies in southern Minas Gerais, Brazil. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* [online], 38(1): 11-25.
- Arshad, M.A., Martin, S., 2002. Identifying critical limits for soil quality indicators in agro-ecosystems. *Agr Econ and Envi*, 88: 153-160.
- Aydın, A., Dengiz, O., 2019. Determination of physico-chemical and nutrient element content of soils formed under semi-humid ecological environment. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(2): 301-312.
- Benedetti, U.G., Do Vale, J.F., Schaefer, C.E.G.R., Melo, V.F., Uchoa, S.C.P., 2011. Genesis, chemistry and mineralogy of soils derived from Plio-Pleistocene sediments and from volcanic rocks in Roraima North Amazonia. *Revista Brasileira De Ciencia Do Solo*, 35 (2):299-312.
- Birkeland, P.W., 1999. *Soils and Geomorphology*. Oxford Univ. Press, New York, 430 pp.
- Boruvka, L., Vacek, O., Jehlick, J., 2005. Principle component analysis as a tool to indicate the origin of potentially toxic elements in soils. *Geoderma*, 128: 289-300.
- Bouyoucos, G.J., 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agron. J.*, 54: 464-465.
- Celilov, C., Dengiz, O., 2019. Erozyon duyarlılık parametrelerinin farklı enterpolasyon yöntemleriyle konumsal dağılımlarının belirlenmesi: Türkiye, Ilgaz milli park toprakları. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6(3): 242-256.
- Corine, 2018. Corine land use land cover map of Turkey. Available at <https://corinecbst.aritormn.gov.tr> (Erişim tarihi: 23 Mayıs 2020).
- Coşkun, A., Dengiz, O., 2016. Samsun terme havzası bazı temel fizyografik karakteristikleri belirlenmesi ve tarımsal taşkın alanlarının toprak haritalanması. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(1): 1-13.
- Çakmakoglu, A., 1986. Çivril-Banaz-Sandıklı-Dinar arasındaki bölgenin jeolojisi (K23-c1,c2,c3,c4d3; K24-d3,d4; L23-a2,a3,b1,b2,b3,b4; L24-a1,a2,a3,a4). MTA Rap. Derleme No: 8062, Ankara.
- Dahlgren, R.A., Boettinger, J.L., Huntington, G.L., Amundson, R.G., 1997. Soil development along an elevational transect in the western Sierra Nevada, California. *Geoderma*, 78: 207-236.
- Davies, G., 1995. Banana and plantain in the East African highlands. In: Gowen SR (ed) *Bananas and Plantains*: Chapman, Hall, London, UK. 493-508.
- Dengiz, O., Saygın, F., İmamoğlu, A., 2019. Spatial variability of soil organic carbon density under different land covers and soil types in a sub-humid terrestrial ecosystem. *Eurasian Journal of Soil Science*, 8(1): 35-43.
- Durak, A., Aydın, M.E., 2014. Yeşilirmak nehir teraslarında toprakların oluşumu ve sınıflandırılması. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2): 98-105.
- Ekberli, İ., Dengiz, O., 2017. Bazalt ana materyali ve farklı topografik pozisyonlar üzerinde oluşmuş toprakların bazı topografik ve fiziko-kimyasal özellikleri arasındaki doğrusal regresyon modellerinin belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 6(1): 15-27.
- Everest, T., Özcan, H., 2018. Toprak verimliliğinin değerlendirilmesinde pedo-jeolojik yaklaşım. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(4): 589-603.
- FAO, 1990. Micronutrient, assessment at the country level: An International Study. *FAO Soil Bulletin* by Sillanpaa. Rome.
- Hauser, E., Billings, S., 2017. Illuminating pathways of forest nutrient provision: relative release from soil mineral and organic pools. *American Geophysical Union 2017 Fall Meeting*, New Orleans, Louisiana, 11-15 December 2017.
- Hazelton, P., Murphy, B., 2007. Interpreting soil test results. What do the numbers mean? *Csiro Publishing* p152, Australia.
- Hızalan, E., Ünal, H., 1966. Topraklarda önemli kimyasal analizler. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın No: 278, Ankara.
- Jackson, M.L., 1958. *Soil Chemical Analysis*. P: 498. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. USA.
- Kacar, B., 2009. *Toprak analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım, 467s, Ankara.
- KGM, 1994. Afyon ili arazi varlığı ve arazilerin tarımsal kullanma uygunluğu. *Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü*, Ankara.
- Korkmaz, K., 2005. Kireçli toprakların fosfor durumlarının belirlenmesi ve fosfor uygulamasının mısır verimine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 126s Adana.
- Li, J., Heap, A.D., 2008. A Review of spatial interpolation methods for environmental scientists. *Geoscience Australia, Record 2008/23*, 137 pp.
- Li, Z., Wang, K., Hao, M., Wu, H., 2018. An adjusted inverse distance weighted spatial interpolation method. *advances in computer science research*. 3rd International Conference on Communications,

- Information Management and Network Security (CIMNS 2018), 128-132.
- Lindsay, W.L., Norwell, W.A., 1978. Development of a DTPA Soil Test for Zn, Fe, Mn and Cu. *Soils Sci. Soc. Am. J.*, 42: 421-428.
- Moran, E.F., Brondizion, E.S., Tucker, J.M., Da Silva-Forsberg, M.C., McCracken, S., Falesi, I., 2000. Effects of soil fertility and land use on forest succession in Amazonia. *Forest Ecol Manag.*, 139: 93-108.
- Okalebo, J.R., Othieno, C.O.; Woome, P.L.; Karanja, N.K.; Semoka, J.R.M., Bekunda, M.A., Mugendi, D.N., Muasya, R.M., Bationo, A., Mukhwana, E.J., 2006. Available technologies to replenish soil fertility in East Africa. *Nutr. Cycl. Agroecosys.*, 76:153-170.
- Öngür, T., 1973. Sandıklı (Afyon) jeotermal araştırma bölgesine ilişkin jeolojik durum ve jeotermal enerji olanakları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Rapor No;5520, Ankara, (yayımlanmamış).
- Özdemir, N., Öztürk, E. Yakupoğlu, T., 2008. Ana materyal ve arazi kullanım şeklinin topraktaki bazı mikroelement fraksiyonlarının dağılımına etkileri, *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, Samsun, 23 (2): 92-97.
- Öztürk, A., 1981. Homa-Akdağ (Denizli) yöresinin stratigrafisi. *TJK, Bülten*, C24S1: 75-84.
- Özyazıcı, M.A., Dengiz, O., Aydoğan, M., Bayraklı, B., Kesim, E., Urla, Ö., ... & Ünal, E., 2016. Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi tarım topraklarının temel verimlilik düzeyleri ve alansal dağılımları. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(2016): 136-148.
- Pal, D.K., Wani, S.P., Sahrawat, K.L., Srivastava, P., 2014. Red ferruginous soils of tropical Indian environments: A review of the pedogenic processes and its implications for edaphology. *Catena*, 121: 260-278.
- Rishirumuhirwa, T., 1997. Rôle du bananier dans le fonctionnement des exploitations agricoles sur les hauts plateaux de l'Afrique centrale. Lausanne, Thèse EPFL No. 1636. 321p.
- Shepard, D., 1968. A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. *Proceedings of the 1968 ACM National Conference*. pp. 517-524.
- Syldie, B., 2017. Crop yield potential as telltale indice of soil weathering extent and fertility status: The case of East African Highland Bananas. *African Journal of Agricultural Research* 12 (16): 1362-1378.
- Şenol, H., Özaytekin, H.H., Akgül, M., Alaboz, P. 2014. Yarı kurak şartlarda trakit/trakiandezit ana materyal üzerinde oluşan toprakların ayrışma oranları ve kil mineralojisine bakının etkisi. *Journal of Agricultural Sciences*, 20: 288-301.
- Şimşek, G., 2000. Toprak oluşumu (pedogenesis) ve sınıflama ders notları. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Notu, Yayın No: 139. Erzurum.
- Taşan, M., Demir, Y., 2017. Çeltik yetiştiriciliği yapılan arazilerde demir ve mangan içeriklerinin alansal dağılımının farklı enterpolasyon yöntemleri ile belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 32: 64-73.
- Tunçay, T., Başkan, O., Bayramin, İ., Dengiz, O., Kılıç, Ş., 2018. Geostatistical approach as a tool for estimation of field capacity and permanent wilting point in semiarid terrestrial ecosystem. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64 (9): 1240-1253.
- Van Wambeke, A. R., 2000. The newhall simulation model for estimating soil moisture and temperature regimes. Department of Crop and Soil Sciences. Cornell University, Ithaca, NY. USA.
- Wilding, L.P., 1985. Spatial variability: Its Documentation, Accommodation and Implication to Soil Surveys, 166-194p. In D.R. Nielsen and J. Bouma (eds.). *Soil Spatial Variability: Pudoc*, Wageningen, Netherlands.
- Wilding, L.P., Bouma, J. Goss, D.W., 1994. Impact of spatial variability on interpretative modelling. in: quantitative modelling of soil forming processes R.B. Bryant, Arnold R.W. (Ed.) *SSSA Special Publication Number 39*, SSSA, Inc. Madison Wisconsin, USA.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.753613

## Kuru Üryani Eriğinin Sorpsiyon İzotermelerinin Modellenmesi<sup>\*</sup>

Seçkin Polat<sup>a</sup>, Kamil Saçılık<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Mucur İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Kırşehir, Türkiye

<sup>a</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>\*</sup>Sorumlu yazar/corresponding author: xseckinx@gmail.com

Geliş/Received 16/06/2020

Kabul/Accepted 16/07/2020

### ÖZET

Bu çalışmada, Kuru Üryani (*Prunus domestica L.*) eriğinin sorpsiyon izotermeleri gravimetrik yöntem kullanılarak belirlenmiştir. Denemeler, 20, 30 ve 40°C sıcaklıklarda ve %27.5 ile 59.57 denge nemi aralığında yapılmıştır. Elde edilen sorpsiyon verilerinin, ASAE D245.5 standardında verilen 15 eşitliğe (BET, GAB, Henderson, Chung-Pfost, Oswin, Halsey, Smith, Khun, Peleg, Caurie, Değiştirilmiş GAB, Değiştirilmiş Henderson, Değiştirilmiş Chung-Pfost, Değiştirilmiş Oswin ve Değiştirilmiş Halsey) uygunlukları araştırılmıştır. Eşitliklerin katsayılarını tahmin etmek için doğrusal olmayan regresyon tekniği kullanılmıştır. Eşitlikler, belirtme katsayısı, tahmini standart hatası ve ortalama % bağıl hata gibi kıyaslama kriterleri kullanılarak kıyaslanmıştır. PELEG eşitliği ile yapılan tahminler, elde edilen deneysel verilere iyi bir uyum göstermiştir. BET sınıflandırmasına göre, kuru üryani eriği sigmoid şekilli (S) Tip II izotermine benzer özellikler göstermiştir. Sabit sıcaklıkta örneklerin denge nem içeriklerinin su aktivitesi değerleri arttıkça arttığı ve sabit su aktivitesi değerlerinde ise örneklerin denge nem içeriklerinin sıcaklık arttıkça azaldığı görülmüştür. GAB eşitliği sonuçlarına göre tek tabaka su içerikleri 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda sırasıyla %1.95 k.b., %2.20 k.b. ve %2.62 k.b. olarak tespit edilmiştir. B.E.T. eşitliği sonuçlarına göre tek tabaka su içerikleri 20, 30 ve 40°C sıcaklıklarda sırasıyla %0.25 k.b., %0.23 k.b. ve %0.20 k.b. olarak tespit edilmiştir. Bu kritik nem seviyelerinin üzerine çıkıldığı zaman mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler hızlı bir şekilde gerçekleşecektir.

Anahtar Sözcükler:  
Kuru Üryani eriği  
Sorpsiyon izotermi  
Nem içeriği  
Modelleme  
Tek katmanlı nem içeriği

### Determination of Sorption Isotherms of Dry Uryani Plum

#### ABSTRACT

In this, study sorption isotherms of dry uryani (*Prunus domestica L.*) plum were determined using gravimetric method. The experiments were carried out at a temperature of 20, 30 and 40 °C and equilibrium humidity of 27.5% to 51.08%. The obtained sorption data were investigated for compliance with 15 equations (BET, GAB, Henderson, Chung-Pfost, Oswin, Halsey, Smith, Khun, Peleg, Caurie, Modified GAB, Modified Henderson, Modified Chung-Pfost, Modified Oswin, and Modified Oswin. Modified Halsey) given in ASAE D245.5 standard. Nonlinear regression technique was used to estimate the coefficients of the equations. The equations were compared using benchmarks such as coefficient of indication, estimated standard error, and mean% relative error. Estimates made with PELEG equation showed good agreement with the experimental data obtained. According to the B.E.T. classification, dry uryani plum showed similar properties to the sigmoid shaped (S) Type II isotherm. It was seen that the equilibrium moisture contents of the samples increased with increasing water activity values at constant temperature and the equilibrium moisture contents of the samples decreased with increasing temperature at constant water activity values. According to the results of GAB equation, monolayer water contents were determined as 1.95% k.b., 2.20% k.b. and 2.62% k.b. at 20, 30 and 40°C temperatures, respectively. According to the results of B.E.T. equation, monolayer water contents were determined as 0.25% k.b., 0.23% k.b. and 0.20% k.b. at 20, 30 and 40 °C temperatures, respectively. Microbiological and biochemical changes will occur rapidly when these critical humidity levels are exceeded.

Keywords:  
Dry Uryani plum  
Sorption isotherm  
Moisture content  
Modeling  
Monolayer  
moisture content

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Tarımsal ürünlerin tüketiminde, ürünlerin mikrobiyolojik bozulmalara ve enzimsel değişimlere uğramış olmaları çok önemlidir. Su, ürünlerde bulunan en önemli bileşen olup protein, lipid, karbonhidrat gibi diğer bileşenlerle etkileşime girerek ürünlerin fiziksel ve tekstürel özellikleri etkileyen başlıca unsurdur (Bell ve Labuza 2000, Saldamlı 2017). Ayrıca ürünlerde bulunan su, mikrobiyolojik bozulmalar ve enzimatik olayların gelişiminden, depolama, taşıma, ambalajlama, ürün işleme gibi proseslerde kalitelerinin kontrol edilmesinde en önemli parametrelerden bir tanesi (Hışıl ve İçier 1997, Lewicki 2004). Bunların yanı sıra, ürünün organik ve inorganik bileşenleri için çözücü olduğundan dolayı da ürünlerin kalite özelliklerinin bozulmasına neden olan reaksiyonlar için de uygun bir ortam oluşturmaktadır (Evranoz 1988). Kontaminasyonlara uğramamış sağlıklı ve kaliteli ürün tüketimini sağlayabilmek ve parasal kayıpları en aza indirebilmek için ürünlerde bulunan fazla suyun uzaklaştırılması gerekmektedir (Hışıl ve İçier 1997).

Tarımsal ürünlerde su monomoleküler, immobil ve serbest şu şekilde üç şekilde bulunmaktadır (Aktaş ve Gökalp 2002). Monomoleküler su polisakaritlerin hidroksil gruplarına, proteinlerin karbonil ve amino gruplarına güçlü bir şekilde hidrojen bağları ile bağlanmıştır. Bu su molekülleri toplam suyun %5 ile %10'unu oluşturmaktadır (Karel 1975, Cadden 1988). Monomoleküler su donmaz, kurutmaya uzaklaştırılmaz, mikrobiyolojik ve enzimatik aktivitelere ve kimyasal reaksiyonlara katılmaz (Cemeroğlu ve Özkan 2004). İmmobil su ise monomoleküler su filmi üzerine üst üste çok sıralı olarak dizilmiştir ve monomoleküler suya göre daha gevşek yapıdadır. İmmobil su moleküllerinin kurutma ile uzaklaştırılmaları, dondurulmaları, mikrobiyolojik ve enzimatik aktivitelere ve kimyasal reaksiyonlara katılımları büyük oranda kısıtlanmıştır (Certel ve Ertugay 1996). Ürünün kapiler yapısında veya ürünün hücrelerinde kondense olmuş serbest su molekülleri ise kurutma ile uzaklaştırılabilir, dondurulabilir, mikrobiyolojik ve enzimatik aktivitelere ve kimyasal reaksiyonlarda kullanılabilir (Fellows 2000). Tarımsal ürünlerde bulunan ve yukarıda açıklanan suyun miktarları ürünün çeşidine, olgunluk durumuna, büzüşme durumuna, dış ortamın sıcaklığına, nemine ve ürünün içeriğine (yağ, protein, nişasta, gluten vb.) bağlı olarak değişmektedir (Yağcıoğlu 1996).

Kurutma tarımsal ürünleri muhafaza etmek için kullanılan başlıca yöntemlerden biridir. Kurutma ile üretim maliyeti düşmekte, ürünün kalite özellikleri korunmakta ve kuru madde miktarı arttığı için daha fazla enerji sağlamaktadır. Kuru ürünün raf ömrü daha uzun olmakta, taşıma, nakliye ve depolama ise daha az olmaktadır ayrıca kuru ürünün her mevsim kalitesi aynı

kalmakta ve tüketim süresi arttığı için de fiyatta istikrar sağlanmaktadır (Geankoplis 1993, Kaymak 1993, Atlı 1998, Ünlütürk vd. 1998).

Tarım ürünlerinde su baskın bileşendir. Fazla miktarda su içeren ürünlerde bozulmalar daha kolay olmaktadır. Her bir ürünün suyu adsorbe etme şekli birbirinden farklıdır. Meyvelerin farklı sıcaklık ve ortam bağıl neminde ulaşacakları su içerikleri sorpsiyon izotermlerinden incelenerek, mikrobiyolojik gelişme, enzimatik tepkimeler, enzimatik olmayan esmerleşmeler ve yağ oksidasyonu gibi su aktivitesine bağlı mekanizmalar ortaya çıkarılmaktadır. Ayrıca denge nem içeriği değerlerinin bilinmesi ise kurutma, depolama ve ambalajlama gibi proseslerin en uygun ortam koşullarında yapılmasını sağlamaktadır (Ayrancı vd. 1990, Lagoudaki vd. 1993, Cemeroğlu ve Özkan 2009, Hussin 2014). Bundan dolayı meyvelerin kurutulması ve güvenli bir şekilde depolanabilmesi için sorpsiyon izotermlerinin belirlenmesi önemlidir.

Üryani eriği (*Prunus domestica* L.) Kastamonu iline özgü bir erik çeşididir. Üretimine ilişkin istatistiksel veri bulunmayan kuru üryani eriği kurutmalık ve verimli bir çeşittir. Kuru üryani eriğinin meyvesi küçük, yuvarlağa yakın kabuğu mavimtırak beyaz puslu, ince, gevrek ve bol miktarda fosfor, potasyum, magnezyum, demir mineralleri ve B vitamini içermektedir. Kuru üryani eriği sağlığa olan faydalarından dolayı yaygın bir kullanıma sahip olmaya başlamıştır (Anonymous 2017, Tunde-Akintunde vd. 2005). Üryani eriğinin işlenmesi, paketlenmesi ve depolandığı ortamın optimum bağıl nem miktarının ayarlamasında bu ürüne ilişkin sorpsiyon izotermlerinin bilinmesi gerekmektedir. Üryani eriğinin sorpsiyon izotermlerine ilişkin herhangi bir veri bulunamamıştır. Ürünün güvenli depolanmasında ortam sıcaklığı ve bağıl nem belirlenmesi oldukça önemlidir. Ayrıca ambalaj materyallerinin seçiminde, sorpsiyon izoterm eğrilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, Üryani eriğinin sorpsiyon özellikleri, 20, 30 ve 40°C'lerde % 27.5 ile 59.57 k.b. denge nem aralığında belirlenmiştir. Elde edilen deneysel sorpsiyon izoterm verileri, ASAE D245.5 standardında verilen matematiksel eşitliklere uygunluğu araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Araştırmada materyal olarak Kastamonu yöresine özgü Üryani eriği kullanılmıştır. Sonbaharda toplanan ve güneşte kurutulan Üryani eriklerinden yaklaşık 5 kg'lık deneme materyali, sorpsiyon izoterm denemelerine değin oda koşullarında depolanmıştır. Üryani eriğinin sorpsiyon izotermlerinin belirlenmesinde, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü'nde bulunan RF ve Mikrodalga Sistemleri

Laboratuvarı ile Kurutma Teknolojileri Laboratuvarı'nda bulunan cihazlardan yararlanılmıştır. Deneme materyalinin sorpsiyon özellikleri, Rotronic HygroLab Water Activity ölçme sistemi kullanılarak belirlenmiştir.

## 2.2. Yöntem

Denemelerden önce kuru Üryani eriklerin nem içerikleri gravimetrik yöntemle göre belirlenmiştir. Kuru Üryani eriğinden tartılan yaklaşık 20 gramlık üç örnek ağzı sıkıca kapanabilen alüminyum kurutma kaplarına konulmuş ve 70°C deki sıcak hava akışlı etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutma kapları, yaklaşık 20 saat sonra her yarım saatte bir tartılarak ağırlığında değişim olup olmadığı tespit edilmiştir. İki tartım arasında farkın oluşmadığı anda nem ölçme işlemi tamamlanmış ve örneklerin son ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutma işlemi sonunda kuru Üryani eriklerin nem içerikleri yaş baza (%y.b.) göre; ifade edilmiş (Ayık 1985) ve yaş baza göre hesaplanan nem içerikleri %'de kuru baza (%k.b) dönüştürülmüştür (Yağcıoğlu 1999).

Sorpsiyon izotermelerinin deneysel olarak belirlenmesinde gravimetrik veya higrometrik yöntemler kullanılmaktadır. Gravimetrik yöntemde, tarım ürünlerinin, sıcaklığı ve bağıl nemi sabit tutulan bir atmosfer altında denge oluşana kadar bekletilir ve kazanmış olduğu nem artışı nedeniyle artmış olduğu ağırlık saptanırsa, o su aktivitesindeki denge nem içeriği belirlenmiş olur. Bu işlemin farklı bağıl nem içeren ortamlarda tekrarlanmasıyla çok sayıda veri çifti elde edilmekte, verilerin grafiğe işlenmesiyle de sorpsiyon izoterm eğrileri elde edilmektedir (Cemeroğlu vd. 2004).

Sorpsiyon verilerinin değerlendirilmesinde geliştirilen birçok matematiksel model bulunmaktadır (Kabil 2010). Bazı eşitlikler tamamen deneyselken bazıları yarı deneysel veya kuramsal temellere dayanmaktadır (Zorlügenç 2010). Tahıl ve benzeri ürünlerin denge nem içeriklerini belirlemek amacıyla çeşitli araştırmacılar tarafından önerilmiş birçok eşitlik bulunmaktadır (Yağcıoğlu 1999). Ancak hiçbir modelin tüm gıdalar için tüm su aktivite değerlerinde doğru sonuç vermesi mümkün olmamaktadır. Bunun sebebi ise, suyun farklı su aktivite bölgelerinde farklı mekanizmalar ile gıda matrislerine bağlı olmasındandır. Matematiksel modelleme için literatürde çok sayıda model bulunmasına rağmen, BET, GAB, Halsey, Oswin, Smith ve Henderson eşitlikleri, tarımsal ürünlerin sorpsiyon davranışlarının modellenmesinde yaygın olarak kullanılan modellerdir (Gözükara 2013). Bu çalışmada elde edilen sorpsiyon izoterm verileri, literatürde mevcut olan modellerden en yaygın olarak kullanılanlardan seçilen 15 matematiksel eşitlik ile modellenmiştir. Bu eşitlikler BET, GAB (Guggenheim-Anderson-deBoer) eşitliği, Henderson eşitliği, Chung-Pfost eşitliği, Oswin eşitliği, Halsey eşitliği, Smith

eşitliği, Khun eşitliği, Peleg eşitliği, Caurie eşitliği, Değiştirilmiş GAB eşitliği, Değiştirilmiş Henderson eşitliği, Değiştirilmiş Chung-Pfost eşitliği, Değiştirilmiş Oswin eşitliği ve Değiştirilmiş Halsey eşitliği'dir.

Kuru Üryani eriğinin sorpsiyon izoterm verileri, literatürde mevcut olan modellerden en yaygın olarak kullanılanlardan seçilen onbeş matematiksel eşitlik ile modellenmiştir. Modellere ilişkin katsayılar ( $A$ ,  $B$ ,  $C$  ve  $M_0$ ), çok değişkenli doğrusal olmayan regresyon tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda belirtme katsayısı ( $R^2$ ), mutlak bağıl hata ( $H$ ), tahminin standart hatası ( $SEM$ ) ve kalıntı değerleri gibi kıyaslama kriterleri kullanılarak en iyi model belirlenmiştir (Lawrence and Nelson 1993a).

Doğrusal olmayan regresyon analizi sonucunda hangi sorpsiyon izoterm modelinin uygun olacağına karar vermek için ise varyans analizi yapılmıştır. En iyi modelin seçilmesinde  $P < 0.01$  olması koşulunda  $R^2$ , başlıca karşılaştırma kriteri olarak kullanılmıştır. Bunun yanı sıra seçilen eşitliğin,  $SEM$  değerinin mümkün olduğunca düşük ve  $H$  değerinin ise %10'dan düşük olması tercih edilmiştir. Kalıntı değerleri ise, ölçülen ve modelle tahmin edilen nem değerleri arasındaki fark olup, sabit bir varyansa sahip olması, dağılımın rastgele bir dağılım göstermesi ve sıfır etrafında yatay bir bant göstermesi o modelin iyiliğini göstermektedir (Sacilik vd. 2006; Fıratlıgil-Durmuş 2008; Tomaraci 2010).

Kuru Üryani eriklerin ilk nem içeriği ortalama olarak %37.33 y.b. olarak hesaplanmıştır. Denemelerde erik örneklerini farklı nem seviyelerine getirmek için eriğinin kuruma karakteristiği belirlenmiştir. 120 mm çapında ve 25 mm yüksekliğindeki CrNi kurutma kabına konulan yaklaşık 45 g örnek, 70°C'deki sıcak hava akışlı etüve konulmuştur. Deneme, 103 saatte tamamlanmış olup ürünün kuruma karakteristiği Şekil 1'de verilmiştir.

Erik örnekleri dokuza bölünmüş ve her bir örnek, elde edilen kuruma karakteristiği eğrisine göre öngörülen süre kadar kurutulmuştur. Böylece dokuz farklı nem seviyesi elde edilmiştir. Kuru üryani eriğinin sorpsiyon izoterm denemeleri, %37.33, 35.68, 33.81, 32.12, 30.37, 28.15, 25.93, 23.91 ve 21.57 nem seviyelerinde yapılmasına karar verilmiştir. Sorpsiyon izoterm denemeleri esnasına nem kayıplarının olup olmadığını saptamak amacıyla her nem seviyesi için nem ölçümleri 3 tekerrürlü olarak tekrarlanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Sorpsiyon izoterm eğrileri

Denge nem içerikleri belirlenmiş kuru Üryani eriği örneklerinin 20, 30 ve 40 °C sıcaklıklarda su aktivitesi verileri Çizelge 1'de sorpsiyon izotermeleri ise Şekil

2'de verilmiştir. Kuru üryani eriğinin 20, 30 ve 40°C'lerde %27.5 ile %59.57 k.b. denge nemi aralıklarında su aktivite değerleri sırasıyla 0.30-0.63, 0.31-0.65 ve 0.32-0.67 aralığından değişmiştir (Abduljabbar 2018).

Kuru üryani eriğinin sorpsiyon izotermi Şekil 2'de görüldüğü üzere iki bükülme ve üç bölümden oluşan Tip II (S tipi) sigmodial izoterm modeline benzer biçimdedir. Grafikte 20, 30 ve 40°C sıcaklıklarında sırasıyla ilk bükülme 0,37, 0,40 ve 0,43 su aktivitesi değerlerinde, ikinci bükülmelerin ise 0,55, 0,57 ve 0,59 su aktivitesi değerlerinde olduğu görülmüştür. Grafiğin birinci bükülme noktasına kadar ürün örneklerinin su bağlanmamış aktif uçlarına su aktivitesinin artışı ile yeni su molekülleri bağlanmış ve yaklaşık olarak birinci bükülmenin olduğu yerde ise tüm aktif uçlar yalnızca bir tabaka su molekülü, su ile hidrojen bağı yapmış olarak tek tabaka nem içeriği ( $M_0$ ) oluşturmuştur. Birinci bükülmenin olduğu noktadan sonra su aktivitesinin artması ile ürün örneklerindeki tek tabaka suyun üzerine düzenli bir şekilde su tabakaları hidrojen bağı ile bağlanmış ve sorpsiyon izotermelerinin ikinci bükülme noktasına kadar bu düzenli bağlanma devam etmiş ürün örneklerinin çoklu su tabaka içeriğini oluşturmuştur. Grafiğin ikinci bükülme noktasından sonra su molekülleri ürün örneklerindeki kapiler boşluklara ve mikropolarları doldurmuş ve birçok bozucu reaksiyona neden olan serbest suyu oluşturmuştur (Bell ve Labuza 2000; Mathlouthi 2001; Erbaş vd. 2005; Canovas vd. 2007; Aykın vd. 2015).

### 3.2. Sorpsiyon izotermelerinin modellenmesi

ASAE D245.5 standardındaki 15 eşitliğe, bu çalışma sonucunda elde edilen sorpsiyon verileri uygulanmıştır. Çizelge 4.2'de Kuru üryani eriği için söz konusu modellere ait katsayıları ve kıyaslama kriterleri verilmiştir. Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere Henderson, Geliştirilmiş Henderson ve Halsey modelirinin belirtme katsayıları ( $R^2$ ) sırasıyla ortalama 0.6741, 0.6741 ve 0.6657 olmasına rağmen yüzde bağıl ortalama sapma değerlerinin ( $H\%$ ) ortalaması sırasıyla 16.70, 16,70 ve 16,34 olduğundan dolayı deneysel veriler ile iyi bir uyum gösterememişlerdir. Bahsi geçen ortalamasapma değerleri kabul edilebilir sınır olan %10'nun içerisinde değildirler. Araştırmadaki tüm sıcaklıklarda kuru üryani eriğinin sorpsiyon izotermi tanımlayan en iyi eşitliğin ortalama belirtme katsayılarının ortalaması ( $R^2$ ) 0.9727 olan ve en düşük yüzde bağıl ortalama sapma değerinin ortalaması ( $H\%$ ) 5,40 olan PELEG eşitliği olduğu görülmüştür. PELEG eşitliğinden sonra sırasıyla belirtme katsayılarının ortalaması ( $R^2$ ) 0.9708, 0.9708, 0.9648, 0.9648, 0.9605, 0.9605, 0.9580, 0.9569, 0.9543, 0.9446 ve 0.8922 ve yüzde bağıl ortalama sapma

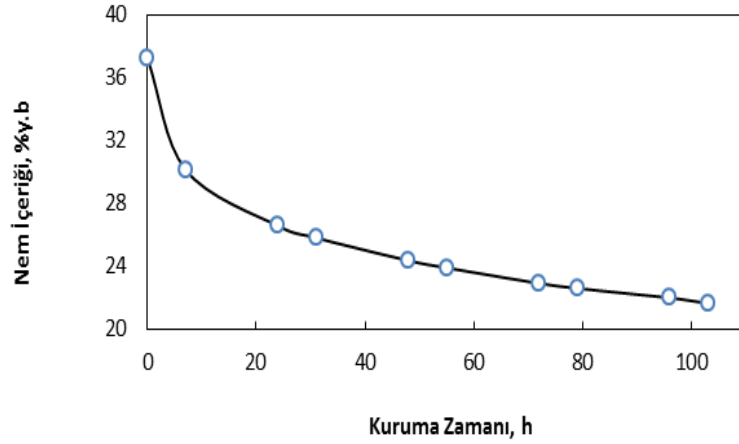
değerlerinin ortalaması ( $H\%$ ) %5.48, %5.48, %5.80, %5.80, %6.07, %6.08, %6.09, %6.38, %6.52, %7.29 ve %8.44 olduğundan dolayı GAB ve Geliştirilmiş GAB, Chung-Pfost ve Geliştirilmiş Chung-Pfost, Oswin ve Geliştirilmiş Oswin, Cauire, Smith, Geliştirilmiş Halsey, Khun ve BET eşitlikleri gelmiştir. 20, 30 ve 40°C sıcaklıklardaki sorpsiyon izotermelerine ait yüzde bağıl ortalama sapma değerleri ( $H$ ) %10'dan yüksek olması nedeniyle Henderson, Geliştirilmiş Henderson ve Halsey modellerinin uygun olmadıkları görülmüştür.

Değerlerinin ( $H\%$ ) ortalaması sırasıyla 16.70, 16,70 ve 16,34 olduğundan dolayı deneysel veriler ile iyi bir uyum gösterememişlerdir. Bahsi geçen ortalamasapma değerleri kabul edilebilir sınır olan %10'nun içerisinde değildirler. Araştırmadaki tüm sıcaklıklarda kuru üryani eriğinin sorpsiyon izotermi tanımlayan en iyi eşitliğin ortalama belirtme katsayılarının ortalaması ( $R^2$ ) 0.9727 olan ve en düşük yüzde bağıl ortalama sapma değerinin ortalaması ( $H\%$ ) 5,40 olan PELEG eşitliği olduğu görülmüştür. PELEG eşitliğinden sonra sırasıyla belirtme katsayılarının ortalaması ( $R^2$ ) 0.9708, 0.9708, 0.9648, 0.9648, 0.9605, 0.9605, 0.9580, 0.9569, 0.9543, 0.9446 ve 0.8922 ve yüzde bağıl ortalama sapma değerlerinin ortalaması ( $H\%$ ) %5.48, %5.48, %5.80, %5.80, %6.07, %6.08, %6.09, %6.38, %6.52, %7.29 ve %8.44 olduğundan dolayı GAB ve Geliştirilmiş GAB, Chung-Pfost ve Geliştirilmiş Chung-Pfost, Oswin ve Geliştirilmiş Oswin, Cauire, Smith, Geliştirilmiş Halsey, Khun ve BET eşitlikleri gelmiştir. 20, 30 ve 40°C sıcaklıklardaki sorpsiyon izotermelerine ait yüzde bağıl ortalama sapma değerleri ( $H$ ) %10'dan yüksek olması nedeniyle Henderson, Geliştirilmiş Henderson ve Halsey modellerinin uygun olmadıkları görülmüştür.

### 3.3. Tek katmanlı nem içeriğinin belirlenmesi

$M_0$  tek katmanlı su içeriği olup BET eşitliği ve GAB eşitliği ile doğrusal olmayan regresyon tekniği kullanılarak 20,30 ve 40°C sıcaklıklar için hesaplanmıştır. Kuru üryani eriği için hesaplanan tek katmanlı su içerik değerleri Çizelge 3 ve Çizelge 4' de verilmiştir.

BET ve GAB eşitlikleri ürünlerin özellikle de kurutulmuş ürünlerin muhafazası boyunca güvenilir nem değeri olarak bilinen  $M_0$  değerinin hesaplanmasında kullanılmaktadırlar. Elde edilen tek katmanlı su değerleri karşılaştırıldığında GAB modelinden elde edilen tek sıra su içerik değerlerinin daha uygun olduğu görülmüştür ve güvenli depolama için kabul edilebilir aralıkta oldukları söylenebilir.



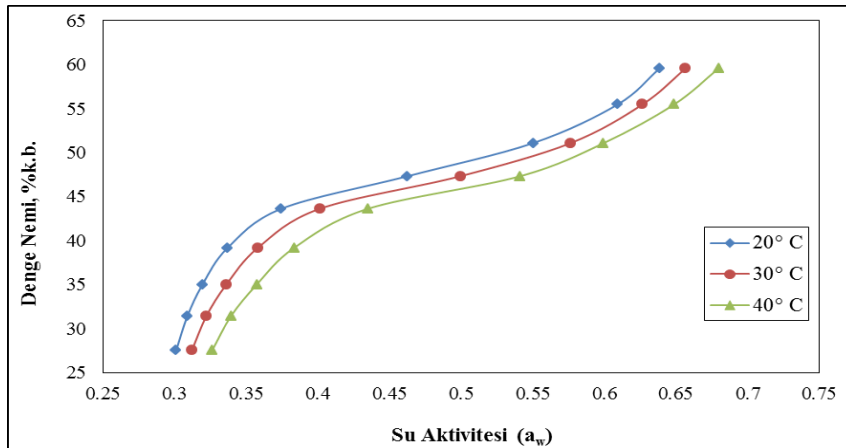
Şekil 1. Üryani eriğinin 70°C'deki kurutma karakteristiği

Figure 2. Drying characteristic of the Uriyan plum at 70°C

Çizelge 1. Kuru Üryani eriğinin 20, 30 ve 40°C'deki su aktivite değerleri

Table 1. Water activity values of dry Uriyan plum at 20, 30 and 40°C

Denge Nemi (%k.b)	20°C	30°C	40°C
27.50	0.3012	0.3122	0.3263
31.42	0.3091	0.3223	0.3395
35.01	0.3196	0.3363	0.3575
39.18	0.3372	0.3583	0.3836
43.62	0.3747	0.4015	0.4351
47.32	0.4626	0.4995	0.5413
51.08	0.5502	0.5764	0.5995
55.47	0.6092	0.6265	0.6486
59.57	0.6385	0.6567	0.6797



Şekil 2. Kuru Üryani eriğinin çeşitli sıcaklıklardaki sorpsiyon izotermeleri

Figure 2. Sorption isotherms of the dry Uriyan plum at various temperatures

Çizelge 2. Kuru Üryani eriğinin sorpsiyon modellerinin katsayıları ve karşılaştırma değerleri  
 Table 2. Coefficients and comparison values of sorption models of dry Uriyan plum

Model Adı	T, °C	A	B	C	D	M <sub>0</sub> , %k.b	R <sup>2</sup>	SEM	H, %
BET	20	25.7018				0.25	0.8786	0.044864	9.11
	30	69.0036				0.23	0.8911	0.042637	8.56
	40	360917.8				0.20	0.9070	0.039567	7.65
GAB	20	219.0641	0.0031			1.95	0.9639	0.033767	6.10
	30	130.6100	0.0042			2.20	0.9711	0.030276	5.37
	40	58.8793	0.0070			2.62	0.9774	0.026797	4.97
HENDERSON	20	0.4274	3.4427				0.6243	0.091767	17.84
	30	1.2865	1.2162				0.6762	0.086538	17.07
	40	0.9000	1.8671				0.7220	0.081278	15.99
CHUNG PFOST	20	4.1157	3.7093				0.9563	0.034328	6.56
	30	3.9981	3.7838				0.9652	0.030711	5.82
	40	3.8758	3.8822				0.9731	0.027052	5.02
OSWIN	20	0.4749	0.4083				0.9516	0.036095	6.79
	30	0.4577	0.4108				0.9609	0.032517	6.13
	40	0.4381	0.4119				0.9692	0.028924	5.31
HALSEY	20	11.5534	36.8025				0.6661	0.087615	15.85
	30	0.0198	0.0674				0.6703	0.087172	16.37
	40	18.6851	69.0121				0.6608	0.088165	16.81
SMITH	20	0.1943	-0.4007				0.9471	0.037674	7.11
	30	0.1876	-0.3858				0.9573	0.033938	6.45
	40	0.1807	-0.3677				0.9664	0.030171	5.60
KHUN	20	-0.1899	0.1862				0.9345	0.041795	8.05
	30	-0.1774	0.1870				0.9452	0.038341	7.19
	40	-0.1622	0.1897				0.9543	0.035103	6.64
PELEG	20	21.5445	-21.0930	1.7084	1.7930		0.9681	0.034819	5.8
	30	-16.8837	17.4487	1.7243	1.6409		0.9735	0.031762	5.37
	40	0.6849	0.1247	0.8415	0.8405		0.9765	0.029921	5.02
CAUIRE	20	-1.5906	1.6874				0.9481	0.037354	7.00
	30	-1.6304	1.6957				0.9583	0.033544	6.31
	40	-1.6768	1.7035				0.9676	0.029649	5.43
Geliştirilmiş GAB	20	4346.665	0.003			1.954	0.9639	0.033767	6.10
	30	3879.645	0.004			2.206	0.9711	0.030276	5.37
	40	2353.862	0.007			2.623	0.9774	0.026797	4.97
Geliştirilmiş Henderson	20	-8.9023	-50.2703	5.0040			0.6243	0.099120	17.84
	30	11.2295	-87.5920	-8.0252			0.6762	0.093472	17.07
	40	22.9559	247.1222	21.0171			0.7220	0.087791	15.99
Geliştirilmiş Chung-Pfost	20	-9.5035	-22.3091	3.7093			0.9563	0.037079	6.56
	30	0.6157	-29.8460	3.7838			0.9652	0.033171	5.82
	40	3.1037	-39.1992	3.8822			0.9731	0.029219	5.02
Geliştirilmiş Halsey	20	621535.9	-31076.9	1.7			0.9445	0.041664	7.21
	30	469998.7	-15666.7	1.7			0.9547	0.037753	6.56
	40	1299208	-32480	2			0.9637	0.033874	5.8
Geliştirilmiş Oswin	20	-145044	7252	2			0.9516	0.038988	6.79
	30	-314581	10486	2			0.9609	0.035122	6.13
	40	-197469	49367	2			0.9692	0.031242	5.31

Çizelge 3. Kuru Üryani eriğinin BET eşitliği ile hesaplanan  $M_0$  değerleri  
Table 3.  $M_0$  values calculated by the BET equation of the dry Uriyan plum

Sıcaklık, °C	$M_0$ , %k.b.
20	0,25
30	0,23
40	0,20

Çizelge 4. Kuru Üryani eriğinin GAB eşitliği ile hesaplanan  $M_0$  değerleri  
Table 4.  $M_0$  values calculated with GAB equation of the dry Uriyan plum

Sıcaklık, °C	$M_0$ , %k.b.
20	1,95
30	2,20
40	2,62

#### 4. Sonuç

Bu çalışma ile Kuru üryani eriği örneklerinin 20, 30 ve 40°C sıcaklıklarda sorpsiyon izotermi belirlenmiş, elde edilen sorpsiyon verilerinin çeşitli sorpsiyon eşitliklerine uyumu araştırılmış ve Kuru üryani eriği örneklerinin tek taba su içeriği değerleri tespit edilmiştir. Elde edilen sorpsiyon özellikleri ile ihtiyaç duyulabilecek temel özelliklerde verilmiştir. Bu çalışma ile aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

1. GAB eşitliği sonuçlarına göre tek tabaka su içerikleri, kontrol gruplarında 20, 30 ve 40°C sıcaklıklarda sırasıyla %1.95 k.b., %2.20 k.b. ve %2.62 k.b. olarak tespit edilmiştir. BET eşitliği sonuçlarına göre de tek tabak su içerikleri kontrol gruplarında 20, 30 ve 40°C sıcaklıklarda sırasıyla %0.25 k.b., %0.23 k.b. ve %0.20 k.b. olarak tespit edilmiştir. Bu kritik nem seviyelerinin üzerine çıktığı zaman mikrobiyolojik ve biyokimyasal değişimler hızlı bir şekilde gerçekleşecektir.
2. BET sınıflandırmasına göre, Kuru üryani eriği örneklerinin denemler sonucu elde edilen sorpsiyon izotermi Tip II (S tipi) sigmoidal izoterm modeline benzer şekildedir.
3. Sabit sıcaklıkta örneklerin denge nem içeriklerinin su aktivitesi değerleri arttıkça arttı ve sabit su aktivitesi değerlerinde ise örneklerin denge nem içeriklerinin sıcaklık arttıkça azaldığı görülmüştür.
4. Sıcaklığın Kuru üryani eriğinin sorpsiyon özellikleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir ve sıcaklık artışıyla sorpsiyon miktarı azalmıştır.
5. PELEG modelinin tüm sıcaklık ve denge nem değerlerinde diğer modellere göre deneysel olarak elde edilen sorpsiyon verileri sonucunda en iyi uygulanabilecek model olduğu görülmüştür. İncelenen sıcaklık ve denge nem değerlerinde tüm deneysel verileri temsil edecek yetenekte olduğu görülmüştür.
6. Henderson, Geliştirilmiş Henderson ve Halsey modellerinin bağıl hatası ( $H$ ) %10'nun üstünde çıktığı

için incelenen sıcaklık ve denge nem koşullarında tüm deneysel verileri temsil edecek yetenekte olmadıkları görülmüştür.

#### Teşekkür

'Kuru Üryani Eriğinin Sorpsiyon İzotermelerinin Belirlenmesi' adlı konuda bana çalışma olanağı sağlayan ve çalışmanın her aşamasında katkı ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Kamil SAÇILIK'a teşekkürü bir borç bilirim. Yaş Üryani eriğinin temininde yardımcı olan Sayın Doç. Dr. H. Güran ÜNAL'a (Kastamonu Üniversitesi), Süleyman Demirel Üniversitesi Tarım Makinaları Bölümü öğretim üyesi, tezim yazım aşamasında manevi desteğini esirgemeyen Arş. Gör. Dr. Önder UYSAL'a ve her zaman yanımda olduğunu hissettiren sevgili aileme teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmanın bu konuda çalışacak araştırmacılara yardımcı olması en büyük dileğimdir.

\*Bu çalışma Kuru Üryani Eriğinin Sorpsiyon İzotermelerinin Modellenmesi isimli yüksek lisans tez çalışması kapsamında yapılan çalışmaların bir kısmını içermektedir.

#### Kaynaklar

- Abduljabbar, I.A. 2018. Isparta Gülü (*Rosa Damascena* Mill.) nem sorpsiyon izotermelerinin ve en uygun kurutma havası koşullarının belirlenmesi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı, 185, Isparta.
- Anonymous. 2017. Web Sitesi: <https://kastamonu.tarimorman.gov.tr/>, Erşim Tarihi 15.06.2017.

- Aykın, E., Arslan, S., Durak, A.N. ve Erbaş, M. 2015. Gıdalarda bulunan suyun fizikokimyasal durumu ve sorpsiyon izotermi. *Gıda*, 40(2), 109-116.
- Atlı, Y., 1998. Organik ve Geleneksel Olarak Üretilen Elma ve Domateslerin Kurutulma ve Depolanmaları Sırasında Bazı Karotenoidlerde Meydana Gelen Değişmeler. E.Ü. Fen Bil. Enst. Gıda Müh. Anabilim Dalı Y. Lisans Tezi, 106, İzmir.
- Aktaş, N. ve Gökalp, H.Y. 2002. Protein Water Interactions. *Gıda*, 27 (5), 385-393.
- Ayrancı, E., Ayrancı G. ve Doğan, Z. 1990. Moisture sorption isotherms of dried apricot, fig and raisin at 20°C and 36°C. *Journal of Food Science*, 55 (6), 1591-1594.
- Bell, L.N. ve Labuza, T.P. 2000. Moisture sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use. American Association of Cereal Chemists Press, 122, USA.
- Cadden, A.M. 1988. Moisture sorption characteristics of several food fibers. *Journal of Food Science*, 53 (4), 1150-1154.
- Canovas, G.V.B., Fontana, A. J., Schmidt, J.S.J. ve Labuza, P.T. 2007. Water Activity in Foods: Fundamentals and Applications. Wiley – Blackwell, 440, USA.
- Cemeroğlu, B. ve Özkan, M. 2009. Kurutma Teknolojisi. Meyve Sebze İşleme Teknolojisi Cilt 2. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, 39, 636, Ankara.
- Cemeroğlu, B. ve Özkan, M. 2004. Kurutma teknolojisi. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi, Cemeroğlu, B. (ed), Cilt II, Bizim Büro Basımevi, 479-618, Ankara.
- Certel, M. ve Ertugay, M.F. 1996. Bazı tahıl çeşitlerinin su aktivitesi, su buharı sorpsiyon izotermi, izosterik ısıları ve serbest enerji değişimlerine sıcaklığın etkisi ile sorpsiyon verilerinin farklı izoterm eşitliklerine uygunluklarının belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Doktora Tezi, 85, Erzurum.
- Erbaş, M., Ertugay, M.F. ve Certel, M. 2005. Moisture adsorption behaviour of semolina and farina. *Journal of Food Engineering*, 69, 191-198.
- Evranuz, Ö. 1988. Gıda maddelerinin kurutulmaları sırasında kuruma kinetiğini kontrol eden faktörler ve kalite üzerine etkileri. TÜBİTAK Marmara Araştırma Enstitüsü, 51-58, Gebze-Kocaeli.
- Evranuz, Ö. 1984. Gıdalarda Su Etkinliği (Aktivitesi) ve Önemi. TÜBİTAK Mar. Arş. Enst., Gebze-Kocaeli.
- Fellows, P. 2000. Properties of Foods and Processing Theory. In *Food Processing Technology*, 2, 575.
- Fıratlıgil-Durmuş, F.E. 2008. Kırmızıbiber Tohumunun Endüstriyel Olarak Değerlendirilmesi (Protein Ekstraksiyonu, Fonksiyonel Özellikleri ve Mayonez Üretiminde Kullanımı). Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 166, İstanbul.
- Geankoplis, C.J. 1993. Transport Processes and Unit Operations. Prentice-Hall International, 3, 921, New Jersey.
- Hışıl, Y. ve İçer, F. 1997. Su Aktivitesinin Vitaminler Üzerine Etkisi. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, 15(1-2), 59-74.
- Karel, M. 1975. Principles of Food Science, Part II. Marcel Dekker, Inc., 237-261.
- Kaymak, F. 1993. Bezelye ve Çeşitli Meyvelerde Ozmotik Dehidrasyon Ön İşleminin İncelenmesi ve Kurutma Üzerine Etkileri. T.C. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Doktora Tezi, 192, Bornova-İzmir.
- Lagoudaki, M., Demertzis P.G., ve Kontominas, M.G. 1993. Moisture Adsorption Behaviour of Pasta Products. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 26, 512-516.
- Lewicki, P.P. 2004. Water as the determinant of food engineering properties. A review. *Journal of Food Engineering*, 61, 483-495.
- Mathlouthi, M. 2001. Water content, water activity, water structure and the stability of foodstuffs. *Food Control*, 12, 409-417.
- Saldamlı, İ. 2017. Gıda Kimyası. Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 673, Ankara.
- Tunde-Akintunde, T.Y., Afolabi, T.J. ve Akintunde, B.O. 2005. Influence of drying methods on drying of bell-pepper. *J.Food Eng.*, 68(4), 439-442.
- Ünlütürk, A., Karapınar, M. ve Turantaş, F. 1998. Gıda Mikrobiyolojisi. Mengi Tan Basımevi, 605, İzmir.
- Yağcıoğlu, A.1999. Tarım ürünleri Kurutma Tekniği 1. Basım Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 348s, İzmir.
- Yağcıoğlu, A. 1996. Ürün İşleme Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 257s, İzmir.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.754035

## Genotip, Verim x Özellik (GVÖ) Kombinasyonunun Biplot Tekniği İle İncelenmesi: Birden Çok Özelliğe Dayalı Genotiplerin Seleksiyonunda Yeni Bir Yaklaşım

Enver Kendal

*Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretimi, Tohumculuk Programı, Mardin.*

\*Sorumlu yazar/corresponding author: enver21\_1@hotmail.com

Geliş/Received 17/06/2020

Kabul/Accepted 05/08/2020

### ÖZET

Diyarbakır ilinde yağışa dayalı şartlarda 2011-2012 yetiştirme sezonunda Augmented deneme deseninde ve her birinde 25 parsel bulunan üç blok şeklinde yürütülen çalışmada toplam 8 adet özellik ve genotiplerin yatma gözlemi değerlendirilmiştir. Değerlendirmede; genotip, verim\*özellik (GVÖ) analizi kullanılmış ve genotipler, verim\*özellik kombinasyon indeksine göre değerlendirilmiştir. İncelenen özellikler bakımından genotipler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; tane verimi 191 - 774 kg/ da başaklanma süresi 108 -125 gün, bitki boyu 80 - 125 cm, hektolitreye ağırlığı 62.2 - 74.7 kg/hl, bin tane ağırlığı 28.9 - 55.9 g, protein oranı %13.0-19.5, nişasta oranı %66.4-70.9, tanedeki nem oranı %7.9-8.4 arasında değişim göstermiştir. Tane verimi bakımından 2 hat, hektolitreye ağırlığı bakımından 27, bin tane ağırlığı bakımından 17, protein oranı bakımından 13 ve nişasta oranı bakımından 5 hat denemede standart olarak kullanılan çeşitlerden daha yüksek değerlere sahip olmuşlardır. Sonuç olarak; çalışmada kullanılan hat sayısının fazla olması durumunda Augmented analiz modeli ve birden çok özelliğe ait verileri değerlendirmek için genotip, verim\*özellik kombinasyon analiz modelinin başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir. GVÖ kombinasyon indeksine göre en üstün olduğu belirlenen 20 adet ileri kademede hat (1, 4, 11, 17, 18, 19, 21, 56, 63) tespit edilmiş ve bu hatların bir ileri generasyona aktarılması uygun görülmüştür.

**Anahtar Sözcükler:**  
Arpa,  
Seleksiyon,  
Diyarbakır,  
Kombinasyon,  
İndeks.

Investigation of genotype, yield × traits (GYT) combination with the biplot technique: a new approach to the selection of genotypes based on multiple traits

### ABSTRACT

The most suitable genotypes can only be determined by the effect coefficient that each trait will create, after combining with yield. For this purpose, the study conducted in the Augmented trial pattern in the 2011-2012 growing season in rainy conditions in Diyarbakır province and with the form of 3 blocks with 25 plots each and genotypes were evaluated based on a total of 8 traits and the lodging observations. In the evaluation; genotype, yield\*trait (GYT) analysis was used and genotypes were evaluated according to yield × trait combination index. In terms of the characteristics studied, significant differences were detected between the genotypes. According to the results of the analysis; grain yield was changed between 1910 - 7740 kg/ha, heading time 108 -125 days, plant height 80 - 125 cm, hectoliter weight 62.2 - 74.7 kg/hl, thousand grain weight 28.9 - 55.9 g, protein content 13.0-19.5%, starch rate 66.4-70.9%, moisture content in the grain 7.9-8.4%. Two lines in terms of grain yield, 27 line in terms of hectoliter weight, 17 line in terms of grain weight, 13 line in terms of protein ratio and 5 lines in terms of starch ratio had higher values than the varieties used in the experiment. As a result; If the number of lines used in the study is high, it has been shown that Augmented analysis model and genotype, yield\* traits combination analysis model can be used successfully to evaluate data of multiple traits. The 20 advanced level lines (1, 4, 11, 17, 18, 19, 21, 56, 63), which are determined to be the highest according to the GYT combination index, were determined and it was deemed appropriate to

**Keywords:**  
Barley,  
selection,  
Diyarbakır,  
Combination,  
Index.

## 1. Giriş

Bitki ıslah çalışmaları, verim ve kaliteyi artırmak ve bir çok özellik bakımından daha stabil çeşitleri geliştirmek için yapılmaktadır. Islah çalışmaları kapsamında çoğu zaman denemeler gözlenerek elde edilen veriler eksik olarak değerlendirilmekte ve bu durum hem gereksiz yere fazla zamanımızın harcanmasına hem de maliyetin artmasına karşın ulaşılmaması beklenen hedefler konusunda yetersiz kalmakta ve ıslah başarılarını sınırlandırmaktadır (Kendal, 2019). Bu nedenle birden çok gözlemin etkisi verim ile birleştirilerek oluşturulacak genotip, verim\*özellik kombinasyon indeksine dayalı seleksiyon, stabil ve üstün genotiplerin seçilmesini sağlayarak ıslah çalışmalarında başarıyı artırmaktadır (Yan ve Frégeau-Reid, 2018).

Islah çalışmalarında, bir özelliğe ait ekonomik önem seviyesi, diğer özelliklere, özellikle de verime olan katkısına bağlıdır. Örneğin, yatmaya dayanıklılık, kısa boyluluk veya erkencilik, sadece yüksek verimle sonuçlandığı durumlarda değerlidir aksi takdirde düşük verimle sonuçlanması durumunda ekonomik değeri yoktur. Benzer şekilde, yüksek kalite özelliğine sahip bir kalite parametresi sadece yüksek verimle birleştiği durumda değerlidir; üstün kaliteye sahip ancak çok düşük verimli bir genotip çeşit adayı olarak kabul görmesi mümkün değildir. Dolayısıyla, bir özelliğin seviyesinin ekonomik değeri yüksek verim ile ilişkilendirildiğinde daha yüksektir. Aslında, bitki ıslahının temel amacı, aynı genotipte yüksek ve güvenilir verimi arzu edilen diğer özellik seviyeleri ile birleştirmektir (Yan ve ark., 2019). Benzer şekilde, agronomik uygulamaların amacı da hem yüksek verime hem de yüksek kaliteye ulaşmaktır. Bu paradigmaya dayanarak, birden çok özelliğe bağlı olarak genotiplerin değerlendirilmesi için verim\*özellik kombinasyonu biplot modeli geliştirilmiştir (Yan ve Frégeau-Reid, 2018). Genotip, verim\*özellik kombinasyon biplot modeli, verimi diğer hedef özelliklerle birleştirir ve üstünlüklerine bağlı olarak genotipleri grafiksel olarak sıralar ve aynı zamanda genotiplerin güçlü ve zayıf yönlerini sergilemektedir. Bu nedenle ıslah çalışmalarında seleksiyon başarısını artırarak daha isabetli çeşit adaylarının belirlenmesine olanak sunmaktadır.

Günümüzde çok sayıda çeşit geliştirilmiş ancak arpa yetiştiriciliğini yapan üreticilerin hala çeşit arayışları devam etmektedir. Çevre şartlarına adapte olan verimli aynı zamanda kaliteli çeşitler olduğu gibi bu özelliklere sahip olmayan ve bazı yönleri ile yetersiz olduğu bilinen çeşitlerde vardır (Kendal ve ark., 2016). Bu

nedenlerden dolayı birim alanı en iyi değerlendirmek üzere en yüksek ve istenen kalitede ürün elde etmek üzere en uygun çeşit adaylarını belirlemek için arpada çalışmalar hızlı bir şekilde devam etmekte ve ıslah programları buna göre yönlendirilmektedir (Mut ve ark., 2014).

Her hangi bir ilin ekim alanının fazlalığı ve dar alanda ekolojik faktörlerin değişimi ıslah çalışmalarını yavaşlattığı gibi çok farklı özellikteki çeşitlerin önerilmesini gerektirmektedir. Diyarbakır ili çok farklı çevre faktörlerine sahip olup tek tip çeşitlerin yetiştiriciliğinde bazı sorunlarla karşılaşmaktadır. Bazı yerlerde zaman zaman yatma, bazı yerlerde kuraklık, bazı yerlerde sıcaklık stresi bazı yerlerde de toprak profili sorun olabilmektedir. Bu nedenle çeşit adayları çok yönlü araştırılarak tüm özelliklerin ekonomik değeri yüksek verim ile sonuçlanıyorsa çeşit olarak tescil edilmesi gerekmektedir (Kızılgöçü ve ark., 2016).

Bu çalışmada; ıslah çalışmalarında çok yönlü bir seleksiyon için varyans analiz sonuçlarına ek olarak, genotip, verim\*özellik (GVÖ) biplot tekniği ile genotipler (60 adet) incelenen özelliklerin verime olan etkileri de incelenerek erken dönemde etkili bir seleksiyon yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Burası Araştırma, 2011-12 yetiştirme sezonlarında, GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü (Diyarbakır) uygulama alanında yağışa dayalı şartlarda yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak seleksiyonla elde edilen 60 adet ileri kademede hat ve bölgede geniş alanlarda tercih edilen 5 adet çeşit (Kendal, Altıkat, Samyeli, Şahin 91 ve Vamıkhoça 98) standart olarak kullanılmıştır. Çalışma augmented deneme desenine göre 3 blok şeklinde yürütülmüştür. Çalışmada kullanılan hat/çeşitlere ait bilgiler Çizelge 1' de verilmiştir. Augmented deneme deseninde yürütülen çalışma toplam 3 bloktan oluşmuş ve kontrol çeşitleri, 5 ve katlarına denk gelen parsellerde tesadüf blokları deneme deseninde olduğu gibi tekrarlanmıştır. Denemede kullanılan arpa hatları tekerrürsüz ve sıra ile bloklara dağıtılmıştır. Ulusal (Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü) ve uluslararası (ICARDA) melez programlarından elde edilen 60 adet iki ve altı sıralı ileri kademede hat ile birlikte standart olarak bölgede yaygın üretimi yapılan 5 adet tescilli çeşit kullanılmıştır. Buna göre deneme 3 blokta kurulmuş ve her blokta 5 kontrol çeşidi ile birlikte 20 arpa hattının yer aldığı toplam 25 parselden oluşmuştur

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü ile ait yıllık ve uzun yıllar sıcaklık değerleri ve yağış miktarları  
 Table 1. Annual and long years temperature values and precipitation amounts related to the study.

	Ortalama Sıcaklık(°C)		Yağış(mm)	
	2011-12	Uzun Yıllar Long Term	2011-12	Uzun Yıllar Long Term
Eylül/September	25	24.9	9.2	3.4
Ekim/October	16.4	17.2	11.8	30.4
Kasım/November	6.4	10.0	73.0	55.9
Aralık/December	2.3	4.2	40.2	71.5
Ocak/January	2.4	1.8	78.3	80.2
Şubat/February	1.9	3.6	74.4	68.6
Mart/March	5.1	8.1	44.0	62.2
Nisan/April	15.2	13.8	26.2	72.1
Mayıs/May	19.6	19.3	41.0	42.9
Haziran/June	27.7	25.9	7.0	7.1
Toplam/Total			405.1	494.3

www.meteor.gov.tr.2013

Araştırmada her parsel için uygun görülen tohumluk miktarı, bin dane ağırlığına göre hesaplanmıştır. Deneme parselleri 1,2 m x 6 m = 7,2 m<sup>2</sup> lik alan üzerinde kurulmuştur. Deneme ekimi araştırma için uygun görülen Kasım ayında deneme mibzeri ile m<sup>2</sup>'ye 450 adet tohum düşecek şekilde yapılmıştır. Taban gübresi olarak 20-20-0 amonyum fosfat gübresi uygun görülmüş ve saf gübre üzerinden 6' şar kg/da (P2O5) ve azot (N) dozu olacak şekilde uygulanmıştır. Amonyum nitrat (% 33) saf azot üzerinden 6 kg/da gelecek şekilde kardeşlenme döneminde uygulanmıştır. Granstar ile illoxan kimyasal ilaçları dar ve geniş yapraklı yabancı otlara karşı karıştırılarak uygulanmıştır. Deneme parselleri, Hege deneme biçerdöveri ile 1,2 x 5 = 6 m<sup>2</sup> üzerinden hasat edilmiştir. Kalite analizleri NIT(Near-infrared transmittance) cihazında yapılmıştır.

### 2.1.Araştırma yerinin iklim özellikleri

Denemelerin yürütüldüğü 2011-12 yetiştirme mevsimine ait iklim verileri incelendiğinde; 2011-12 yetiştirme mevsiminde sonbahar ve kış aylarında aylık ortalama sıcaklık değerleri uzun yıllar ortalamalarına göre daha yüksek, ilkbahar gelişme döneminde ise uzun yıllar aylık ortalamalarına göre daha düşük olduğu görülmektedir (Çizelge 1). 2011-12 yetiştirme sezonunda yağış dağılımı (Anonim 1). 2011-12 yetiştirme sezonu yağış miktarı uzun yıllar ortalamasına göre daha düşük ancak yağış dağılımı Nisan ayı hariç diğer aylarda düzenli olarak kaydedilmiştir. Ancak Nisan ayındaki düşük yağış miktarı verim ve kaliteyi etkilemiştir.

### 2.2.Verilerin elde edilmesi ve değerlendirilmesi

Araştırmada; tane verimi, başaklanma süresi, bitki boyu, bin tane ağırlığı, hektolitre ağırlığı, protein oranı, nişasta oranı, tohum nem oranı ve yatma oranı üzerinde incelemeler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analizleri Augmented deneme deseninde J.M.P 7.0 (Copyright © 2007 SAS Institute Inc.) paket programı kullanılarak yapılmış, önemli bulunan faktör ortalamaları A.Ö.F. testi ile

gruplandırılmıştır. Asgari Önemli Farklar, Peterson (1994)'a göre kontrol çeşitlerin birbiriyle karşılaştırılması, aynı blokta yer alan hatların birbiriyle karşılaştırılması, farklı bloklarda yer alan hatların o blok içerisinde birbiriyle karşılaştırılması ve kontrol çeşitlerle hatların karşılaştırılması için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Hatlara ait değerler, buldukları bloktaki kontrol çeşitlerin o bloktaki ortalamalarının kontrol çeşitlerin genel ortalamalarından olan sapmaları oranında bir düzeltme terimi yardımıyla düzeltilip, düzeltilmiş ortalamaları üzerinden değerlendirilmeye alınmıştır. Asgari Önemli Fark değerleri, Peterson (1994)'a göre aşağıdaki formüllere göre hesaplanarak bulunmuştur. Kontrol çeşitlerin birbiriyle karşılaştırılmasında;

$$AÖF = \frac{t \sqrt{2HKO}}{b} \text{ Aynı blokta yer alan hatların}$$

düzeltilmiş değerlerinin birbiriyle karşılaştırılmasında;

$AÖF = t \sqrt{2HKO}$  Farklı blokta yer alan hatların düzeltilmiş değerlerinin birbiriyle karşılaştırılmasında;

$$AÖF = t \sqrt{2(k+1)HKO}$$

Kontrol çeşitlerin değerleri ile hatların düzeltilmiş değerlerinin karşılaştırılmasında;

$$AÖF = t \frac{\sqrt{(b+1)(k+1)HKO}}{bk} \text{ formülleri kullanılmıştır.}$$

Burada, Asgari Önemli Farkı, HKO kontrol çeşitlerin incelenen özelliklerine ait varyans analizi tablosundaki Hatanın Kareler Ortalamasını, b blok sayısını, k kontrol çeşit sayısını, t hata serbestlik derecesi olan 0.05 düzeyindeki tablo t değerini ifade etmektedir(Kılıç ve ark., 2012).

Biplot analizinde; genotip, verim\*özellik(GVÖ) modeli kullanılmıştır. Bu model birçok adımdan oluşmaktadır. Birincisi, iki yönlü genotip\* özellik(GÖ) tablosunu genotip, verim\*özellik(GVÖ) tablosuna dönüştürülmüş, ikincisi, her bir verim\*özellik kombinasyonu ile GVÖ tablosu standart hale getirilmiş,

üçüncüsü verim-özellik kombinasyonlarına nispi önemlerine göre uygun etki oranları belirlenmiş ve son olarak, her genotip için ağırlıklı verim-özellik kombinasyonlarının ortalaması olan GVÖ indeksi hesaplanmıştır. Biplot analizleri GenStat 12 programı kullanılarak yapılmış ve şekiller elde edilmiştir. GVÖ indeksi genel üstünlüğün bir ölçüsü olup genotiplerin sıralanmasında kullanılmıştır (Kendal, 2019) GVÖ verileri Yan ve Frégeau-Reid, (2018)' uygun gördükleri formül kullanılarak elde edilmiştir.

$$P_{ij} = \frac{T_{ij} - \bar{T}_j}{s_j}$$

Formül:  $P_{ij}$ , genotipin standart değeri,  $T_{ij}$  genotipin orijinal değerleri(i özellik veya verim-özellik kombinasyonunu, j ise genotip-özellik veya genotip, verim-özellik tablosundaki orijinal değerleri,  $T_j$ , özellik veya verim-özellik kombinasyonu için genotiplerin ortalamasını,  $s_j$  özellik veya verim-özellik kombinasyonu için standart sapma değerlerini belirtmektedir. metin biçiminde yazılacaktır

### 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmadan elde edilen değerler Augmented deneme deseninde analiz edilmiş çeşitler; kendi aralarında karşılaştırıldığı gibi, kontrol çeşitlerin varyans analizinden elde edilen hata kareler ortalaması kullanılarak yani hatların değerleri de kendi aralarında değerlendirilmiş ve kontrol çeşitlerle istatistiki anlamda bir farklılığın olup olmadığı araştırılmıştır. İncelenen özellikler bakımından genotiplerin ortalama değerleri, F değerleri, farklılık gruplandırılmaları ve kareler ortalama değerleri Çizelge 2.'de verilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin varyans analiz sonuçlarına göre; tane verimi, başaklanma süresi, protein oranı ve nişasta oranı bakımından genotipler arasında % 0.01, hektolitreye ağırlığı bakımından % 0.05 oranında istatistiksel olarak önemli farklılık tespit edilmiştir. Bitki boyu, bin tane ağırlığı ve tane rutubet oranı bakımından ise genotipler arasında herhangi bir farklılık tespit edilememiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kareler ortalamasına ait varyan analiz tablosu  
Table 2. Analysis of variance of the average of squares

Varyasyon K. Variation S.	SD DS	TV GY	BS HT	BB PH	BTA TGW	HL HW	PO PC	NO SC	TN GM
Model/Model	66	924501.4	831.2	4695.0	2619.0	533.2	171.0	99.1	1.02
Tekerrür/Blok	2	21046.3	1.9	40.7	36.9	0.7	0.3	0.1	0.00
Genotip/genotypes	64	889431.8**	810.3**	4551.4öd	2511.8öd	489.9*	165.2**	96.3**	1.0öd
Hata/Error	7	945209.7	834.6	4900.3	2823.4	539.6	1.2	0.9	0.05
AÖF/LSD(0.05)		182	2.3	18	18.1	3.18	1.36	1.17	0.3
DK/CV (%)		9.3	0.6	5.1	12.1	1.38	2.6	0.5	1.0

AÖF: Asgari Önemli Fark(*least sig.*), DK:Değişim Katsayısı /*Degree of Freedom*, \*\* 0.01 düzeyinde önemli/*sig.*, \* 0.05 düzeyinde önemli/*sig.*  
Öd:önemli değil/*not sig.*

#### 3.1.GT(genotype×trait) yani GÖ(genotip×özellik) Biplot Tekniği

Bu teknikle Çizelge 3'teki veriler kullanılarak dört ayrı şekil oluşturulmuştur.

Çizelge 3. Genotiplerin pedigrileri ve incelenen özelliklerine ait ortalamalar ve önemlilik durumları  
Table 3. The pedigrees of the genotypes and the average and significance states of the examined properties

No	Çeşit veya Pedigri Cultivars and Pedigree	Baş. Tipi ST	Der. (1-5) Scor (1-5)	TV GY (kg/ha <sup>-1</sup> )	BS (gün) HT (date)	BB (cm) PH (cm)	BTA (%) TGW (%)	HL (%) HW (%)	PO (%) PC (%)	NO (%) SC (%)	TN (%) GM (%)	Yat Lod (%)
01	2762/BC/3/11012.2/ --SEA003-07-OSD-OSD-2SD-OSD	6 sır	5	749 <sup>af</sup>	116 <sup>fk</sup>	110	44.4	68.5 <sup>ly</sup>	13.9 <sup>tz</sup>	70.2 <sup>ag</sup>	8.1	1
02	NUTANS 752/P-2//.. SEA003-12-OSD-OSD-3SD-OSD	6 sır	5	631 <sup>ag</sup>	120 <sup>bc</sup>	110	28.9	63.7 <sup>z</sup>	14.7 <sup>mz</sup>	70.2 <sup>ag</sup>	8.1	5
03	ICB-100059/-- SEA003-13-OSD-OSD-2S-OSD	2 sır	4	540 <sup>hw</sup>	118 <sup>cg</sup>	105	50.4	68.9 <sup>ix</sup>	15.5 <sup>gr</sup>	70.0 <sup>ah</sup>	8.1	5
04	CEN-B/2*CA-192.... SEA003-23-OSD-OSD-2SD-OSD	6 sır	5	728 <sup>ai</sup>	118 <sup>cg</sup>	115	44.9	68.6 <sup>ly</sup>	13.3 <sup>z</sup>	70.8 <sup>ab</sup>	8.3	2
06	CEN-B/2*CA-192//.. SEA003-23-OSD-OSD-4SD-OSD	6 sır	5	580 <sup>du</sup>	117 <sup>di</sup>	95	43.6	62.2 <sup>z</sup>	15.8 <sup>fo</sup>	67.7 <sup>gv</sup>	7.9	8
07	CEN-B/2*CA-192//.. SEA003-23-OSD-OSD-5SD-OSD	6 sır	5	384 <sup>wx</sup>	117 <sup>di</sup>	110	51.6	69.3 <sup>gw</sup>	17.4 <sup>be</sup>	67.3 <sup>tv</sup>	8.0	6
08	CEN-B/2*CA-192//.. SEA003-23-OSD-OSD-6SD-OSD	6 sır	5	448 <sup>rw</sup>	117 <sup>di</sup>	105	52.1	69.1 <sup>hx</sup>	16.7 <sup>ch</sup>	67.8 <sup>gv</sup>	8.1	5
09	CEN-B/2*CA-192//.. SEA003-23-OSD-OSD-7SD-OSD	6 sır	5	594 <sup>du</sup>	115 <sup>hm</sup>	105	52.1	71.1 <sup>bm</sup>	14.9 <sup>kx</sup>	69.5 <sup>cn</sup>	8.3	3

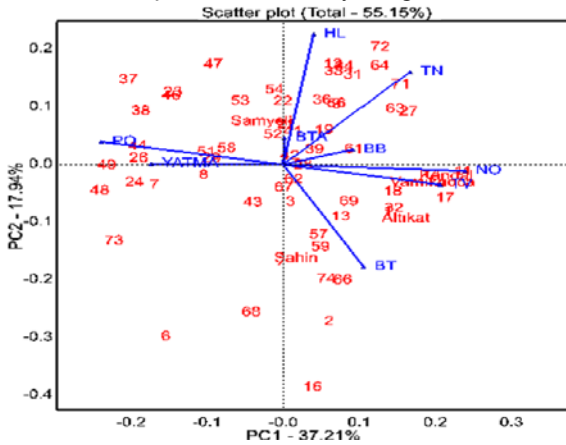
11	CEN-B/2*CA-I92//.. SEA003-23-0SD-0SD-8SD-0SD	6	sir	5	807 <sup>ab</sup>	118 <sup>cg</sup>	107	50.4	69.7 <sup>fw</sup>	13.1 <sup>z</sup>	70.8 <sup>ab</sup>	8.3	1
12	ARRAYAN/OLMO//.. SEA003-28-0SD-3SD-0SD	2	sir	5	608 <sup>ct</sup>	112 <sup>nr</sup>	113	55.1	73.1 <sup>ae</sup>	14.8 <sup>ky</sup>	69.1 <sup>ep</sup>	8.2	2
13	HARMA-02//...SEA003-32-0SD-0SD-1SD-0SD	6	sir	4	555 <sup>gv</sup>	119 <sup>ce</sup>	110	40.4	69.7 <sup>fw</sup>	14.2 <sup>pz</sup>	70.5 <sup>ad</sup>	8.1	5
14	Expro0057/7/ -... SEA003-42-0SD-0SD-1SD-0SD	6	sir	5	712 <sup>aj</sup>	115 <sup>hm</sup>	115	37.6	67.9 <sup>nz</sup>	13.0 <sup>z</sup>	70.2 <sup>ag</sup>	8.3	1
16	Expro0057//..SEA003-42-0SD-0SD-2SD-0SD	6	sir	5	584 <sup>du</sup>	122 <sup>b</sup>	100	45.1	62.2 <sup>z</sup>	14.5 <sup>nz</sup>	69.7 <sup>al</sup>	7.9	1
17	Slad/4/HB854/3/ ... SEA003-47-0SD-0SD-1SD-0SD	6	sir	5	747 <sup>af</sup>	118 <sup>cg</sup>	125	52.6	68.0 <sup>lz</sup>	13.5 <sup>yz</sup>	70.5 <sup>ad</sup>	8.2	1
18	PLAISANT / / / .. SEA003-54-0SD-0SD-2SD-0SD	6	sir	5	760 <sup>af</sup>	115 <sup>hm</sup>	100	42.1	66.6 <sup>uz</sup>	14.0 <sup>sz</sup>	69.7 <sup>al</sup>	8.3	1
19	PLAISANT / .. SEA003-54-0SD-0SD-0SD-3SD-0SD	6	sir	5	787 <sup>ac</sup>	110 <sup>rs</sup>	95	32.9	68.4 <sup>ly</sup>	15.1 <sup>iv</sup>	68.1 <sup>ou</sup>	8.3	1
21	PLAISANT /SCIO//..SEA003-54-0SD-0SD-0SD-5SD	2	sir	5	639 <sup>ag</sup>	114 <sup>jo</sup>	100	52.6	72.0 <sup>ak</sup>	16.1 <sup>el</sup>	68.5 <sup>mu</sup>	8.1	1
22	CI 10035/CI1042// SEA-003-01-0SD-0SD-1SD-0SD	2	sir	4	673 <sup>an</sup>	111 <sup>pr</sup>	98	52.4	70.2 <sup>ct</sup>	16.3 <sup>dk</sup>	68.6 <sup>is</sup>	8.2	2
23	PATTY/3/WEEAH 11 ..SEA003-16-0SD-1SD-0SD	2	sir	4	507 <sup>kw</sup>	111 <sup>pr</sup>	100	53.1	69.3 <sup>ev</sup>	18.5 <sup>ab</sup>	67.6 <sup>rw</sup>	8.2	5
24	PATTY/3//...SEA003-16-0SD-0SD-3SD-0SD-0SD	2	sir	4	505 <sup>kw</sup>	111 <sup>pr</sup>	105	54.6	67.1 <sup>aj</sup>	18.5 <sup>ab</sup>	67.7 <sup>gv</sup>	7.9	5
26	PATTY/3//..SEA003-16-0SD-0SD-4SD-0SD	2	sir	4	468 <sup>ow</sup>	108 <sup>s</sup>	97	41.6	66.3 <sup>ag</sup>	18.2 <sup>ab</sup>	67.5 <sup>sw</sup>	8.0	3
27	PATTY/3/WEEAH .. SEA003-17-0SD-0SD-1SD-0SD	6	sir	5	547 <sup>dv</sup>	114 <sup>jn</sup>	102	32.4	70.2 <sup>ct</sup>	13.5 <sup>wz</sup>	70.9 <sup>a</sup>	8.4	1
28	PATTY/3/WEEAH ..SEA003-17-0SD-0SD-3SD-0SD	6	sir	5	498 <sup>mw</sup>	117 <sup>dh</sup>	107	37.9	69.8 <sup>ev</sup>	15.1 <sup>iu</sup>	68.2 <sup>ou</sup>	8.2	1
29	PATTY/3/WEEAH ...SEA003-18-0SD-0SD-5SD-0SD	2	sir	4	447 <sup>qw</sup>	117 <sup>dh</sup>	102	45.6	72.0 <sup>aj</sup>	17.9 <sup>bc</sup>	68.7 <sup>ir</sup>	8.0	3
31	PATTY/3/WEEAH -..SEA003-18-0SD-0SD-7SD-0SD	2	sir	5	545 <sup>ew</sup>	113 <sup>lg</sup>	102	39.9	72.6 <sup>ag</sup>	15.1 <sup>iu</sup>	70.2 <sup>af</sup>	8.3	1
32	PATTY/3/ 16//..SEA003-20-0SD-0SD-2SD-0SD	6	sir	5	687 <sup>al</sup>	116 <sup>fj</sup>	102	40.4	69.1 <sup>hw</sup>	13.0 <sup>z</sup>	70.4 <sup>af</sup>	8.1	1
33	Rod/Scala/4//..SEA-003-23-0S-0S-1SD-0SD	2	sir	4	606 <sup>br</sup>	110 <sup>rs</sup>	107	43.4	72.6 <sup>ag</sup>	13.7 <sup>vz</sup>	70.7 <sup>ac</sup>	8.2	7
34	Rod/Scala/4//..SEA-003-23-0S-0S-2SD-0SD	2	sir	4	643 <sup>ar</sup>	112 <sup>nr</sup>	107	41.9	72.8 <sup>af</sup>	14.0 <sup>gz</sup>	70.1 <sup>ag</sup>	8.3	7
36	Rod/Scala/4//..SEA-003-23-0S-0S-3SD-0SD	2	sir	4	596 <sup>cs</sup>	114 <sup>jn</sup>	107	41.6	72.9 <sup>af</sup>	14.9 <sup>jy</sup>	70.5 <sup>ad</sup>	8.2	7
37	Birlik-1 ICB03-1788-0AP-6AP-0AP-0SD	2	sir	4	191 <sup>x</sup>	110 <sup>rs</sup>	107	38.6	71.0 <sup>bn</sup>	17.8 <sup>bc</sup>	68.6 <sup>sk</sup>	8.1	7
38	Birlik-1/3/ ...ICB03-1791-0AP-10AP-0AP-0SD	2	sir	4	340 <sup>wx</sup>	110 <sup>rs</sup>	117	55.9	67.1 <sup>tz</sup>	17.7 <sup>bd</sup>	67.5 <sup>sw</sup>	8.1	7
39	Birlik-1/4//..ICB03-1830-0AP-8AP-0AP-0SD	2	sir	4	524 <sup>hv</sup>	117 <sup>dh</sup>	122	55.6	70.5 <sup>cg</sup>	15.4 <sup>gs</sup>	69.9 <sup>aj</sup>	8.1	5
41	AFG-ICB-123459//..ICB03-2441-0AP-1AP-0AP-0SD	6	sir	4	476 <sup>nw</sup>	112 <sup>nr</sup>	122	31.6	67.2 <sup>sz</sup>	14.9 <sup>jy</sup>	68.3 <sup>nu</sup>	8.3	4
42	K-334/Sararood-ICB00-1973-15AP-6AP-0AP-0SD	2	sir	5	493 <sup>mw</sup>	117 <sup>dh</sup>	107	50.6	70.7 <sup>cp</sup>	16.1 <sup>em</sup>	69.0 <sup>gq</sup>	8.1	1
43	Arta//Sonata/Arta..ICB04-0261-0AP-9AP-0AP-0SD	6	sir	4	408 <sup>tw</sup>	116 <sup>fj</sup>	117	38.1	68.5 <sup>ky</sup>	16.2 <sup>el</sup>	68.5 <sup>lu</sup>	8.0	1
44	Roho/4/Zanbaka//..ICB04-0371-0AP-3AP-0AP-0SD	2	sir	3	410 <sup>tw</sup>	112 <sup>nr</sup>	82	38.6	69.3 <sup>hw</sup>	17.2 <sup>bf</sup>	67.6 <sup>rv</sup>	8.1	6
46	Tadmor/Tea..ICB04-0388-0AP-28AP-0AP-0SD	2	sir	4	459 <sup>qw</sup>	112 <sup>nr</sup>	102	43.4	70.4 <sup>cr</sup>	16.7 <sup>ch</sup>	66.8 <sup>vw</sup>	8.2	7
47	Carina/WI2291//...ICB02-1072-0AP-9AP-0AP-0SD	2	sir	4	475 <sup>nw</sup>	112 <sup>nr</sup>	102	40.9	73.3 <sup>ad</sup>	16.4 <sup>dj</sup>	68.2 <sup>o</sup>	8.2	7
48	Cerise//..... ICB97-0402-0AP-8AP-6TR-11AP-0SD	2	sir	4	366 <sup>vx</sup>	118 <sup>cf</sup>	107	38.1	71.3 <sup>an</sup>	19.5 <sup>a</sup>	66.4 <sup>w</sup>	7.9	5
49	Cerise//..ICB97-0402-0AP-11AP-15TR-5AP-0AP-0SD	2	sir	4	422 <sup>sw</sup>	111 <sup>pr</sup>	107	42.9	67.1 <sup>tz</sup>	17.8 <sup>bc</sup>	66.4 <sup>w</sup>	8.0	7
51	Carina/WI2291//..ICB02-0989-29AP-0AP-0SD	2	sir	4	621 <sup>as</sup>	112 <sup>mr</sup>	98	37.7	69.7 <sup>ew</sup>	16.1 <sup>em</sup>	67.8 <sup>gv</sup>	8.1	8
52	SLB05-096/ ..ICB00-0699-0AP-19AP-0AP	2	sir	4	620 <sup>as</sup>	111 <sup>pr</sup>	103	43.7	70.1 <sup>du</sup>	15.0 <sup>iy</sup>	69.2 <sup>fo</sup>	8.1	6
53	ArabiAbiad//.. 0812-0AP-5AP-0AP-0SD	2	sir	4	528 <sup>nw</sup>	112 <sup>mr</sup>	118	41.4	70.4 <sup>ct</sup>	16.0 <sup>en</sup>	67.5 <sup>rw</sup>	8.2	6
54	Tipper/Moroc9-75..ICB93-1133-0AP-10AP-0AP-0SD	2	sir	5	565 <sup>dv</sup>	113 <sup>kp</sup>	98	40.9	74.7 <sup>a</sup>	15.9 <sup>fo</sup>	68.3 <sup>ou</sup>	8.1	1
56	ER/Apm//ICB89-0524-4BO-1AP-0AP-3AP-0AP-0SD	2	sir	5	690 <sup>am</sup>	113 <sup>kp</sup>	108	54.9	70.9 <sup>co</sup>	16.0 <sup>en</sup>	69.2 <sup>fo</sup>	8.2	1
57	Nadawa/Rhn-ICB03-0550-0AP-9AP-0AP-0SD	6	sir	4	555 <sup>dv</sup>	117 <sup>ch</sup>	103	46.7	66.6 <sup>vz</sup>	13.9 <sup>uz</sup>	69.6 <sup>bm</sup>	8.1	4
58	Arizona5908/ .. ICB03-0043-0AP-4AP-0AP	6	sir	5	512 <sup>cw</sup>	112 <sup>mr</sup>	103	45.9	67.0 <sup>rz</sup>	16.2 <sup>em</sup>	67.9 <sup>pv</sup>	8.2	5
59	Fedora/Expres--ICB99-0045-13AP-8AP-0AP-0SD	6	sir	4	634 <sup>ar</sup>	117 <sup>ch</sup>	108	48.2	65.6 <sup>xz</sup>	13.9 <sup>uz</sup>	69.5 <sup>cn</sup>	8.1	6
61	Bugar/K..ICBH94-0458-0AP-0AP-7AP-8AP-0AP	6	sir	4	588 <sup>ct</sup>	115 <sup>gl</sup>	118	37.2	69.9 <sup>du</sup>	15.5 <sup>gs</sup>	69.7 <sup>am</sup>	8.2	1
62	Lignee131/ . - ICB00-1676-0AP-3AP-0AP-0SD	2	sir	5	470 <sup>pw</sup>	117 <sup>ch</sup>	113	40.7	69.8 <sup>ew</sup>	16.3 <sup>dk</sup>	69.5 <sup>cn</sup>	8.1	2
63	CWB...ICBH93-0111-0AP-5AP-0AP-10AP-0AP-0SD	2	sir	5	689 <sup>am</sup>	117 <sup>ch</sup>	108	48.2	72.4 <sup>ai</sup>	15.8 <sup>fo</sup>	70.4 <sup>ae</sup>	8.3	1
64	Pamir-009//ICBH99-0034-0AP-13AP-0AP-0SD	2	sir	5	626 <sup>ar</sup>	115 <sup>gl</sup>	108	45.2	74.4 <sup>ab</sup>	15.4 <sup>ht</sup>	70.1 <sup>ag</sup>	8.3	1
66	Xemus/3//.. ICBH99-0235-0AP-18AP-0AP-0SD	6	sir	5	659 <sup>ao</sup>	117 <sup>ch</sup>	98	42.7	62.5 <sup>z</sup>	14.1 <sup>rz</sup>	69.9 <sup>aj</sup>	8.2	4
67	Sadik-01/5//.. ICB00-1512-0AP-7AP-0AP-0SD	6	sir	5	598 <sup>ct</sup>	116 <sup>ej</sup>	93	44.9	68.1 <sup>ly</sup>	15.1 <sup>iv</sup>	69.2 <sup>fo</sup>	8.2	6
68	Pamir-168//..ICB00-1668-0AP-1AP-0A	2	sir	5	714 <sup>ah</sup>	118 <sup>cf</sup>	98	47.7	64.6 <sup>z</sup>	16.1 <sup>em</sup>	68.4 <sup>nu</sup>	7.9	4
69	Pamir-168/4//..ICBH99-0071-0AP-50AP-0AP-0SD	2	sir	4	609 <sup>bs</sup>	119 <sup>bd</sup>	103	39.4	69.5 <sup>fw</sup>	14.6 <sup>oz</sup>	69.9 <sup>aj</sup>	8.2	4

71	{Alpha/CWB117..ICB01-1753-49AP-0AP-0SD	2	sır	4	619 <sup>as</sup>	115 <sup>gl</sup>	113	50.9	72.5 <sup>ah</sup>	14.8 <sup>lz</sup>	70.5 <sup>ad</sup>	8.3	1
72	Bda/Rhn-03//..ICBH96-0499-6AP-0AP-5AP-0AP	2	sır	4	659 <sup>ao</sup>	115 <sup>gl</sup>	115	50.4	73.5 <sup>ac</sup>	15.3 <sup>ht</sup>	69.8 <sup>am</sup>	8.4	4
73	Arta/6/ ICB97-0282-0AP-16AP-3TR-2AP-0AP-0SD	2	sır	4	499 <sup>lw</sup>	114 <sup>in</sup>	95	35.2	65.1 <sup>yz</sup>	18.6 <sup>ab</sup>	67.3 <sup>uw</sup>	8.0	8
74	Apm/HC1905// 5 ICB02-0836-0AP-3AP-0AP-0SD	6	sır	4	627 <sup>ar</sup>	117 <sup>ch</sup>	108	39.4	65.3 <sup>yz</sup>	15.1 <sup>iv</sup>	69.7 <sup>am</sup>	8.0	1
Ç1	Kendal	6	sır	5	741 <sup>a</sup>	117 <sup>df</sup>	103	40.9	69.9 <sup>hs</sup>	14.0 <sup>uz</sup>	70.6 <sup>ab</sup>	8.3	1
Ç2	Altıkat	6	sır	5	742 <sup>af</sup>	117 <sup>df</sup>	105	43.1	68.1 <sup>px</sup>	13.8 <sup>xz</sup>	69.6 <sup>dj</sup>	8.2	1
Ç3	Samyeli	2	sır	4	599 <sup>dr</sup>	111 <sup>gr</sup>	103	47.4	69.0 <sup>lw</sup>	16.5 <sup>di</sup>	68.4 <sup>os</sup>	8.2	5
Ç4	Şahin 91	2	sır	5	422 <sup>uw</sup>	125 <sup>a</sup>	120	45.2	68.4 <sup>mx</sup>	15.9 <sup>gm</sup>	69.0 <sup>ho</sup>	8.1	6
Ç5	Vamıkhoça 98	6	sır	5	673 <sup>ai</sup>	117 <sup>df</sup>	118	49.7	68.2 <sup>ox</sup>	13.6 <sup>z</sup>	70.0 <sup>ag</sup>	8.2	3
Ortalama					577	115	106	44.4	69.2	15.5	69.1	8.2	4
Minimum					191	108	80	28.9	62.2	13.0	66.4	7.9	1
Maksimum					774	125	125	55.9	74.7	19.5	70.9	8.4	8
Standartları geçen hat sayısı					2	--	5	17	27	13	5	-	-
Asgari Önemli Fark(0.05)					182	2.3	18	18.1	3.18	1.36	1.17	0.3	-
Değişim Katsayısı(%)					9.3	0.6	5.1	12.1	1.38	2.6	0.5	1.0	-
Standart Sapma					107	3.2	8.0	6.4	2.9	1.5	1.2	0.1	2.4

Ç:çeşit(Cultivar), TV:Tane verimi(grain yield), BS:başaklanma süresi(heading time), BB: bitki boyu(plant height), H: hektolitre ağırlığı(hectoliter weight), BTA: bin tane ağırlığı(thousand grain weight), PO: protein oranı(protein content), NO: nişasta oranı(starch content), TN: tane nem oranı(grain moister), YAT: yatma(lodging) (1-9,1: yatmayan, 9 en fazla yatma gösteren), Der(scor)(1-5, 1:kötü, 5 en iyi)

Figure 1A: The genotype-traits and the interrelationships of traits

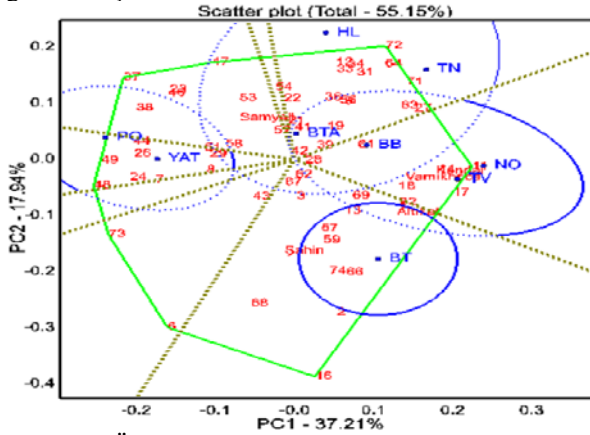
Şekil 1A: araştırmada incelenen özellikler arasındaki ilişki ile genotip özellik ilişkisi, Şekil 1B: özelliklerin gruplandırılması ve genotipler ile özelliklerin sektör ilişkisi, Şekil 1C: özelliklere ait verilerin ortalaması bakımından genotiplerin stabilitesi, Şekil 1D: özelliklerin ortalama verileri üzerinden oluşturulan temsili ideal merkeze göre genotip veya özellikler değerlendirilmektedir (Kılıç ve ark., 2018; Kabak ve Akçura, 2017; Kızılgöçü ve ark., 2019; Oral ve ark., 2019). Temel Bileşen Analizi iki boyutlu PCA skoru toplam varyasyonun, % 55.15'ini oluştururken, PC1 % 37.21'lik ve PC2 % 17.94' lük paya sahip olmuştur. Şekil 1A: Tablo 3 verileri ile oluşturulan bu şekil birkaç maddede açıklanabilmektedir. (Yan and Rjcan, 2002) 1) İki özelliğin vektörleri arasındaki açının kosinüsü, yaklaşık olarak bu iki özelliğin arasındaki Pearson korelasyonudur. Yani, 90° 'den küçük bir açı pozitif korelasyonu, 90°' den büyük bir açı negatif korelasyonu ve 90° 'lik bir açı ise sıfır korelasyonu göstermektedir.



Şekil 1A:Genotip-özellik ve özelliklerarası ilişkiler

2) bir genotip ile özellik arasındaki açı, özellik için genotipin nispi seviyesini gösterir. Bu nedenle, dar bir açı, genotipin özellik için ortalamasının üzerinde olduğunu gösterir; geniş bir açı, genotipin özellik için ortalamasının altında olduğunu gösterir ve dik açı genotipin özellik için ortalama değere sahip olduğunu gösterir. 3) bir özelliğin vektör uzunluğu (yani, biplot başlangıç noktasına olan mesafe), özelliğin biplotta ne kadar iyi temsil edildiğini gösterir; herhangi bir özelliğe ait kısa bir vektör, genotipler boyunca o özelliğin varyasyonunun ya değeri küçük ya da diğer özelliklerle korelasyonunun zayıf olmasından ya da eksikliğinden dolayı biplotta iyi sergilenemediğini gösterir. Ayrıca, biplot varyasyonun düşük bir yüzdeliğini temsil ediyorsa ortaya çıkabilir (Şekil 1'deki GÖ biplot varyasyonun sadece % 55.15'ini temsil etmektedir). 4) Bir genotipin merkezden uzaklığı veya yakınlığı, tüm özellikler için uygun olup olmadığını veya bir özellik bakımından güçlü veya zayıf yönleri olup olmadığını göstermektedir. Bu şekilde (Şekil 1A) TV ile Yatma ve PO ile negatif bir korelasyona girdiği için yatmanın ve protein oranının yükselmesi durumunda verimin düştüğünü göstermektedir. Bunların aksine, TV ile NO arasında ise yüksek bir pozitif ilişki olduğunu göstermektedir. Öbür taraftan BB ve BTA kısa bir vektöre sahip olduklarından bunların varyasyon içerisindeki etki payları düşüktür yani verime olan etkileri kısmidir. BT, HL ve TN uzun vektöre sahip olup bunların varyasyondaki etkileri yüksek ancak TV ile çok düşük ve pozitif bir korelasyona girmişlerdir. Genotip-özellik ilişkisini değerlendirdiğimizde ise 48 ve 49 nolu genotiplerin yüksek oranda yatma gösterdikleri aynı zamanda yüksek PO değerine sahip oldukları, 2 ve 16 nolu genotiplerin çok geçici hatlar oldukları, 17 ve 18

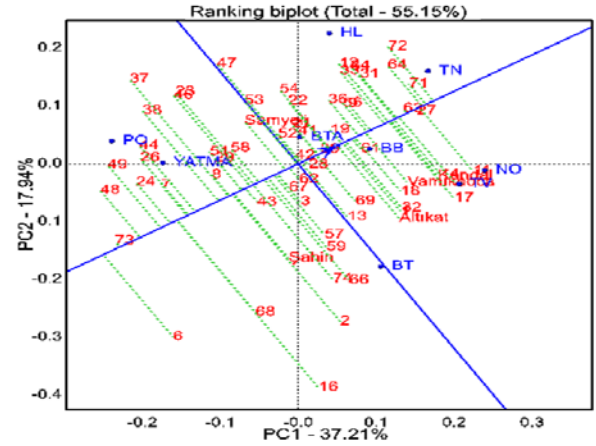
nolu hatlar ile Kendal çeşidinin yüksek verime ve nişasta oranına sahip oldukları, 62 ve 74 nolu hatların yüksek tane nemine ve hektolitreye ağırlıklarına sahip oldukları, 12, 62, 39 ve 3 nolu hatların tüm özellikler bakımından ortalama değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi GT yani GÖ biplot tekniği bir genotipin sadece özellikler bakımından durumunu sergiler ancak bir genotipin tam anlamıyla seçilip seçilmeyeceği konusunda bize net bir fikir vermemektedir, seleksiyon için GYT yani GVÖ tekniğinin daha uygun olduğu aşağıda belirtilmiştir. Özelliklerin gruplandırılması ve genotipler ile özelliklerin sektörler göre ilişkisi Şekil 1B'de gösterilmiştir.



Şekil 1B. Özelliklerin gruplandırılması ve sektör analizi ile genotip özellik ilişkisi  
Figure 1B. The genotype trait and the relationship with sector analysis of grouping traits

Özellikler ve genotipler ortalama verilere göre toplam 8 sektöre ayrılmıştır. Özellikler ağırlıklı olarak 4 sektöre dağılırken toplam 5 grupta toplanmıştır. Başaklanma tarihi(BT) yani süresi tek başına 1. Sektörde, ve 1. TV, NO ve BB ise 2. Sektörde ve 2. Grupta, BTA, HL ve TN ise 3. Sektörde ve 3. Grupta, Yatma ve PO ise 6. Sektörde ve 4. Grupta yer almışlardır. Kalan diğer 4 sektörlerde sadece bazı genotipler yer alırken, 59,66 ve 74 gibi bazı genotipler BT ile aynı grupta ve sektörde yer alırken geçici oldukları, özellikle 11, 17, 18 nolu hatlar ile Altikat, Kendal ve Vamıkhoca çeşitleri ise TV, BB ve NO oranı ile aynı grup ve sektörde yer alarak bu genotiplerin oldukça verimli ortalama bitki boyuna sahip ve yüksek nişasta değerlerine sahip oldukları, 12, 31, 64,71,72 ve diğer bazı genotipler ise BTA, HL ve TN ile aynı sektör ve grupta yer alarak aslında fiziksel kalite özellikleri bakımından yüksek değerlere sahip oldukları, 24,26, 38 ve 49 ile diğer bazı genotipler Yatma ve PO oranı ile aynı sektörü paylaşmış ve aynı grupta yer almışlardır. Öbür taraftan 6, 73 ve 37 nolu hatlar her hangi bir özellik ile aynı grupta yer almayı bağımsız bir şekilde farklı sektörlerde yer almışlardır. Dolayısıyla bu hatlar ile özellikler ile aynı grubu paylaşmayan diğer bazı hatlar her hangi bir özellik bakımından öne çıkmamışlardır.

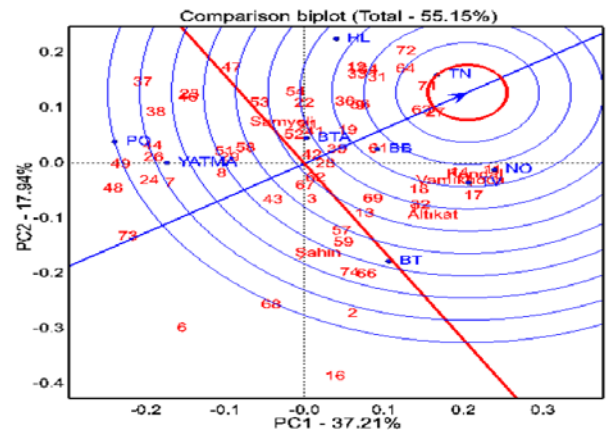
Ranking biplot incelenen özelliklere ait verilerin ortalaması bakımından genotiplerin stabilitesi hakkında bilgi vermektedir (Şekil 1C). Yatay ve ok ile gösterilen eğri özelliklerin ortalaması bakımından oluşturulmakta ve özelliklerin ortalamasına göre stabilitesi hakkında bize fikir sunmaktadır. Dikey eğri ise özelliklerin ortalamasını göstermektedir. Dikey eğrinin üzerinde ve yatay eğriye yakın ve uç kısımlarda yer alan genotiplerin(27, 62 ve 71 nolu hatlar gibi) tüm özellikler bakımından oldukça stabil oldukları, yatay eğriden uzakta yer alanlar(17 ve 72 nolu hatlar) oldukça değişken, dikey eğrinin altında yer alan genotipler



Şekil 1C. Genotiplerin özelliklerin ortalamasını göre stabilitesi  
Figure 1C. Stability of genotypes according to the mean of the traits

(6,16 ve73 nolu hatlar) ise tercih edilmeyen ortalamasının altında kalan genotipler olarak tespit edilmiştir. Ayrıca hangi genotipler hangi özellik tarafında yer alıyorsa yukarıda açıklandığı gibi o özelliklerle ilişkilendirilmektedir.

Comparison biplot özelliklerin ortalama verileri üzerinden oluşturulan temsili ideal merkez oluşturmakta genotip veya özellikler bu merkeze göre değerlendirilmektedir (Şekil 1D).



Şekil 1D. Özelliklerin ortalamasına göre en ideal genotiplerin belirlenmesi



*Figure 1D. Determination of the most ideal genotypes according to the average of the trait*

Bu modele göre 27, 62 ve 71 nolu hatlar ideal merkeze yakın oldukları ve dolayısıyla tüm özellikler

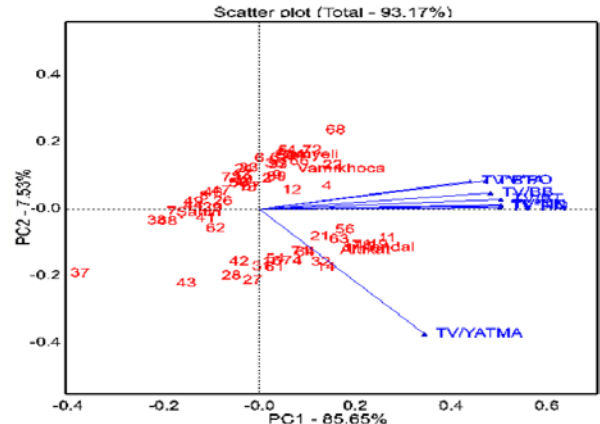
şeklinde çizilen bölgenin dışında kalan genotipler ise tüm özelliklerin ortalamasına göre tercih edilmeyen düşük değerlere sahip oldukları tespit edilmiştir. GT yani GÖ tekniğinde görüldüğü gibi tüm özellikler bakımından hangi genotiplerin seçilmesi konusunda karar vermek bizi yormaktadır. Ancak bu seleksiyon GYT yani GVÖ tekniğinde gayet rahat olmaktadır (Karahan ve Akgün, 2020). GT biplot tekniği çok sayıda genotiple yapılan çalışmalarda seleksiyonda görsel açıdan kısmi olarak bize kolaylık sağlamaktadır. Benzer yorumlar birçok araştırmacı tarafından farklı araştırma sonuçlarında da bildirilmiştir (Kılıç ve ark., 2018; Kendal ve ark., 2019; Malik ve ark., 2014; Solonechny ve ark., 2018).

*3.2. GYT(genotype\*trait) yani GVÖ(genotip, verim\*özellik) Biplot Tekniği*

Bu teknikle Tablo 4'teki veriler kullanılarak dört ayrı şekil oluşturulmuştur. Şekil 2A: araştırmada incelenen özellik-verim kombinasyon verileri kullanılarak özellik-verim kombinasyonları ile genotipler arasındaki ilişkiyi, Şekil 1B: özellik-verim kombinasyonlarının gruplandırılması ve genotipler ile bu kombinasyonların sektörlere göre ilişkisi, Şekil 1C: özellik-verim kombinasyonlarına ait verilerin ortalaması bakımından genotiplerin stabilitesi, Şekil 1D: özellik-verim kombinasyonların ortalama verileri üzerinden oluşturulan temsili ideal merkeze göre genotiplerin değerlendirilmesi şeklinde açıklanmaktadır (Kendal, 2019; Yan ve ark., 2019; Karahan ve Akgün, 2020). GVÖ biplot tekniğinde iki boyutlu PCA skoru toplam varyasyonun, % 93.17'ini oluştururken, PC1 % 85.65'lik ve PC2 % 7.53'lük bir paya sahip olmuştur. GVÖ biplot tekniği GÖ tekniğine göre daha yüksek bir varyasyonu temsil ettiği tespit edilmiştir. Çizelge 3' teki veriler kullanılarak her bir özellik ile tane verimi arasında kombinasyonlar oluşturulmuş ve Çizelge 4 elde edilmiştir. GYT yani GVÖ tekniği Çizelge 4 verileri kullanılarak oluşturulmuştur. Ancak bu tabloda kombinasyonlar oluşturulurken, tane verimi, verimi olumsuz etkileyen özelliklere bölünerek veriler elde edilmiştir (TV/YATMA, TV/BB, TV/BT). Çünkü Diyarbakır şartlarında, arpa yetiştiriciliğinde geççilik, yüksek boyluluk dolayısıyla yüksek yatma oranı verimi düşüren özelliklerdir. Aksine diğer özelliklerin verime olumlu etki yapacağı için çarpılarak kombinasyonlar oluşturulmuştur(TV\*BTA, TV\*HL, TV\*NO, TV\*PO, TV\*TR). Çünkü GVÖ tekniğinde her zaman kombinasyonda yüksek değerler tercih edilmektedir. Ayrıca GVÖ verilerini grafiksel olarak gösteren ve farklı açıdan grafiklerin yorumlanmasına imkan veren

bakımından ideal değerlere sahip oldukları, dikey eğri ile ideal merkez arasındaki bölgede kalanlar tercih edilebilir genotipler, dikey eğrinin altında ve daire

bir tekniktir (Şekil 2A-B-C-D). Dolayısıyla verim veya herhangi bir özellik tek başına kullanılmayıp her biri etki derecesine göre verim ile kombinasyona girerek gerçek GVÖ verilerin elde edilmesine ve grafiklerin oluşmasına katkı sunmaktadır. Kısacası tüm verim öğeleri verimle kombinasyona girerek gerçek verimi verdiklerinden dolayı çoğu birbiri ile pozitif bir korelasyon eğilimine girmektedir. Bu durum GVÖ(GYT) tekniğini GÖ(GT) tekniğinden ayıran en önemli özelliği olup aşağıdaki şekillerde etkisini görmek mümkündür(Yan ve Frégeau-Reid, 2018). Bu açıklama doğrultusunda Şekil 2A, araştırmada incelenen özellik-verim kombinasyon verileri kullanılarak özellik-verim kombinasyonları ile genotipler arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bu şekil grafiksel olarak GT biplot tekniği bölümünde(Şekil 1A) yeterince açıklanmıştır.

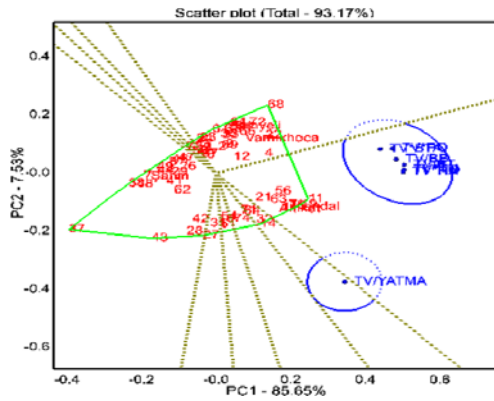


Şekil 2A. Verim-özellik kombinasyonları ile genotipler arasındaki ilişkiler

*Figure 2A. Relationships between genotypes by yield-trait combinations*

Bu açıklamalar doğrultusunda (Şekil 2A) TV ile kombinasyona giren özelliklerin çoğu yüksek ve pozitif bir korelasyon içerisinde görülmektedir. Sadece TV/Yatma kombinasyonu ile diğer kombinasyonlar arasında zayıf bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen kombinasyonların sonuçlarına göre özellikle 11,17, 18, 21, 56, 63 nolu hatlar ile Altıkat ve Kendal çeşitlerinin iyi sonuçlara sahip oldukları görülmektedir. Bu genotiplerin durumunu özellik-verim kombinasyonlarının gruplandırılması ve genotipler ile bu kombinasyonların sektörlere göre ilişkisini gösteren Şekil 1B' de daha net görmek mümkündür (Yan ve ark., 2019).





Şekil 2B. Kombinasyonların gruplandırılması ile genotiplerin sektörlere göre ilişkisi  
 Figure 2B. Relationship between genotypes and grouping combinations by sectors analysis

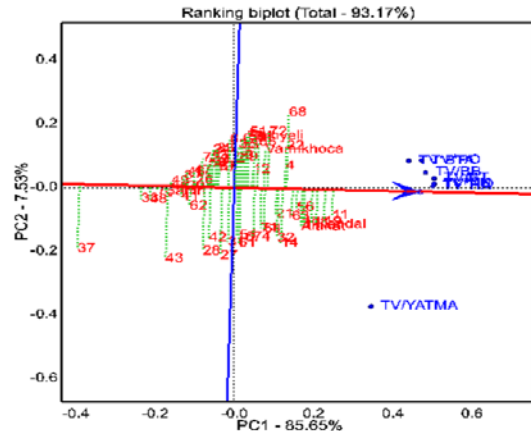
Çizelge 4. Arpa genotiplerin verim × özellik (GVÖ) kombinasyonu verileri  
 Table 4. The genotypes yield × trait (GYT) combination data

No:	TV/BS GY/HT	TV/BB GY/PH	TV*BTA GY/TGW	TV*HA GY/HW	TV*PO GY/PC	TV*NO GY/SC	TV*TN GY/GM	TV/YAT GY/LOD
01	6.5	6.8	33210	51256	10411	52560	6051	749
02	5.3	5.7	18226	40203	9286	44333	5104	126
03	4.6	5.1	27183	37172	8370	37789	4363	108
04	6.2	6.3	32650	49903	9685	51534	6028	364
06	5.0	6.1	25270	36064	9169	39278	4573	73
07	3.3	3.5	19821	26628	6691	25875	3069	64
08	3.8	4.3	23311	30925	7480	30362	3619	90
09	5.2	5.6	30947	42245	8861	41319	4923	198
11	6.9	7.5	40682	56277	10588	57199	6691	808
12	5.5	5.4	33483	44433	9004	42026	4976	304
13	4.7	5.0	22412	38684	7889	39151	4488	111
14	6.2	6.2	26730	48296	9256	49962	5894	712
16	4.8	5.8	26336	36334	8478	40741	4607	584
17	6.4	6.0	39252	50757	10087	52655	6111	747
18	6.6	7.6	31979	50611	10649	52999	6297	760
19	7.2	8.3	25867	53814	11891	53611	6519	787
21	5.6	6.4	33610	46019	10299	43808	5168	639
22	6.1	6.8	35271	47266	10984	46216	5512	337
23	4.6	5.1	26898	35114	9381	34273	4148	101
24	4.6	4.8	27531	33842	9338	34166	3977	101
26	4.4	4.8	19473	31056	8534	31604	3750	156
27	4.8	5.4	17719	38418	7400	38785	4600	547
28	4.3	4.7	18878	34790	7537	33977	4090	498
29	3.8	4.4	20366	32177	8009	30689	3578	149
31	4.8	5.4	21735	39574	8243	38249	4527	545
32	5.9	6.7	27729	47459	8943	48331	5567	687
33	5.5	5.7	26282	43992	8315	42822	4972	87
34	5.8	6.0	26916	46795	9013	45041	5339	92
36	5.3	5.6	24810	43505	8905	42055	4897	85
37	1.7	1.8	7354	13537	3398	13073	1545	27
38	3.1	2.9	18998	22817	6026	22942	2756	49
39	4.5	4.3	29114	36937	8079	36607	4247	105
41	4.3	3.9	15044	32016	7109	32525	3957	119
42	4.2	4.6	24953	34885	7954	34031	4000	493
43	3.5	3.5	15549	27975	6624	27963	3270	408

44	3.7	5.0	15805	28394	7056	27685	3321	68
46	4.1	4.5	19919	32331	7679	30664	3768	66
47	4.3	4.7	19446	34872	7812	32432	3904	68
48	3.1	3.4	13937	26099	7145	24295	2894	73
49	3.8	4.0	18109	28343	7527	28035	3382	60
51	5.6	6.4	23454	43311	9983	42123	5038	78
52	5.6	6.0	27132	43477	9282	42912	5029	103
53	4.7	4.5	21892	37186	8433	35649	4336	88
54	5.0	5.8	23136	42209	8965	38587	4581	565
56	6.1	6.4	37896	48901	11012	47721	5661	690
57	4.7	5.4	25922	36933	7689	38591	4496	139
58	4.6	5.0	23541	34330	8283	34785	4206	102
59	5.4	5.9	30590	41594	8791	44060	5141	106
61	5.1	5.0	21927	41151	9105	41027	4832	589
62	4.0	4.2	19186	32867	7659	32721	3818	235
63	5.9	6.4	33227	49863	10858	48478	5722	689
64	5.4	5.8	28311	46553	9614	43856	5198	626
66	5.6	6.7	28171	41191	9270	46061	5410	165
67	5.2	6.4	26894	40750	9015	41402	4912	100
68	6.1	7.3	34093	46128	11471	48834	5647	179
69	5.1	5.9	24024	42329	8871	42566	4999	152
71	5.4	5.5	31537	44881	9140	43636	5143	619
72	5.7	5.7	33263	48465	10066	46018	5544	165
73	4.4	5.3	17595	32499	9268	33592	3998	62
74	5.4	5.8	24747	40968	9452	43722	5024	627
Kendal	6.6	7.5	31661	54085	10812	54626	6399	774
Altıkat	6.3	7.1	31981	50492	10232	51605	6055	741
Samyeli	5.4	5.8	28385	41300	9901	40980	4890	120
Şahin 91	3.4	3.5	19044	28846	6702	29090	3419	70
Vamıkhoça 98	5.8	5.7	33484	45895	9179	47107	5543	224
Ortalama(Mean)	5.0	5.5	25598	39816	8802	39868	4700	306
Standart Sapma								
Standart Deviasyon	1.1	1.2	6659	8440	1442	8772	1017	266

TV: Tane verimi(*grain yield*), BS: başaklanma süresi(*heading time*), BB:bitki boyu(*plant height*), HL: hektolitreye ağırlığı(*hectoliter weight*), BTA: bin tane ağırlığı(*thousand grain weight*), PO: protein oranı(*protein content*), NO: nişasta oranı (*starch content*), TN: tane nem oranı(*grain moisture*).

Burada kombinasyonlar ile aynı sektörde yer alan genotipler genelde kombinasyonlar sonucunda en iyi sonuçlara sahip seleksiyonda seçilmesi gereken genotipler, kombinasyonların aksine diğer sektörlerde yer alan genotipler ise istediğimiz özelliklere sahip olmayan ve seleksiyonda aslında elenmesi gereken genotiplerdir. Bu nedenle bu grafikler bize görsel olarak çok kolay ve etkin bir seleksiyon yapmamıza olanak sağlamaktadır. Benzer şekilde özellik-verim kombinasyonlarına ait verilerin ortalaması bakımından genotiplerin stabilitesini Şekil 1C' de görmek mümkündür(Karahan ve Akgün, 2020).



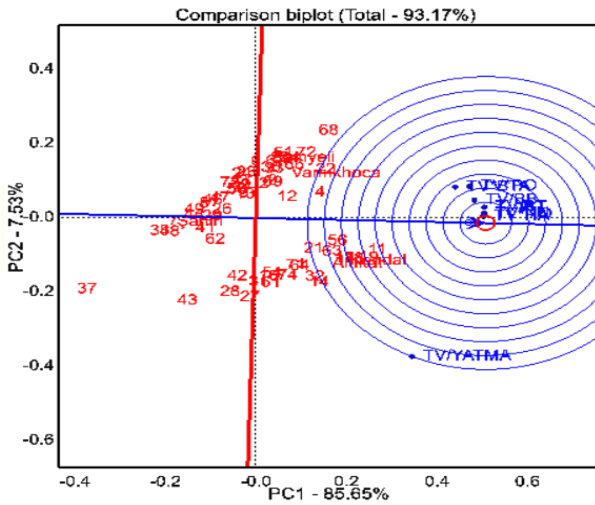
Şekil 2C. Kombinasyonların ortalama verilerine göre genotiplerin stabilitesi

Figure 2C. Stability of genotypes according to the average data of combinations

Bu şekilde görüldüğü gibi özellikle yukarıdaki şekillerde(2A-2B) iyi sonuçlara sahip olduğu belirtilen 11,17, 18, 21, 56, 63 nolu hatlar ile Altıkat ve Kendal genotiplerin stabilite eğrisine(yatay eğri) yakın diğer genotiplere göre oldukça ilerde aynı zamanda ortalama eğrinin(dikey) üzerinde yer aldıkları için stabil olduklarını da söylemek mümkündür. Bununla birlikte yine diğer bazı genotiplerin (örn:4 nolu genotip) stabil eğrisine yakın ve ortalamanın hemen yer aldıkları, 3 ve 4 nolu hatlar gibi bazı genotipler de hem stabilite eğrisinden uzak hem de ortalama eğrinin altında bazı sonuçlara sahip oldukları tespit edilmiştir. Bir başka açıdan özellik-verim kombinasyonlarının ortalama verileri üzerinden oluşturulan temsili ideal merkeze göre genotiplerin değerlendirilmesini Şekil 1D'ye göre de yapmak mümkündür(Kendal, 2019). Burada kombinasyonların ortalamasından oluşturulan temsili ideal merkeze göre genotipleri değerlendirdiğimizde yukarıda öne çıkan genotiplerin burada da temsili merkeze(en içteki çember) en yakın genotipler oldukları dolayısıyla seleksiyonda ilk bu genotiplerin seçilmesi gerektiği, diğer genotiplerden sadece bazıları en dıştaki çemberlerde yer aldıkları dolayısıyla ikinci dereceden tercih edilebileceği, ortalama dikey eğri ile çemberler arasındaki bölgede yer alan genotipler yine seleksiyonda son olarak seçilebilecek ancak ortalama eğrinin altında yer alan genotiplerin seleksiyonda seçilemeyeceğini bize göstermektedir. Bu şekilde yatma oranının merkezi çemberden oldukça uzak olduğunu, diğer kombinasyonlardan oldukça uzakta yer aldığını ve seleksiyonda etkisinin oldukça az olacağını söylemek mümkündür. GÖ tekniğinde 37 nolu hat HL ile PO arasında yer alırken, GVÖ tekniğinde ise düşük verim,

Şekil 2D. Kombinasyonların ortalamasından elde edilen ideal merkeze göre genotiplerin değerlendirilmesi  
 Figure 2D. Evaluation of genotypes according to the ideal center obtained from the average of the combination

yüksek yatma ve diğer bazı kalite kriterlerine ait verilerin düşüklüğünden dolayı verim ile girdikleri kombinasyonların etki değerleri de düşmüş dolayısıyla tüm kombinasyonların tersi istikametinde yer almış ve seleksiyonda elenmesi gereken hat konumuna düşmüştür. Oysa sadece GÖ sonuçlarına bakıp yapılacak bir seleksiyonda belki de yüksek PO ve HL değerinden dolayı seçilme olanağına sahipti ancak GVÖ tekniği ile bu zayıf ihtimal ortadan kaldırılmış bu durum diğer bazı hatlar için de geçerlidir. Yapılan ıslah çalışmalarında çoğu zaman tek veya birkaç özelliğin sonuçları bağımsız değerlendirilerek seleksiyon yapılmaktadır. Bu nedenle ıslahta yeterince başarı sağlanamamaktadır. Ancak yeni bir seleksiyon yaklaşımını öngören GVÖ biplot tekniği ile çoklu özelliklere dayalı ve kombinasyonların etkisi ile genotiplerin zayıf ve güçlü yönlerine göre seleksiyonun yapılması bu eksikliği giderecek ve seleksiyon başarısını dolayısıyla ıslah başarısını artıracaktır. Bu nedenle, verim-özellik kombinasyonlarının etkisi, üstün çeşitlerin seçilmesindeki bireysel özelliklerin etkisinden daha anlamlıdır(Yan ve ark., 2019). Kombinasyonların verileri standart hale getirildikten sonra üstünlük indeksi verileri elde edilmektedir(Çizelge 5). Bitki ıslahı çalışmalarında genotipler GVÖ biplot tekniği ile oluşturulan grafiklere bakılarak görsel ve üstünlük indeksi değerlerine bakılarak isabetli bir seleksiyona yapılmakta ve en uygun çeşit adayları belirlenebilmektedir.



Çizelge 5. Verim\*özellik kombinasyonu verilerine göre genotiplerin standardizasyonu ve genotiplerin üstünlük indeksi

Table 5. Standardization of genotypes and superiority index of genotypes according to yield\*trait combination data

No:	TV/BS GY/HT	TV/BB GY/PH	TV*BTA GY* <i>TGW</i>	TV*HA GY* <i>HW</i>	TV*PO GY* <i>PC</i>	TV*NO GY* <i>SC</i>	TV*TN GY* <i>GM</i>	TV/YAT GY/LOD	Ort Mean (Üstünlük Endeksi/ <i>Sup. Index</i> )
01	1.30	1.23	1.30	1.29	1.18	1.32	1.29	2.81	1.46
02	1.06	1.04	0.71	1.01	1.06	1.11	1.09	0.47	0.94
03	0.92	0.93	1.06	0.93	0.95	0.95	0.93	0.41	0.88
04	1.24	1.15	1.28	1.25	1.10	1.29	1.28	1.37	1.24
06	1.00	1.11	0.99	0.91	1.04	0.99	0.97	0.27	0.91
07	0.66	0.63	0.77	0.67	0.76	0.65	0.65	0.24	0.63
08	0.77	0.77	0.91	0.78	0.85	0.76	0.77	0.34	0.74
09	1.04	1.03	1.21	1.06	1.01	1.04	1.05	0.74	1.02
11	1.37	1.37	1.59	1.41	1.20	1.43	1.42	3.04	1.61
12	1.09	0.98	1.31	1.12	1.02	1.05	1.06	1.14	1.10
13	0.94	0.91	0.88	0.97	0.90	0.98	0.95	0.42	0.87
14	1.24	1.12	1.04	1.21	1.05	1.25	1.25	2.67	1.36
16	0.96	1.06	1.03	0.91	0.96	1.02	0.98	2.20	1.14
17	1.27	1.08	1.53	1.27	1.15	1.32	1.30	2.81	1.47
18	1.33	1.38	1.25	1.27	1.21	1.33	1.34	2.86	1.50
19	1.44	1.50	1.01	1.35	1.35	1.34	1.39	2.96	1.54
21	1.13	1.16	1.31	1.16	1.17	1.10	1.10	2.40	1.32
22	1.22	1.25	1.38	1.19	1.25	1.16	1.17	1.27	1.23
23	0.92	0.92	1.05	0.88	1.07	0.86	0.88	0.38	0.87
24	0.91	0.87	1.08	0.85	1.06	0.86	0.85	0.38	0.86
26	0.87	0.88	0.76	0.78	0.97	0.79	0.80	0.59	0.80
27	0.96	0.98	0.69	0.96	0.84	0.97	0.98	2.06	1.06
28	0.86	0.85	0.74	0.87	0.86	0.85	0.87	1.87	0.97
29	0.77	0.80	0.80	0.81	0.91	0.77	0.76	0.56	0.77
31	0.97	0.97	0.85	0.99	0.94	0.96	0.96	2.05	1.09
32	1.19	1.23	1.08	1.19	1.02	1.21	1.18	2.58	1.34
33	1.11	1.03	1.03	1.10	0.94	1.07	1.06	0.33	0.96
34	1.15	1.09	1.05	1.18	1.02	1.13	1.14	0.35	1.01
36	1.05	1.02	0.97	1.09	1.01	1.06	1.04	0.32	0.94
37	0.35	0.32	0.29	0.34	0.39	0.33	0.33	0.10	0.31
38	0.62	0.53	0.74	0.57	0.68	0.58	0.59	0.18	0.56
39	0.90	0.78	1.14	0.93	0.92	0.92	0.90	0.39	0.86
41	0.85	0.71	0.59	0.80	0.81	0.82	0.84	0.45	0.73
42	0.85	0.84	0.97	0.88	0.90	0.85	0.85	1.85	1.00
43	0.71	0.64	0.61	0.70	0.75	0.70	0.70	1.53	0.79
44	0.73	0.91	0.62	0.71	0.80	0.69	0.71	0.26	0.68
46	0.82	0.82	0.78	0.81	0.87	0.77	0.80	0.25	0.74
47	0.85	0.85	0.76	0.88	0.89	0.81	0.83	0.26	0.77
48	0.62	0.62	0.54	0.66	0.81	0.61	0.62	0.28	0.59
49	0.76	0.72	0.71	0.71	0.86	0.70	0.72	0.23	0.68
51	1.11	1.15	0.92	1.09	1.13	1.06	1.07	0.29	0.98
52	1.12	1.10	1.06	1.09	1.05	1.08	1.07	0.39	0.99
53	0.94	0.82	0.86	0.93	0.96	0.89	0.92	0.33	0.83
54	1.00	1.05	0.90	1.06	1.02	0.97	0.97	2.12	1.14
56	1.22	1.16	1.48	1.23	1.25	1.20	1.20	2.59	1.42
57	0.95	0.98	1.01	0.93	0.87	0.97	0.96	0.52	0.90
58	0.92	0.91	0.92	0.86	0.94	0.87	0.89	0.39	0.84
59	1.08	1.07	1.20	1.04	1.00	1.11	1.09	0.40	1.00
61	1.02	0.91	0.86	1.03	1.03	1.03	1.03	2.21	1.14
62	0.81	0.76	0.75	0.83	0.87	0.82	0.81	0.89	0.82

63	1.18	1.16	1.30	1.25	1.23	1.22	1.22	2.59	1.39
64	1.09	1.05	1.11	1.17	1.09	1.10	1.11	2.35	1.26
66	1.13	1.22	1.10	1.03	1.05	1.16	1.15	0.62	1.06
67	1.03	1.17	1.05	1.02	1.02	1.04	1.05	0.37	0.97
68	1.21	1.33	1.33	1.16	1.30	1.23	1.20	0.67	1.18
69	1.02	1.08	0.94	1.06	1.01	1.07	1.06	0.57	0.98
71	1.08	1.00	1.23	1.13	1.04	1.09	1.09	2.33	1.25
72	1.15	1.04	1.30	1.22	1.14	1.15	1.18	0.62	1.10
73	0.88	0.96	0.69	0.82	1.05	0.84	0.85	0.23	0.79
74	1.07	1.06	0.97	1.03	1.07	1.10	1.07	2.36	1.22
Kendal	1.32	1.36	1.24	1.36	1.23	1.37	1.36	2.91	1.52
Altıkat	1.26	1.28	1.25	1.27	1.16	1.29	1.29	2.79	1.45
Samyeli	1.08	1.06	1.11	1.04	1.12	1.03	1.04	0.45	0.99
Şahin 91	0.68	0.64	0.74	0.72	0.76	0.73	0.73	0.26	0.66
Vamıkhoca 98	1.15	1.03	1.31	1.15	1.04	1.18	1.18	0.84	1.11
Ortalama(Mean)	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.02
Standart Sapma Standart Deviasion	0.20	0.22	0.26	0.21	0.16	0.22	0.22	1.00	0.28

TV: Tane verimi(*grain yield*), BS: başaklanma süresi(*heading time*), BB: bitki boyu(*plant height*), HL: hektolitre ağırlığı(*hectoliter weight*), BTA: bin tane ağırlığı(*thousand grain weight*), PO: protein oranı(*protein content*), NO: nişasta oranı (*starch content*), TN: tane nem oranı(*grain moister*),

#### 4. Sonuç

Yazlık arpa ıslah çalışmaları kapsamında yürütülen bu çalışmada en uygun arpa hatlarını belirlemek amacıyla birçok ıslahçı tarafından ıslah çalışmalarında kullanılan GÖ(GT) biplot tekniğinin de artık yetersiz olduğu düşünülerek yerine GVÖ (GYT) biplot tekniği kullanılmıştır. Bu teknik temelde verim-özellik kombinasyonları ve üstünlük indeksi verilerine dayanmaktadır. Kombinasyonların verilerine göre genotiplerin güçlü ve zayıf yönleri belirlenmekte ve grafiksel olarak görsel açıdan iyi bir değerlendirme fırsatını sunmaktadır. Ayrıca üstünlük indeksi verileri sonuçlarına en üstün genotipler belirlenmekte ve etkili bir seleksiyon yapılmaktadır. Hem GVÖ grafiklerine bakılarak görsel olarak hem de üstünlük indeksi değerlerine bakarak üstün indeks(+110) değerlerine sahip başta 1, 4, 11, 17, 18, 19, 21, 56 ve 63 nolu hatlar

olmak üzere toplam 20 adet hat tespit edilerek bir ileri generasyona aktarılmıştır. Augmented deneme deseni ile çok sayıda genotip ile yapılan bu çalışmada GVÖ biplot tekniği kullanılarak seleksiyon yapılmış ve bu tekniğin ıslah çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca bu tekniğin diğer bitkilerde ve çok özellikle yürütülen çalışmaların sonuçlarının değerlendirilmesinde örnek teşkil edeceği ve araştırmacılara kolaylık sağlayacağı ortaya konulmuştur.

#### Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesinde desteklerini esirgemeyen GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü yöneticileri ve Buğday Islah Birimi çalışanlarına teşekkür ederim.

#### Kaynaklar

Kabak, D., & Akçura, M. 2017. Bingöl İlinde Toplanan Yerel Çavdarlarda Tane Verimi ve Bazı Özellikler Arasındaki İlişkilerin Biplot Analizi ile İncelenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 227-235.

Karahan, T ve Akgün, I.2020. Selection of Barley (*Hordeum vulgare*) Genotypes by GYT (Genotype× Yield× Trait) Biplot Technique and its Comparison with GT (Genotype × Trait). *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1), 1347-1359.

Kendal, E., Doğan, Y., & Oral, E. 2016. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Arpa Yetiştiriciliğinin Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 2, 36-42.

Kendal, E., Karaman, M., Tekdal, S., & Doğan, S. 2019. Analysis of pPromising Barley (*Hordeum vulgare* L.) Lines Performance by AMMI and GGE Biplot in Multiple Traits and Environment. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(2), 5219-5233.

Kendal, E., Tekdal, S., Aktaş, H., Karaman, M., Bereketoğlu, K., & Doğan, H. 2014. Biplot Analiz Kullanılarak Yazlık arpa Genotiplerinin

- Verim ve Verim unsurlarının belirlenmesi. Trakya University Journal of Natural Sciences, 15(2), 95-103s.
- Kendal, E. (2019). Comparing Durum Wheat Cultivars by Genotype× Yield× Trait and Genotype× Trait Biplot Method. Chilean journal of agricultural research, 79(4), 512-522.
- Kılıç, H., Kendal, E., & Aktaş, H. 2018. Evaluation of Yield and Some Quality Characters of Winter barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes using biplot analysis. Agriculture & Forestry, Vol. 64 Issue 3: 101-111.
- Kılıç, H., Tekdal, S., Kendal, E., & Aktaş, H. 2012. Augmented Deneme Desenine Dayalı İleri Kademe Makarnalık Buğday (*Triticum turgidum* ssp durum) Hatlarının Biplot Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. KSU Doğa Bil. Derg, 15(4), 18-25.
- Kızılgeçi, F., M. Yıldırım., C. Akıncı and Albayrak, Ö. 2016. Bazı Arpa Genotiplerinin Diyarbakır ve Mardin Koşullarında Verim ve Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. İğdir Üni. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, 6(3): 161-169.
- Kızılgeçi, F., Albayrak, O., Yıldırım, M., & Akıncı, C. 2019. Stability Evaluation of Bread Wheat Genotypes Under Varying Environments by AMMI Model. Fresenius Environmental Bulletin, 28(9), 6865-6872.
- Malik, R., Sharma, H., Sharma, I., Kundu, S., Verma, A., Sheoran, S., ... & Chatrath, R. 2014. Genetic Diversity of Agro-morphological Characters in Indian Wheat Varieties Using GT Biplot. Australian Journal of Crop Science, 8(9), 1266.
- Mut, Z., Sirat, A., & Sezer, İ. 2014. Samsun Koşullarında Bazı iki Sıralı Arpa (*Hordeum vulgare* conv. *distichon*) Genotiplerinde Tane Verimi ile Başlıca Tarımsal Özelliklerin Belirlenmesi ve Stabilitate Analizi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 24(1), 60-69.
- Oral, E., Kendal, E., Kilic H. and Dogan, Y. 2019. Evaluation Barley Genotypes in Multi-environment Trials by AMMI Model and GGE biplot Analysis. Fresenius Environmental Bulletin. Volume 28 – No. 4A/2019 pages 3186-3196.
- Solonechnyi, P., Kozachenko, M., Vasko, N., Gudzenko, V., Ishenko, V., Kozelets, G., ... & Vinyukov, A. 2018. AMMI and GGE Biplot Analysis of Yield Performance of Spring Barley (*Hordeum vulgare* L.) Varieties in Multi Environment Trials. Poljoprivreda i Sumarstvo, 64(1), 121-132.
- Yan W, Fregeau-Reid J, Mountain N, Kobler J. 2019. Genotype and Management Evaluation Based on Genotype by Yield×Trait (GYT) analysis. Crop Breed Genet Genom. 2019;1:e190002. <https://doi.org/10.20900/cbgb20190002>
- Yan W, Frégeau-Reid J. 2018. Genotype by Yield×Trait (GYT) Biplot: a Novel Approach for Genotype Selection Based on Multiple Traits. Sci Rep., (8):8242.
- Yan, W., and I.R. Rajcan. 2002. Biplot Analysis of Test Sites and Trait Relations of Soybean in Ontario. Can. J. Plant Sci. 42:11–20.



## Farklı çevrelerde yetiştirilen yulaf genotiplerinin yağ ve yağ asidi kompozisyonları

Özge Doğanay Erbaş Köse<sup>a\*</sup>, Hasan Akay<sup>b</sup>, Zeki Mut<sup>a</sup>,

<sup>a</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla bitkileri Bölümü, Bilecik, Türkiye

<sup>b</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ozgedoganay.erbas@bilecik.edu.tr

Geliş/Received 25/06/2020

Kabul/Accepted 16/07/2020

### ÖZET

Yulaf tanesi sağlık açısından önemli doymamış oleik ve linoleik yağ asitlerinden oluşan dikkate değer bir yağ içeriğine sahiptir. Bu çalışmada altı lokasyonda yetiştirilen 25 yulaf genotipinin yağ içeriği ve yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiştir. Yağ içeriği, oleik, linoleik, palmitik ve linolenik asit bakımından genotip, lokasyon ve genotip × lokasyon interaksyonu istatistiki olarak önemli ( $P < 0.01$ ) bulunmuştur. Genotiplerin yağ içeriği % 5.03 ile 6.88, oleik asit içeriği % 36.72 ile 42.44, linoleik asit içeriği % 32.52 ile 36.57, palmitik asit içeriği % 19.89 ile 20.81, stearik asit içeriği % 1.85 ile 1.97 ve linolenik asit içeriği % 1.02 ile 1.33 arasında değişmiştir. Sonuçlar yulaf genotiplerinin yağlarının toplamının % 94.68'ini oluşturan hakim yağ asitlerinin oleik asit, linoleik asit ve palmitik asit olduğunu göstermiştir.

### Anahtar Sözcükler:

Yulaf  
Genotip  
Lokasyon  
Yağ  
Yağ asidi

### Fat and fatty acid composition of oat genotypes grown in different environments

### ABSTRACT

Oat grain has a remarkable fat content that contains important health unsaturated oleic and linoleic fatty acids. In this study, the fat content and fatty acid composition of 25 oat genotypes in six environments were determined. Genotype, location and genotype × location interaction were statistically significant ( $P < 0.01$ ) in terms of fat content, oleic, linoleic, palmitic and linolenic acid. Among genotypes, fat content ranged from 5.03 to 6.88 %, oleic acid content from 36.72 to 42.44 %, linoleic acid content from 32.52 to 36.57%, palmitic acid content 19.89 to 20.81 %, stearic acid content from 1.85 to 1.97 %, and linolenic acid content from 1.02 to 1.33%. The results showed that the dominant fatty acids that make up 94.68% of the oat genotypes' total oil are oleic acid, linoleic acid and palmitic acid.

### Keywords:

Oat  
Genotypes  
Location  
Fat  
Fatty acid

## 1. Giriş

Yulaf (*Avena sativa* L.) dünyanın birçok yerinde yetiştirilen önemli ve son zamanlarda fonksiyonel bir gıda olarak da popülerlik kazanmış bir tahıldır (de Oliveira Maximino ve ark., 2020). Yulaf Dünya'da 9.8 milyon ha alanda yetiştirilmekte ve 23 milyon ton ürün elde edilmektedir (FAO, 2018). Türkiye'de ise yaklaşık 110 bin hektarlık bir alanda yetiştirilen yulaftan 265 bin tonluk ürün ve ortalama 242 kg da<sup>-1</sup> verim elde edilmektedir (TÜİK, 2019). Yulaf tanesi insanlar için zengin bir besin kaynağı olması yanında iyi bir hayvan yemidir. Son çalışmalar yulaf tüketiminin kardiyovasküler hastalık riskindeki azalmadan (Grundy ve ark., 2018) bazı kanser türlerinin önlenmesine (Meydani, 2009) kadar insan sağlığı üzerindeki birçok faydalı etkisini ortaya koymuştur. Bu olumlu sağlık etkileri, yulafın diğer tahıllardan farklı olarak, özellikle esansiyel amino asitler, yağ asitleri,  $\beta$ -glukan ve fenolik bileşiklerin benzersiz besin profilinden kaynaklanmaktadır (Butt ve ark., 2008). Yulafın sağlığa faydalarının anlaşılmasıyla birlikte, yulaf ıslahçıları için beslenme kalitesi önemli amaçlardan biri olmuştur. Yağlar organizmada önemli roller sergileyen gıda bileşenleridir. Obezite, kemik sağlığı, depresyon, kan basıncı ve kardiyovasküler sağlık gibi birçok hastalığın önlenmesi ve tedavisi ile bağlantılı fonksiyonel yağlar vardır. Fonksiyonel yağlar arasında omega-3 (Linolenik) ve omega-6 (Linoleik) yağ asitleri hastalıkların önlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fonksiyonel yağ takviyeleri hastalarda iyileşmeye ve sağlıklı insanlarda olumlu etkilere neden olmuştur (Alabdulkarim ve ark., 2012). Yulaf fonksiyonel özellikleri ve düşük maliyetli bir gıda olması nedeniyle öğünlerde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Diğer tahıllardan daha fazla yağ içeriğine sahip olan yulaf genotiplerinin yağ içeriği % 3.1 - 11.6 arasında değişmiştir (Martinez ve ark., 2010). Ayrıca, bu yağlar ağırlıklı olarak doymamış yağ asitlerinden oluşmakta, yulafı insan ve hayvan beslenmesinde sağlıklı bir enerji kaynağı haline getirmektedirler. Hayvan beslemede yüksek yağ içeriği yüksek kalori sağlayacağından avantaj sağlamaktadır. Fakat gıda uygulamalarında yüksek yağ içeriği bayatlama ve lezzetsiz üretime neden olacağından istenmeyen bir durumdur (Doehlert ve ark., 2001). Bu nedenle, yağ kompozisyonunun korunması ve/veya en uygun düzeyde tutulması önemli bir ıslah amacı haline gelmiştir (Valentine ve ark., 2011). Yapılan çalışmalar hem genotip hem de çevrenin yağ içeriğini etkilediğini göstermiştir. Yulaf serin yerlerde yetiştirildiğinde yağ birikimi teşvik edilmektedir (Saastamoinen ve ark., 1989; Doehlert ve ark., 2001). Tane verimi yanında kalite özellikleri de genotip ve çevreden etkilenmektedir (Doehlert ve ark., 2001; Peterson ve ark., 2005;

Martinez ve ark., 2010; Mehraj ve ark., 2017; Mut ve ark., 2018). Genotiplerin farklı çevrelerde kalite performansları farklılık gösterebilmektedir. Biplot analizi çoklu çevrelerde yapılan çalışmaların karmaşık verilerinin grafik ve görsel analizlerle daha anlaşılabilir hale getirmek için kullanılmaktadır. Ayrıca bu analiz, ıslah programlarında genotip  $\times$  çevre interaksyonunu açıklamak için son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Yan ve Tinker, 2006). Bu çalışmanın amacı; çok sayıda saf hat arasından tane verimi dikkate alınarak seçilen yulaf genotiplerinin farklı çevre koşullarında yağ ve yağ asitleri içeriklerini ve değişimlerini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Bitki materyali, lokasyon ve deneme planı

Çalışmada, materyal olarak yirmi üç hat ve iki tescilli yulaf çeşidi kullanılmıştır (Çizelge 1). Çalışma, 2015-2016 yetiştirme sezonunda Amasya (40° 50' K, 35° 27' D, rakım 610 m), Çorum (39° 54' K, 34° 04' D, rakım 801 m), Tokat (40° 27' K, 36° 50' D, rakım 365 m), Sinop (41° 24' K, 34° 50' D, rakım 417 m), Samsun-Merkez (41° 21' K, 36° 11' D, rakım 194 m), Samsun-Bafra (41° 33' K, 35° 52' D, rakım 22 m) olmak üzere Türkiye'de altı lokasyonda yürütülmüştür. Deneme alanlarının iklim verileri Şekil 1'de ve toprak özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. İklim verileri denemelerin yürütüldüğü alanlardaki Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı meteoroloji il müdürlüklerinden temin edilmiştir. Denemeler, Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Ekim işlemi lokasyonlara göre değişmekle birlikte 1 Ekim-15 Kasım tarihleri arasında yapılmıştır. Tohumlar, 20 cm sıra aralığına sahip 6 sıradan oluşan 1.2 m x 6 m'lik (7.2 m<sup>2</sup>) parsellere deneme mibzeri ile ekilmiştir. Ekim sıklığı m<sup>2</sup>'ye 500 tohum olacak şekilde yapılmıştır. Çalışmada, dekara 8 kg saf N ve 8 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> olacak şekilde fosforlu gübrenin tamamı, azotlu gübrenin ise yarısı ekimle birlikte verilmiştir. Azotlu gübrenin diğer yarısı ise kardeşlenme döneminde uygulanmıştır. Tüm lokasyonlarda yabancı ot kontrolü için herbisit kullanılmış ve denemelerde sulama yapılmamıştır. Hasat işlemleri tüm lokasyonlarda temmuz ayı içinde yapılmıştır.

### 2.1.1 Yağ ve yağ asitleri analizi

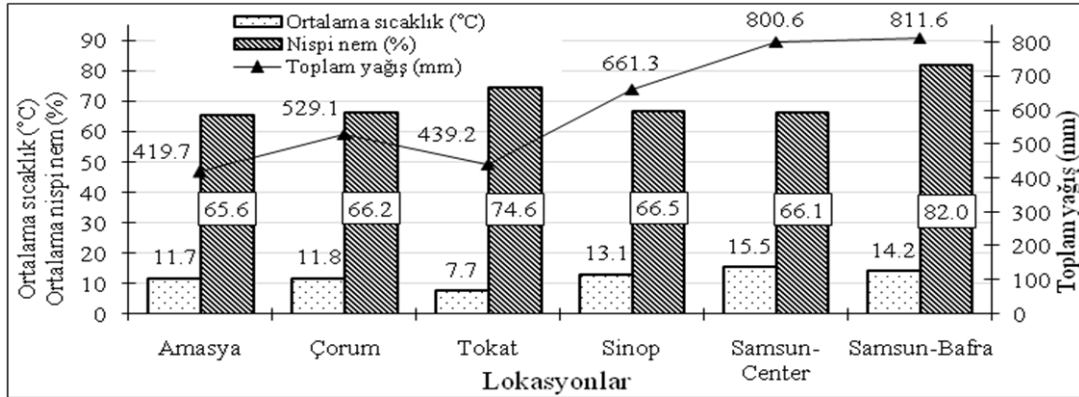
Yulaf tanesinin yağ içeriği ISO 659: 1998 yöntemine göre belirlenmiştir. Yulaf tohumlarının toplam yağ içeriği, 6 saat boyunca Soxhlet Aparatında petrol benzini ile özümlemiş ve çözücü 40 °C'de ve 25 Torr'da bir döner vakum buharlaştırıcı ile çıkarılmıştır.



Çizelge 1. Denemelerde kullanılan 25 yulaf genotipinin pedigrileri

Table 1. Pedigrees of 25 oat genotypes used in trials

No	Genotip/Pedigri
G1	IA B605 X//Dane/Newdak
G2	Morton/IL99-8803
G3	LA966BIB77/TX96M1398
G4	Horizon 321/LA9819IBI-75-2-B
G5	LA966BIB119-1(FL9595MEO29/TX93M2107)/UPF94H1400-6-1-1
G6	FL03224 F1 (UPF94174-1/FL9605-A6-B4(FLLA89104-U1-G7/GA8702-C13-4-7))/FL03021 F1 (UFRGS
G7	02B6193-9-4/OA 1039-1)
G8	Sesqui/WIX7571-1//ND010426
G9	FL0206FSB-34-S2/FL06033 F1(Horizon 474/IL 3555)
G10	LA02018SBSBS5-B-S1 / MN02124
G11	UFRGS16/UPF16
G12	LA99017SBSBSB-275-B-S2)
G13	TAMO405/LA99016
G14	833-99AB118*2/LA604
G15	UFRGS 028152-1/LA97006GSB-59-2-4-SBS1
G16	FL03001BSB-S7(LA9339/Bw3996 /FL0740 F1(FL0105FSBSBS20-B-S2 (TX97C1168/IA 91462-45-1-
G17	6)/IL 2838)
G18	SD030888-19//SD030888-19/ND030349
G19	FL03129-Ab3 /Bw 4899/UPF96146-5-7-2/FL0846 /FL0742 /IL 2838
G20	Stallion//OA1021-1/SD97575-29-115
G21	TAMO386ERB/TX83Ab2923
G22	UPF90H400/UFRGS16
G23	ND000811/ND980671
G24	WIX7535-9/WIX7395-4
G25	LA02029SBSBS48/UFRGS 028153-2
	Seydişehir (Standart)
	Kahraman (Standart)



Şekil 1. Deneme alanlarına ait iklim özellikleri

Figure 1. Climate traits of the trial areas

Yağ, bir azot akımı ile kurutuldu ve kullanılabilecek kadar -20 °C'de saklanmıştır. Yağ asit kompozisyonu O'Fallon ve ark. (2007)' tarafından belirtilen yöntemlere göre yapılmıştır.

### 2.3 İstatistiksel analiz

Varyans analizi her bir deneme yeri bir çevre kabul edilerek toplam 6 lokasyon üzerinden gerçekleştirilmiştir. Veriler Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 4 tekrarlı olarak analiz edilmiştir. ANOVA analizi JMP (2007) istatistiksel paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar TUKEY çoklu karşılaştırma

testi ile karşılaştırılmıştır. Biplot grafikleri ve korelasyon analizi JMP (2007) programı kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 2. Deneme alanlarına ait toprak özellikleri  
Table 2. Soil traits of the trial areas

Lokasyonlar	Doymunluk	Toplam tuz	pH	CaCO <sub>3</sub>	Organik madde	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	----- % -----					----- kg da <sup>-1</sup> -----	
Amasya	kumlu-tınlı (34)	hafif tuzlu (0.25)	hafif alkali (7.82)	kireçli (12.55)	az (0.99)	az (7.52)	fazla (90.56)
Çorum	killi-tınlı (55)	hafif tuzlu (0.01)	hafif alkali (7.88)	orta (7.95)	az (1.87)	orta (8.90)	fazla (50.67)
Tokat	tınlı (49)	hafif tuzlu (0.45)	orta alkali (8.11)	kireçli (11.68)	fazla (3.89)	çok az (2.89)	fazla (55.80)
Sinop	killi-tınlı (61)	tuzsuz (0.02)	orta asitli (5.98)	kireçli (13.56)	fazla (4.11)	az (7.01)	çok fazla (115.50)
Samsun- Merkez	killi (83)	hafif tuzlu (0.35)	nötr (7.22)	kireçli (13.25)	az (1.45)	az (4.33)	fazla (55.80)
Samsun- Bafra	kumlu-tınlı (33)	tuzsuz (0.04)	orta alkali (8.11)	kireçli (14.22)	az (0.98)	çok az (2.89)	çok fazla (90.56)

### 3. Bulgular ve Tartışma

Yulaf genotiplerinin tanelerinin yağ içeriği ve yağ asidi ortalamaları Çizelge 2'de verilmiştir. Birleştirilmiş verilerin analizi sonucunda yağ içeriği, oleik, linoleik, palmitik ve linolenik asit bakımından genotip, lokasyon ve genotip × lokasyon interaksyonu istatistiki olarak önemli (P <0.01) bulunmuştur. Stearik asitte ise lokasyonlar arasında önemli (P <0.01) farklar bulunurken, genotip ve genotip × lokasyon interaksyonu önemsiz bulunmuştur. Toplam varyansın yağ içeriği için, % 27.42'si, oleik asit için % 42.88'si, linoleik asit için % 36.20'si, palmitik asit için % 92.28'si, stearik asit için % 97.10'u ve linolenik asit için % 81.84'ü lokasyondan kaynaklanmıştır. Yağ içeriği, oleik, linoleik, palmitik, stearik ve linolenik asit içerikleri üzerine toplam varyansın etkisi sırasıyla % 36.22, 36.20, 32.64, 1.91, 0.9 ve 4.01 genotipten kaynaklandığı belirlenmiştir. Yağlar hücre zarlarının yapısal bir bileşeni, enerji deposu ve sinyal yollarındaki performans gibi farklı görevlere sahip çeşitli bileşikler grubudur (de Oliveira Maximino ve ark., 2020). Yulaf tanesi yağ içeriği olarak özellikle sağlıklı doymamış yağ asitleri açısından diğer tahıllara göre daha zengin ve yüksek içeriğe sahiptir (Carlson ve ark., 2019). Çalışmada, genotiplerin yağ içeriği % 5.03 (G2) ile 6.88 (G1) arasında değişmiştir. En yüksek yağ içeriği sırasıyla G1 (% 6.88), G13 (% 6.84), G23 (% 6.62), G21 (% 6.57), G12 (% 6.56), G6 (% 6.43) ve G4 (% 6.42) numaralı genotiplerden elde edilmiştir. En düşük yağ içeriği ise sırasıyla G2 (% 5.03), G8 (% 5.30), G25 (% 5.33), G16 (% 5.41) ve G20 (% 5.46) numaralı genotiplerden elde edilmiştir.

Lokasyonlara göre en yüksek yağ içeriği % 6.76 ile Çorum lokasyonunda belirlenirken, en düşük yağ içeriği

sırasıyla Samsun-Merkez (% 5.65) ve Samsun-Bafa (% 5.76) lokasyonunda belirlenmiştir. Yulaf tanelerinin yağ içeriği genetik ve çevresel faktörlere göre değişmektedir (Martinez ve ark., 2010; Hawerth ve ark., 2013; Mut ve ark., 2017; Mut ve ark., 2018; Bağcı ve ark., 2019). Doehlert ve ark. (2001) yağ içeriği üzerine genotipin etkisinin çevreden daha fazla olduğunu bildirmiştir. Saastamoinen ve ark. (1989) ve Doehlert ve ark. (2001) serin yerlerde yetiştirilen yulafın yağ birikiminin artacağını bildirmiştir. Çalışmamızda da sıcaklığın düşük olduğu Amasya, Çorum ve Tokat lokasyonlarında yağ birikiminin daha fazla olduğu belirlenmiştir (Şekil 1 ve Çizelge 3) Yapılan çalışmalarda yağ içeriğini Mut ve ark. (2016) % 5.86 ile 8.47, Mut ve ark. (2018) % 5.69 ile 6.80, Bağcı ve ark. (2019) % 0.7 ile 3.92, Bityutskii ve ark. (2020) % 2.7 ile 8.1 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, yüksek yağ içeriğine sahip yulaf tanesi yüksek kalori içeriğine sahip olacağından bu durum hayvan beslemesi için arzu edilmektedir (Martinez ve ark., 2010; Silveria ve ark., 2016).

Yulaf yağı doymuş yağ asitleri, miristik, palmitik ve stearik asitlerin yanı sıra doymamış yağ asitleri, oleik, linoleik ve linolenik asitler içermektedir. Yulaf yağında oleik, palmitik ve linoleik yağ asitleri diğer yağ asitlerinden daha fazla bulunur (Saastamoinen, 1987). Çalışmada, yulaf genotiplerinin oleik asit içeriğinin % 36.72 (G2) ile 42.44 (G13), linoleik asit içeriği % 32.52 (G22) ile 36.57 (G2), palmitik asit içeriğinin % 19.89 (G12) ile 20.81 (G22), stearik asit içeriği % 1.85 (G12) ile 1.97 (G20) ve linolenik asit içeriği % 1.02 (G22) ile 1.33 (G25) değiştiği belirlenmiştir. Lokasyonlara göre en yüksek oleik asit içeriği % 42.16 ile Amasya, linoleik

asit içeriği % 35.80 ile Tokat; palmitik asit içeriği % 21.10 ile Samsun-Bafra, stearik asit içeriği % 2.4 ile Amasya, linolenik asit içeriği % 1.41 ile Tokat lokasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 3. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen 25 yulaf genotipinin incelenen özelliklerin ortalama değerleri  
Table 3. Average values of the studied traits of 25 oat genotypes grown in different locations

Genotipler	Yağ içeriği		Oleik asit (18:1)		Linoleik asit (18:2)		Palmitik asit (16:0)		Stearik asit (18:0)		Linolenik asit (18:3)	
	**	**	**	**	**	**	**	ÖD	**	**	**	
G1	6.88	a	40.97	a-d	33.79	e-i	20.07	ab	1.88		1.23	ab
G2	5.03	k	36.77	g	36.57	a	20.58	ab	1.89		1.27	ab
G3	5.63	g-j	39.35	c-f	35.10	a-e	20.23	ab	1.91		1.22	ab
G4	6.42	a-d	41.52	abc	33.37	e-i	20.19	ab	1.93		1.21	ab
G5	5.86	f-i	39.78	b-f	34.60	b-h	20.32	ab	1.92		1.26	ab
G6	6.43	a-d	41.79	ab	33.02	ghi	20.18	ab	1.89		1.21	ab
G7	6.02	d-g	40.34	a-d	34.02	d-i	20.41	ab	1.87		1.23	ab
G8	5.30	jk	37.92	efg	35.65	a-d	20.73	ab	1.92		1.25	ab
G9	5.97	d-h	39.50	b-f	34.17	c-i	20.49	ab	1.92		1.24	ab
G10	5.66	g-j	39.31	c-f	34.92	a-f	20.35	ab	1.89		1.25	ab
G11	5.95	d-h	40.53	a-d	34.03	d-i	20.24	ab	1.92		1.22	ab
G12	6.56	abc	42.34	a	33.09	e-i	19.88	b	1.85		1.20	ab
G13	6.84	ab	42.44	a	32.82	hi	19.98	ab	1.86		1.25	ab
G14	5.88	f-i	40.22	a-e	34.04	d-i	20.33	ab	1.88		1.24	ab
G15	5.81	f-j	39.67	b-f	34.73	a-g	20.10	ab	1.89		1.23	ab
G16	5.41	ijk	37.87	fg	35.93	abc	20.47	ab	1.87		1.20	ab
G17	5.99	d-g	40.40	a-d	33.96	d-i	20.35	ab	1.87		1.17	ab
G18	6.21	c-f	40.78	a-d	33.73	e-i	20.32	ab	1.92		1.09	ab
G19	6.34	b-d	41.24	abc	33.41	e-i	20.26	ab	1.89		1.20	ab
G20	5.46	h-k	38.82	d-g	35.11	a-e	20.32	ab	1.97		1.23	ab
G21	6.57	abc	41.14	a-d	33.35	e-i	20.61	ab	1.91		1.20	ab
G22	6.12	c-g	41.74	ab	32.52	i	20.81	a	1.90		1.02	b
G23	6.62	abc	41.29	abc	33.04	f-i	20.65	ab	1.96		1.10	ab
G24	6.21	c-f	39.78	b-f	33.69	e-i	20.77	a	1.92		1.03	b
G25	5.33	jk	37.85	fg	36.17	ab	20.29	ab	1.91		1.33	a
<b>Lokasyonlar</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>**</b>
Amasya	6.14	b	42.16	a	32.88	c	19.59	c	1.87	c	0.96	c
Çorum	6.76	a	41.83	a	32.91	c	20.67	b	2.04	a	1.02	c
Tokat	5.82	cd	39.64	b	35.80	a	18.73	d	1.76	d	1.41	a
Sinop	5.98	bc	39.37	bc	34.52	b	21.06	a	1.98	b	1.34	a
Samsun-Merkez	5.65	d	39.29	bc	34.87	b	20.98	ab	1.90	c	1.16	b
Samsun-Bafra	5.76	d	38.51	c	34.19	b	21.10	a	1.85	c	1.33	a
<b>Genel ortalama</b>	<b>6.02</b>		<b>40.13</b>		<b>34.19</b>		<b>20.36</b>		<b>1.90</b>		<b>1.20</b>	

\*\* :  $p < 0.01$ , ÖD: önemli değil; aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında %5 seviyesinde farklılık yoktur

Zhou ve ark. (1998) yulafın yağ asidi içeriğinin önemli derecede çevreden etkilendiğini bildirmiştir. Çalışmamızda da oleik, linoleik, palmitik, stearik ve linolenic asit içeriği toplam varyansın sırasıyla % 42.88, % 43.04, % 92.28, % 97.10, % 81.84'ü çevreden kaynaklanmıştır. Çalışmada, yulaf genotiplerinde oleik, linoleik ve palmitik en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur. Benzer sonuçlar, farklı yulaf çeşitlerin kullanıldığı çalışmada elde edilmiştir (Martinez ve ark., 2010). Bağcı ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, yulaf

tanesinde oleik asidin % 19.59 ile 37.86, linoleik asidin % 18.91 ile 54.00, palmitik asidin % 10.82 ile 22.43, linolenik asidin % 2.43 ile 8.34 ve stearik asidin % 1.25 ile 7.74 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yulaf tanesi yağlarının yağ asidi bileşimleri ile ilgili sonuçlarımız literatürle karşılaştırıldığında küçük farklılıklar göstermektedir (Zhou ve ark., 1998; Mut ve ark., 2016; Carlson ve ark., 2019; Bityutskii ve ark., 2020). Bu farklılıklar büyüme koşulları, genetik faktörler, iklimsel faktörler ve analitik prosedürlerden

kaynaklanabilmektedir (Bağcı ve ark., 2020). Bu sonuçlar yulaf yağının beslenme açısından kaliteli olduğunu ve önemli bir besin değerine sahip olduğunu doğrulamaktadır. Çünkü oleik asit ve yüksek doymamış/doymuş bir yağ asidi oranı anti-enflamatuar bir etki gösterir ve kalp sağlığı ve kanser, diyabet ve nörolojik bozukluklar gibi diğer hastalıklar üzerinde faydalı etkileri bulunmaktadır (Kaur ve ark., 2014; Bityuskii ve ark. 2020). Ayrıca, linoleik asidin memeli hayvanların kaliteli beslenmesi için rasyonda gerekli olduğu bildirilmiştir (Saastamoinen, 1987).

Özellikler arasındaki ilişkiler Çizelge 3'de verilmiştir. Korelasyon katsayılarına göre, yağ içeriği ile oleik asit içeriği ( $r = 0.917^{**}$ ) arasında önemli ve pozitif, linoleik asit içeriği ( $r = -0.900^{**}$ ) arasında ise önemli ve negatif korelasyon saptanmıştır. Oleik asit ile linoleik

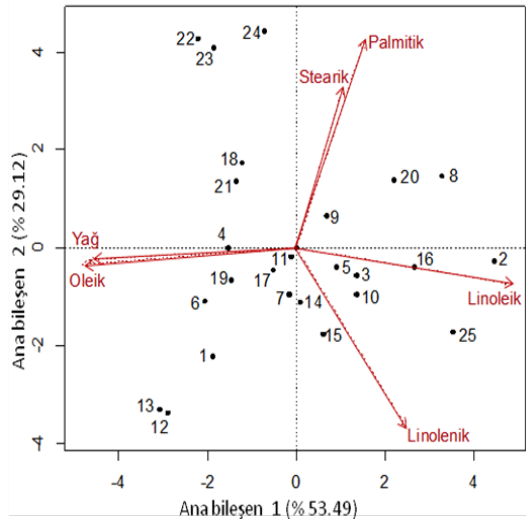
asit ( $r = -0.996^{**}$ ) arasında önemli ve negatif ilişki bulunmuştur. Linoleik asit ile linolenik asit ( $r = 0.561^{**}$ ) arasında önemli ve pozitif ilişki belirlenmiştir. Palmitik asit ile stearik asit içeriği ( $r = 0.408^*$ ) arasında önemli ve pozitif ilişki, linolenik asit içeriği ( $r = -0.463^{**}$ ) ile ise önemli ve negatif ilişki belirlenmiştir (Çizelge 3). Zhou ve ark. (1998) yağ içeriği ile oleik asit içeriği arasında pozitif, palmitik, linoleik ve linolenik asit içerikleri arasında ise negatif ilişki belirlemiştir. Bityuskii ve ark. (2020) yağ içeriği ile oleik arasında pozitif, palmitik asit ile oleik ve linolenik asit arasında negatif bir korelasyon olduğunu bildirmiştir. de Oliveira Maximino ve ark. (2020) linoleik ve linolenik asit içeriği arasında güçlü pozitif ilişki belirlerken, Martinez ve ark. (2010) oleik asit ile linoleik ve linolenik asit içeriği arasında negatif bir ilişki belirlemiştir.

Çizelge 4. Özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

Table 4. Correlation coefficients between traits

	Yağ içeriği	Oleik asit	Linoleik asit	Palmitik asit	Stearik asit
Oleik asit	0.917**				
Linoleik asit	-0.900**	-0.996**			
Palmitik asit	-0.329	-0.375	0.152		
Stearik asit	-0.161	-0.194	0.091	0.408*	
Linolenik asit	-0.370	-0.403	0.561**	-0.463**	-0.188

Biplot analizi özellikler arasındaki ilişkileri anlamaya, özellikler arasındaki pozitif veya negatif ilişkiyi tanımlamaya ve başka bir özelliğin dolaylı seçiminde kullanılabilen özellikleri tanımlamaya yardımcı olmaktadır (Yan and Tinger, 2006).



Şekil 2. İncelenen özelliklerin biplot analiz yöntemi ile gruplandırılması ve genotiplerin incelenen özelliklerle ilişkisi

Figure 2. Grouping of examined traits with biplot analysis method and relationship of genotypes with examined properties.

Bu çalışmada, 25 yulaf genotipinin tane yağ içeriği ve yağ asitleri ile genotipler arasındaki çoklu değişken ilişkilerini belirlemek için biplot grafiği oluşturulmuştur (Şekil 2). Çalışmada, Biplot grafiğini oluşturan ana bileşen 1 değeri % 53.49 ve ana bileşen 2 değeri % 29.12 olmuş ve bu iki bileşen toplam varyasyonun % 82.61'ini oluşturmuştur. Biplot grafiğinde vektörler arasındaki açı  $90^\circ$ 'den küçük ise o genotipin performansının ortalamadan daha iyi olduğunu, vektörler arasındaki açı  $90^\circ$ 'den büyük ise genotipin performansının ortalamadan daha düşük olduğunu, açı  $90^\circ$ 'ye eşit ise ortalamaya yakın olduğu göstermektedir (Yan ve Tinker, 2006). Şekil 2 incelendiğinde ele alınan özellikler bakımından hangi genotiplerin daha yüksek değerlere sahip olduğu, bu özelliklerin birbirleri ile olumlu veya olumsuz ilişkide olduğu görülebilmektedir. Araştırmada yer alan 25 genotip için yağ oranı ile oleik asit arasında, stearik asit ile palmitik asit arasında ve linoleik ile linolenik asit arasında güçlü pozitif ilişki ( $<90^\circ$ ) olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yağ içeriği ve oleik asit vektörleri ile geriye kalan diğer bütün yağ asitlerinin vektörleri arasındaki açı  $90^\circ$ 'den büyük olduğundan negatif ilişki göstermiştir. Linolenik asit ile palmitik ve stearik asit arasında negatif ilişki ( $>90^\circ$ ) belirlenmiştir. Stearik asit en kısa vektöre sahip olduğundan en az ayırt edici özellik olarak belirlenmiştir. G1, G4, G6, G12, G13, G18, G19, G21, G22 ve G23 numaralı genotipler ortalamanın üstünde yağ ve oleik asit içeriğine sahip olmuştur. En yüksek linoleik ve linolenik asit içeriği G2 ve G25 numaralı genotiplerde görülmüştür. Merkeze doğru yaklaşan çeşitler birden fazla özellik açısından öne çıkmıştır

(Şekil 2). Bryngelsson ve ark. (2020)'nin yaptığı çalışmada oleik ile linoleik ve linolenik yağ asitleri arasında geniş açı olduğundan birbiriyle negatif ilişki, linoleik ve linolenik yağ asitleri arasında dar açı olduğundan birbirleriyle pozitif ilişki göstermiştir.

#### 4.Sonuç

Farklı lokasyonlarda yetiştirilen yulaf genotiplerinin yağ içeriği ve yağ asidi kompozisyonları lokasyonlara ve genotiplere göre değişmiştir. Çalışmada sırasıyla G1, G13, G23, G21, G12, G6 ve G4 numaralı genotipler en yüksek, G2, G8, G25, G16 ve G20 numaralı genotipler ise en düşük yağ içeriğine sahip olmuştur. Lokasyonlara göre en yüksek yağ içeriği sırasıyla Çorum, Amasya, Sinop, Tokat, Samsun-Bafra ve Samsun-Merkez lokasyonlarından elde edilmiştir. Biplot grafiğine göre yağ oranı ile oleik asit arasında, stearik asit ile palmitik asit arasında ve linoleik ile linolenik asit arasında güçlü pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir.

#### Kaynaklar

- Alabdulkarim, B., Bakeet, Z.A.N., Arzoo, S., 2012 Role of some functional lipids in preventing diseases and promoting health. *J. King Saud Univ. Sci.*, 24:319-329. doi:10.1016/j.jksus.2012.03.001
- Bağcı, A., Geçgel, Ü., Özcan, M. M., Dumlupınar, Z., Uslu, N., 2019. Oil contents and fatty acid composition of oat (*Avena sativa* L.) seed and oils. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 25 (4): 182-186.
- Bityutskii, N. P., Loskutov, I., Yakkonen, K., Konarev, A., Shelenga, T., Khoreva, V., Blinova, E., Ryumin, A., 2019. Screening of *Avena sativa* cultivars for iron, zinc, manganese, protein and oil content and fatty acid composition in whole grains. *Cereal Research Communications*, 48: 87-94. doi: 10.1007/s42976-019-00002-2
- Bryngelsson, S., Mannerstedt-Fogelfors, B., Kamal-Eldin, A., Andersson, R., Dimberg, L. H., 2002. Lipids and antioxidants in groats and hulls of Swedish oats (*Avena sativa* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(6): 606-614. doi: 10.1002/jsfa. 1084
- Butt, M. S., Tahir-Nadeem, M., Khan, M. K. I., Shabir, R., & Butt, M. S., 2008. Oat: unique among the cereals. *European journal of nutrition*, 47(2): 68-79. doi: 10.1007/s00394-008-0698-7
- Carlson, M. O., Montilla-Bascon, G., Hoekenga, O. A., Tinker, N. A., Poland, J., Baseggio, M., Yeats, T. H. 2019. Multivariate genome-wide association analyses reveal the genetic basis of seed fatty acid composition in oat (*Avena sativa* L.). *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 9(9): 2963-2975. doi: 10.1534/g3.119.400228
- de Oliveira Maximino, J. V., Barros, L. M., Pereira, R. M., de Santi, I. I., Aranha, B. C., Busanello, C., Pegoraro, C. 2020. Mineral and Fatty Acid Content Variation in White Oat Genotypes Grown in Brazil. *Biological Trace Element Research*, 1-13. doi:10.1007/s12011-020-02229-1
- Doehlert, D. C., McMullen M. S., Hammond J. J. 2001. Genotyping and environmental effects on grain yield and quality of oat grown in North Dakota. *Crop Sci.*, 41: 1066-1072. doi: 10.2135/cropsci2001.4141066x.
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics (FAOSTAT) Food and Agriculture Data. <http://www.fao.org/faostat/en/?#home> (erişim tarihi: 18.06.2020)
- Grundy, M.M.L., Fardet, A., Tosh, S. M., Rich, G. T., Wilde, P. J., 2018 Processing of oat: the impact on oat's cholesterol lowering effect. *Food Funct.* 9: 1328–1343. doi:10.1039/C7FO02006F.
- Hawerth, M.C., Carvalho, F.I.F., De Oliveira, A.C., De Silva, J.A.G., Da Gutkoski, L.C., Sartori, J.F., Woyann, L.G., Barbieri, R.L., and Hawerth, F.J., 2013. Adaptability and stability of white oat cultivars in relation to chemical composition of the caryopsis. *Pesqui. Agropecuária Bras.* 48: 42–50. doi:10.1590/S0100-204X2013000100006.
- JMP., 2007. JMP User Guide, Release 7 Copyright© 2007, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Kaur, N., Chugh, V., Gupta, A.K., 2014. Essential fatty acids as functional components of foods- a review. *J Food Sci Technol.*, 51:2289-2303. doi:10.1007/s13197-012-0677-0
- Martinez, M.F., Arelovich, H.M., Wehrhahne, L.N., 2010. Grain yield, nutrient content and lipid profile of oat genotypes grown in a semiarid environment. *Field Crop Res* 116: 92–100. doi:10.1016/j.fcr.2009.11.018
- Mehraj, U., Abidi, I., Ahmad, M., Dar, Z. A., Rather, M. A., & Lone, A. A., 2017. Stability analysis for physiological traits, grain yield and its attributing parameters in oats (*Avena sativa* L.) in the Kashmir Valley. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 8(1): 59-62. doi: 10.5958/0975-928X.2017.00008.4
- Meydani, M., 2009 Potential health benefits of avenanthramides of oats. *Nutr. Rev.* 67: 731–735. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00256.x
- Mut, Z., Erbaş Köse, Ö.D., Akay, H., 2016. Grain Yield and some quality traits of different oat (*Avena sativa* L.) genotypes. *Int. J. Environ. Agric. Res.*, 2: 83–88.
- Mut Z., Erbaş Köse Ö. D., Akay H., 2017. Chemical quality properties of different oat (*Avena sativa* L.) cultivars. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences* 27 (3): 347-356. doi:10.29133/yyutbd.290920
- Mut Z., Akay H., Erbaş Köse Ö. D., 2018. Grain yield, quality traits and grain yield stability of local oat cultivars. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 18(1): 269-281. doi:10.4067/S0718-95162018005001001
- O'Fallon, J.V., Busboom, J.R., Nelson, M.L., Gaskins, C.T., 2007. A direct method for fatty acid methyl ester synthesis. Application to wet meat tissues, oils

- and feedstuffs. *Journal Animal Science*, 85: 1511-1521. doi: 10.2527/jas.2006-491
- Peterson, D.M., Wesenberg, D.M., Burrup, D.E., Erickson, C.A., 2005. Relationships among agronomic traits and grain composition in oat fatty acid composition of oats, *Cereal Chemistry*, 66: 296-300.
- Saastamoinen, M., 1987. Oil Content and Fatty Acid Composition of Oats, *Annales Agriculturae Fenniae*, 26: 195-200.
- Silveira, S.F.S., Oliveira, D.C.S., Wolter, D.D., Luche, H.S., de Oliveira, V.F., Figueiredo, R., 2016. Performance of white oat cultivars for grain chemical content. *Can. J. Plant Sci.* 96: 530-538. doi: 10.1139/cjps-2015-0145.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Ürün İstatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do> (erişim tarihi: 25.06.2020)
- Valentine, J., Cowan, A. A., Marshall, A. H., 2011. Oat Breeding, pp. 11–30 in *Oats: Chemistry and Technology*, edited by Webster, F. H., and P. J. Wood. AACC International, Inc., St. Paul, Minnesota. doi:/10.1094/9781891127649.002
- Yan, W., Tinker, N.A., 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Can. J. Plant Sci.*, 86: 623–645. doi:10.4141/P05-169. doi: 10.4141/P05-169
- Zhou, M.X., Glennie Holmes, M., Robards, K., Helliwell, S., 1998. Fatty acid composition of lipids of Australian oats, *J. Cereal Sci.*, 28: 311-319. doi: 10.1016/S0733-5210(98)90011-X.
- genotypes grown in different environments. *Crop. Sci.*, 45: 1249-1255. doi: 10.2135/cropsci2004.0063
- Saastamoinen, M., Kumpulainen, J., Nummela, S., 1989. Genetic and environmental in oil content and



## Monitoring poultry barns thermal problems using thermal cameras

Erdem Küçüktopcu<sup>a\*</sup>, Bilal Cemek<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Samsun, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [erdem.kucuktopcu@omu.edu.tr](mailto:erdem.kucuktopcu@omu.edu.tr)

Geliş/Received 26/06/2020

Kabul/Accepted 05/08/2020

### ABSTRACT

Buildings consume approximately 36% of the total energy overall in Turkey. Further, space heating and cooling in buildings accounts for more than one-third of the total energy consumed. Therefore, undesirable heat losses are one of the most significant problems in enhancing buildings' energy efficiency. The most important issue in preventing heat losses in buildings is determining the areas that cause loss, which can be detected with high-tech thermal cameras. The application of thermal imaging in poultry barns is an innovative new technology that can help determine the performance of insulation applications. This study focused on applicability of thermal imaging to detect heat losses and gains occurred because of structural problems in a poultry barn. The findings indicate that thermal imaging technique can identify structural problems which cause heat losses or gains and that these problems mostly arise from holes in windows and doors, insufficient insulation of windows and doors frame, and cracks in sandwich panel structures.

Keywords:  
Energy  
Heat loss  
Poultry barn  
Thermal imaging

### Kümeslerdeki ısı kayıplarının termal kamerayla izlenmesi

#### ÖZET

Türkiye'de toplam enerjinin yaklaşık yüzde %36'sı binalarda tüketilmektedir. Binalarda ise tüketilen toplam enerjinin üçte birinden fazlasını ısıtma ve soğutma oluşturmaktadır. Bu nedenle, istenmeyen ısı kayıpları binaların enerji verimliliğini arttırmada en önemli sorunlardan biri olarak görülmektedir. Binalarda ısı kayıplarını önlemede en önemli konu, ısı kaybına yol açan alanların yüksek teknolojili termal kameralarla belirlenmesidir. Kümeslerde termal görüntüleme teknikleri, yalıtım uygulamalarının performansını belirlemeye yardımcı olabilecek yeni bir teknolojidir. Bu çalışmada, kümesteki yapısal problemlerin neden olduğu ısı kayıplarını ve kazançlarını tespit etmek için termal görüntülemenin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Elde edilen bulgular, termal görüntüleme tekniğinin ısı kayıp ve kazançlarına yol açan yapısal sorunları tespit edebildiğini ve bu yapısal sorunların çoğunlukla pencere ve kapılardaki boşluklardan, kapı ve pencerelerdeki yetersiz yalıtımlardan ve sandviç paneldeki çatlaklardan kaynaklandığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler:  
Enerji  
Isı kaybı  
Kümes  
Termal görüntüleme

© OMU ANAJAS 2019

### 1. Introduction

Energy conservation is a critical issue for all countries, but it is prominent for Turkey, which fulfills most of its energy requirements through import. The energy consumption has risen quickly as a result of climate change, industrialization, population growth and

improved living standards. The energy consumption is globally divided to four sectors: residential, commercial, industrial and transport (Mares, 2018). In particular, the building sector, consisting of residential and commercial end users, accounts for 20% of the total energy consumption (Sieminski, 2014). Buildings consume approximately 36% of the energy consumption overall in Turkey. Further, more than one-third of the total energy



consumed is used space heating and cooling for buildings (Mangan and Oral, 2016). Therefore, undesirable heat losses and the related energy losses are one of the most significant problems in enhancing buildings' energy efficiency. The most important issue in preventing heat losses in buildings is determining the areas that cause loss, which can be detected with high-tech, heat sensitive thermal cameras.

Infrared thermography has been widely used throughout the world in recent years. This technique is used to measure surface properties for a variety of research studies involving all possible heat transfer phenomena. The use of thermal camera to detect radiation can precisely monitor even minute based temperature changes. The data acquired through scanning are processed by computer and shown as temperature maps for a comprehensive temperature-field assessment (Knizkova et al., 2007).

Infrared inspection is a powerful and non-destructive way to monitor and diagnose building conditions. Using infrared thermography, we can detect heat loss/gain, air leakages, missing or damaged thermal insulation in walls and roofs, moisture accumulation in building materials, and many other applications directly related to the building envelope (Balaras and Argiriou, 2002; Kylili et al., 2014; Ljungberg, 1994). Infrared thermographic method has been performed by different authors in civil engineering applications (Baldinelli et al., 2018; Grinzato et al., 1998; Lo and Choi, 2004; Lucchi, 2018; Plesu et al., 2012; Snell et al., 2002; Wiggenhauser, 2002); however, there is no comprehensive study for monitoring thermal conditions in a poultry barn.

Poultry buildings are designed to meet specific requirements for birds during different growth stages. The ideal indoor environmental requirements of birds are highly important in the design and planning of poultry barns. Environmental conditions within poultry buildings have a major impact on the productivity of the poultry farm. If the ideal environment is not provided during the brooding time, profitability will decline because of slow growth, decreased feeding intake, poor conversion of feed, and enhanced rates of mortality (Daghir, 2008). Therefore, it is crucial that a poultry barn provides an ideal indoor environment for birds (Küçüktopcu and Cemek, 2018). The ideal inside temperature of broiler building should be 32-33 °C in 1-2 weeks and 21-24 °C in 3-7 weeks (Lindley and Whitaker, 1996; Reece and Lott, 1982).

In poultry buildings heating and cooling costs are among the highest expenditures for producers. Therefore, determination of heat loss and gains is a vital importance in poultry production.

Based on above mentioned, this study aimed to use thermal camera to capture thermal images of a poultry barn for different rearing seasons and, to determine the heat loss and gains through structural members.

## 2. Theoretical Background

### 2.1 Thermal imaging: theory and measurement

Particles of matter are random motion, which produces internal energy known as "thermal energy". The average thermal energy of the particles in an object is measured by its temperature. The transfer of thermal energy from one system to another in a process simply referred to as "heat". There are three different ways for heat transfer including convection, conduction and radiation. Radiation is the transfer of energy through electromagnetic waves (Brewster, 1992; Howell et al., 2015). Infrared is a part of the electromagnetic spectrum that covers from the long wavelength, or red, end of the visible-light range to the microwave range. Infrared wavelengths ranged between 700 nm and 1 mm, is particularly related to thermal imaging, since objects close to room temperature emit most of their thermal radiation in this range (Haynes, 2014). The function of a thermographic camera is to remotely detect infrared radiation, convert it to an electronic signal, and then create an image representing the radiation intensity. Although heat is transferred through conduction, convection and radiation, thermal cameras are only capable of directly measuring radiated heat (Miller, 2012). However, this does not mean that conductive heat loss or air currents cannot be located. Conduction and convection change the temperature of a building's elements, which in turn effects the level of heat that they radiate. Unusual thermal radiation concentrations can therefore be indications of problematic regions. These devices can also detect the accumulation of moisture in building materials (Barreira and Almeida, 2019; Barreira et al., 2016; Grinzato et al., 2002; Lerma et al., 2011). Thermal cameras cannot directly measure water content; however, its existence can often be inferred from thermal images. Evaporating water cools moist surfaces so that thermal cameras locate moisture which would be unseen to the naked eye. Condensation takes place in cool and moist areas of a structure. By locating regions below dew point temperatures, inspectors can find regions that are at risk of moisture accumulation.

A thermal camera generates a gray or colored pixel picture that represents different temperatures. Most systems offer a choice of color palette. Some palettes only are for appropriate display and printing of colors, while proportional intensity palettes may be used for greyscale and color printing. The selection of thermal camera depends on measurement requirements. The main options are whether the investigator wants to measure the temperature or just detect the difference from hot to cold areas, what temperature and spatial resolution is necessary, how long distance the measurement is, and whether the researcher interested in recording still or moving images. For further evaluation, it is suggested that visual pictures and heat pictures are recorded together. Image analysis can be utilized by appropriate

software to obtain summary statistics from various areas of image. Statistical information (e.g. mean, minimum, maximum) can be quickly collected by using appropriate polygons from regions of concern in the image (Vollmer and Möllmann, 2017).

### 3. Materials and Methods

#### 3.1 Description of poultry building

Thermal measurements were conducted at a commercial broiler barn located in Samsun, Turkey. In terms of basic geometric dimensions building had a length of 90 m, width of 14 m, sidewall height of 2.40 m and a maximum height of 3.80 m (Figure 1). Sawdust is used as a litter material. Feeding, watering, lighting, heating and ventilation are controlled automatically. The barn has a negative forced-air ventilation system, comprising five side-wall fans (diameter 0.92 m) and eleven frontal fans (diameter 1.38 m). Also, 66 air inlets measuring 0.40×0.60 m are situated along the building's side walls. The walls and roof made of sandwich panels with expanded polystyrene insulation material.

#### 3.2 Thermal image measurements

A thermal survey was undertaken in different seasons of production. The internal and external temperatures of these measurement periods are given in Table 1. Thermal measurements were conducted by using a non-contact infrared technology of the thermal camera (Testo 875-2i, Testo AG, Lenzkirch, Germany).

Table 1. The seasons of thermal image measurements  
*Çizelge 1. Termal ölçümlerin dönemleri*

Seasons	Dates	Internal temperature (°C)	Outdoor temperature (°C)
Winter	23.02.2018	25.50	7.50
Spring	22.03.2019	28.60	5.60
Summer	24.07.2019	30.80	27.70
Autumn	01.10.2019	27.30	26.40

### 4. Results and Discussion

Thermal imaging technique can be utilized to detect heat losses or gains through the building envelopes. The resulting accurate and comprehensive information can reveal the location of a problem, thereby avoiding extensive and costly maintenance operations (Balaras and Argiriou, 2002). To determine the location of problematic areas of a poultry barn, thermal camera images acquired in different rearing seasons were used. Some problems including insulation defects, thermal bridges, air leakage around openings, and cracks in sandwich panels were detected.

Insulation minimizes winter heat losses and summer heat gains and thus, it reduces heating and cooling costs (Barreira et al., 2013). Cold and hot surfaces have a direct negative impact on birds' thermal comfort and despite that the air temperature is at the appropriate levels it will cause thermal discomfort. Temperature distributions of inside the poultry barn for winter season are presented in Figure 2. As seen in the figure, the door frames are particularly not insulated appropriately, resulting in a temperature difference of about 9 °C between the internal and external surface.

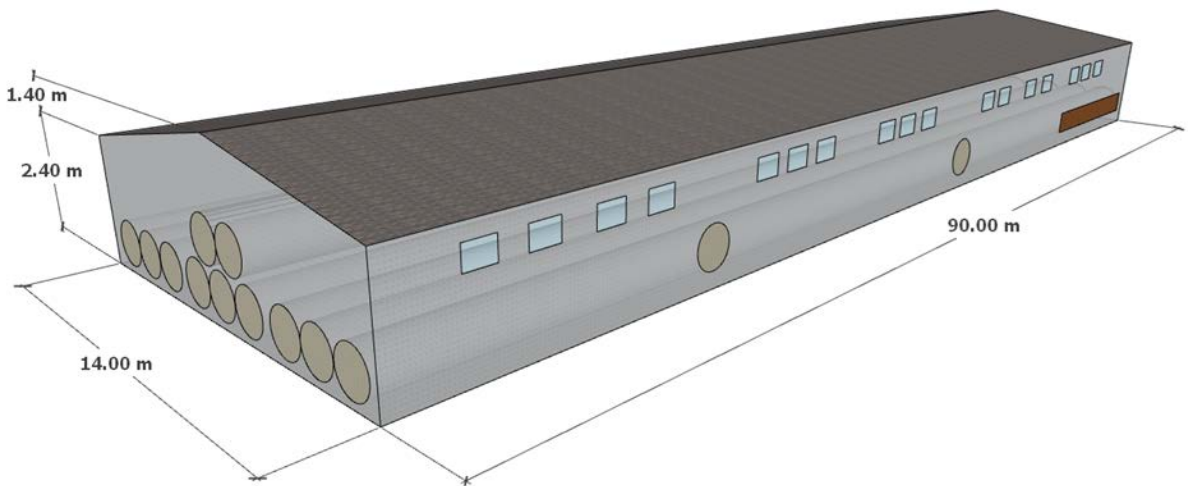


Figure 1. The dimensions of poultry barn

*Şekil 1. Kümesin boyutları*

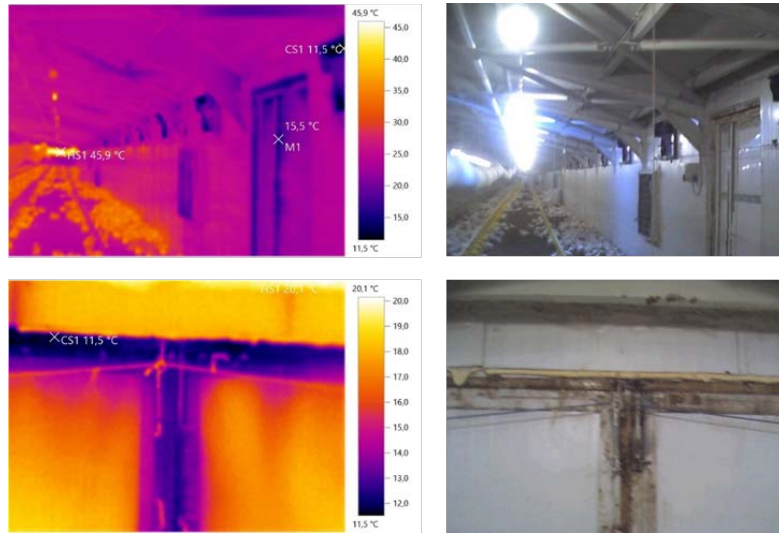


Figure 2. Thermal images of winter season  
Şekil 2. Kış dönemi termal görüntüler

Air inlets and outlets play an important role in adjusting environmental conditions in a poultry barn. Air leaking from around the inlet and/or outlet can further increase heating or cooling costs. Visualizing leakage pathway could be extremely difficult without thermal imaging. During the heating season, the resulting areas of air

infiltration tend to appear cooler. In Figure 3, the dark blue color around the air inlet indicates cold air entering the building, resulting in inappropriate thermal conditions within the barn. In addition, the insulation on the evaporative cooling pad covers on the side wall is insufficient.

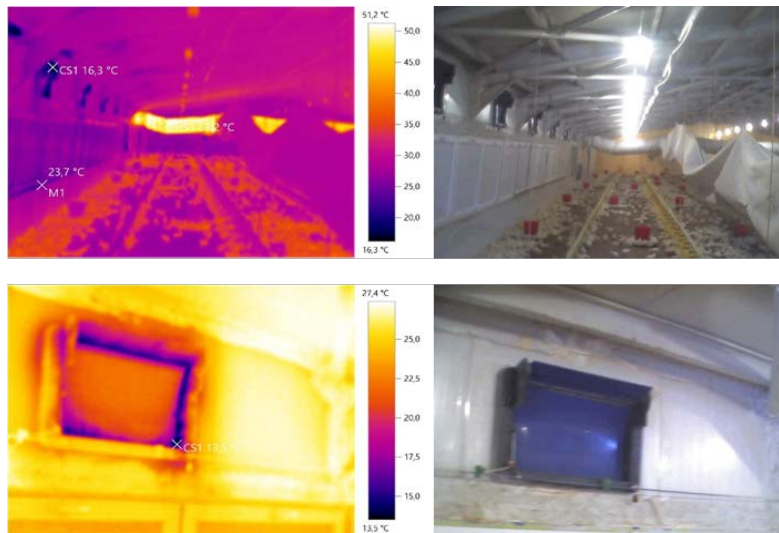


Figure 3. Thermal images of spring season  
Şekil 3. İlkbahar dönemi termal görüntüler

In winter, cold air drafts near the openings may be the main cause of thermal discomfort for the birds. It is clearly seen Figure 4, too much cool air is coming from bottom of door, which contributes to moisture problems in litter. Litter conditions significantly influence broiler performance and, ultimately, the profits of producers. The quality of indoor environment depends on litter quality. Excessive moisture in the litter is also one of the

main reason of ammonia emissions, which may affect production (Ritz et al., 2009).

In warmer areas, producers sometimes feel insulation to be unnecessary and uneconomical. However, Figure 5 confirms that how important the insulation is to provide ideal indoor environmental conditions. As can be seen in the figure, warm air entering the building from the door frame, causing higher building temperatures and consequently lower broiler performance.

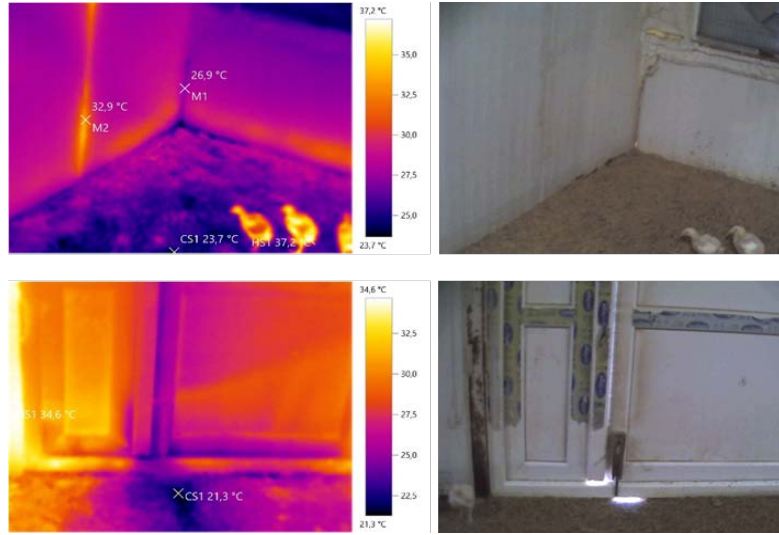


Figure 4. Thermal images of autumn season  
Şekil 4. Sonbahar dönemi termal görüntüler

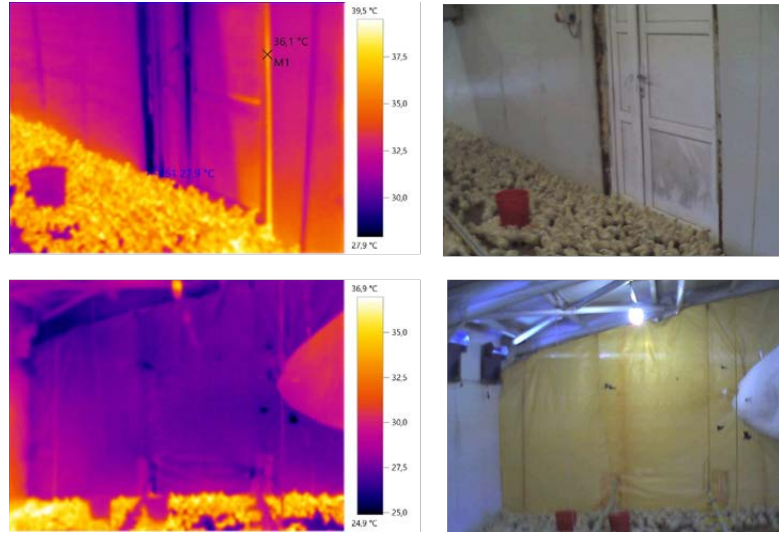


Figure 5. Thermal images of summer season  
Şekil 5. Yaz dönemi termal görüntüler

## 5. Conclusions

Infrared thermography as a non-destructive method has the main purpose to offer information by analyzing the real features of the existing buildings in order to identify surface anomalies (cracks, insulation defects, air leakage etc.). The high variations of temperature on the thermal images often indicates structural changes or problems, insufficient insulation, air leakage, cracks, heat losses or gains.

In this study, a thermal camera was used to capture thermal images of a poultry barn during different rearing seasons and the heat loss or gains due to structural problems were identified. The findings show that thermal image may indicate a problem within building elements that could not be seen with the naked eye, and also

particularly useful for investigating thermal bridging, air leakage and cracks, as these will cause temperature variations that are visible when viewed with a thermal camera. Making local repairs and applying insulation materials in location of problematic areas will prevent energy losses and cause suitable indoor environment for birds.

## Acknowledgements

This project was supported by the Ondokuz Mayıs University Scientific Research Projects Department (PYO.ZRT.1901.18.018). The authors would also like to thank the help and contributions of Prof. Dr. Mehmet KURAN.

## References



- Balaras, C.A., Argiriou, A., 2002. Infrared thermography for building diagnostics. *Energy and Buildings*, 34: 171-183. doi: 10.1016/S0378-7788(01)00105-0
- Baldinelli, G., Bianchi, F., Rotili, A., Costarelli, D., Seracini, M., Vinti, G., Asdrubali, F., Evangelisti, L., 2018. A model for the improvement of thermal bridges quantitative assessment by infrared thermography. *Applied Energy*, 211: 854-864. doi: 10.1016/j.apenergy.2017.11.091
- Barreira, E., Almeida, R.M., 2019. *Infrared Thermography for Building Moisture Inspection*. Springer, Switzerland.
- Barreira, E., Almeida, R.M., Delgado, J., 2016. Infrared thermography for assessing moisture related phenomena in building components. *Construction and Building Materials*, 110: 251-269. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2016.02.026
- Barreira, E., de Freitas, S., De Freitas, V.P., Delgado, J., 2013. Infrared thermography application in buildings diagnosis: a proposal for test procedures, *Industrial and Technological Applications of Transport in Porous Materials*. Springer, Germany.
- Brewster, M.Q., 1992. *Thermal radiative transfer and properties*. John Wiley & Sons, USA.
- Daghir, N.J., 2008. Broiler feeding and management in hot climates. In: Daghir, N.J. (Ed) *Poultry production in hot climate*. Cromwell Press, Trowbridge. pp. 227-260.
- Grinzato, E., Bison, P., Marinetti, S., 2002. Monitoring of ancient buildings by the thermal method. *Journal of Cultural Heritage*, 3: 21-29. doi: 10.1016/S1296-2074(02)01159-7
- Grinzato, E., Vavilov, V., Kauppinen, T., 1998. Quantitative infrared thermography in buildings. *Energy and Buildings*, 29: 1-9. doi: 10.1016/S0378-7788(97)00039-X
- Haynes, W.M., 2014. *CRC handbook of chemistry and physics*. CRC press, USA.
- Howell, J.R., Menguc, M.P., Siegel, R., 2015. *Thermal radiation heat transfer*. CRC press, USA.
- Knizkova, I., Petr, K., Gürdil, G., Pinar, Y., Selvi, K.Ç., 2007. Applications of infrared thermography in animal production. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22: 329-336.
- Küçüktopcu, E., Cemek, B., 2018. A study on environmental impact of insulation thickness of poultry building walls. *Energy*, 150: 583-590. doi: 10.1016/j.energy.2018.02.153
- Kylili, A., Fokaides, P.A., Christou, P., Kalogirou, S.A., 2014. Infrared thermography (IRT) applications for building diagnostics: A review. *Applied Energy*, 134: 531-549. doi: 10.1016/j.apenergy.2014.08.005
- Lerma, J.L., Cabrelles, M., Portalés, C., 2011. Multitemporal thermal analysis to detect moisture on a building façade. *Construction and Building Materials*, 25: 2190-2197. doi: 10.1016/j.conbuildmat.2010.10.007
- Lindley, J.A., Whitaker, J.H., 1996. *Agricultural buildings and structures*. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), USA.
- Ljungberg, S.A., 1994. Infrared techniques in buildings and structures: operation and maintenance. In: Maldague, X.P.V. (Ed.), *Infrared methodology and technology* Gordon and Breach Science Publishers, Great Britain, pp. 211-252.
- Lo, T.Y., Choi, K., 2004. Building defects diagnosis by infrared thermography. *Structural Survey*, 22: 259-263. doi:10.1108/02630800410571571
- Lucchi, E., 2018. Applications of the infrared thermography in the energy audit of buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82: 3077-3090. doi: 10.1016/j.rser.2017.10.031
- Mangan, S.D., Oral, G.K., 2016. Energy and Cost Analyses of Solar Photovoltaic (PV) Microgeneration Systems for Different Climate Zones of Turkey. *Energy and Power Engineering*, 8: 117. doi: 10.4236/epe.2016.83010
- Mares, D., 2018. *Energy Markets and Trading*, In: Davidson, D.J., Gross, M. (Eds.), *Oxford Handbook of Energy and Society*. Oxford University Press, UK.
- Miller, G.E., 2012. *Biomedical Transport Processes*, In: Enderle, J.D., Bronzino, J.D. (Eds.). *Introduction to Biomedical Engineering*. Elsevier, USA, pp. 937-993.
- Plesu, R., Teodoriu, G., Taranu, G., 2012. Infrared thermography applications for building investigation. *Buletinul Institutului Politehnic Din Lasi. Sectia Constructii, Arhitectura*, 58: 157-168.
- Reece, F., Lott, B., 1982. Heat and moisture production of broiler chickens during brooding. *Poultry Science*, 61: 661-666. doi:10.3382/ps.0610661
- Ritz, C.W., Fairchild, B.D., Lacy, M.P., 2009. Litter quality and broiler performance. Available from URL <http://hdl.handle.net/10724/12466> (Date: 25.06.2020)
- Sieminski, A., 2014. *International energy outlook. Energy information administration (EIA) 18*. Available from URL <https://www.eia.gov/ieo> (Date: 25.06.2020)
- Snell, J., Spring, R., Montpellier, V., 2002. Nondestructive testing of building envelope systems using infrared thermography. *Inframation*. Available from URL <http://www.cebq.org/documents> (Date: 25.06.2020)
- Vollmer, M., Möllmann, K.-P., 2017. *Infrared thermal imaging: fundamentals, research and applications*. John Wiley & Sons, Germany.
- Wiggenhauser, H., 2002. Active IR-applications in civil engineering. *Infrared Physics & Technology*, 43: 233-238. doi: 10.1016/S1350-4495(02)00145-7



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.762974

## Farklı Sulama Suyu Tuzluluğunun Frenk Soğanı (*Allium schoenoprasum*) Bitkisinin Yaprak Mineral İçeriği Üzerine Etkisi ve Tepki Yüzey Metodolojisi ile Modellenmesi

 Mehmet Sait Kiremit<sup>a</sup>,  Hakan Arslan<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: hakan.arslan@omu.edu.tr

Geliş/Received 03/07/2020

Kabul/Accepted 10/09/2020

### ÖZET

Küresel iklim değişimi, tarımsal üretimde geleneksel olmayan suların sulamada kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Ancak, ekolojik dengenin korunması ve sürdürülebilir tarımsal üretimi sağlamak için geleneksel olmayan suların en akılcı şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu çalışmada, 6 farklı sulama suyu tuzluluğunun (0.38 dSm<sup>-1</sup> (çeşme suyu), 1.0, 2.0, 4.0, 6.0 ve 8.0 dSm<sup>-1</sup>) frenk soğanı bitkisinin yaprak mineral içeriği üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma, tesadüf bloklar deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak saksılarda yürütülmüştür. Deneysel olarak tespit edilen yaprak mineral içeriği değerlerinin optimizasyonu cevap yüzey metodolojisi kullanılarak tarihsel veri yöntemine göre modellenmiştir. Elde edilen verilere göre, sulama suyu tuzluluğu 0.38 dSm<sup>-1</sup>'den 8.0 dSm<sup>-1</sup> e kadar arttığında, yaprak Na<sup>+</sup> içeriği %63.85 oranında artmıştır, yaprak K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> içeriği ve K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranı sırasıyla %48.8, %30.93 ve %81.67 oranında azalmıştır. Ayrıca, yaprak Na<sup>+</sup> içeriğinde bir birimlik artış oransal verimde %44.4 oranında azalışa neden olmuş, K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> parametrelerinde bir birimlik artış oransal verimde %42.4, %19.2 ve %11.2 oranında artmıştır. Yaprak K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup> ve Na<sup>+</sup> mineral içerikleri ile oransal verim arasındaki korelasyon katsayıları sırasıyla 0.89, 0.87 ve -0.94 olduğu tespit edilmiştir. Frenk soğanı için optimum yaprak mineral içerikleri sulama suyu tuzluluğunun 0.48 dSm<sup>-1</sup> ve toprak tuzluluğunun 0.81 dSm<sup>-1</sup> olduğu koşullarda gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, bitkiler için tuzlu su ve toprak koşullarında optimum yetiştirme koşullarının belirlenmesi amacıyla yüzey tepki metodolojisinin kullanılması hem yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmesinde hem de toprak tuzluluğunun kontrol edilebilmesi için yararlı olacaktır.

Anahtar Sözcükler:  
Tuz stresi  
K/Na oranı  
Modelleme  
Tuzluluk yönetimi  
Tepki yüzey

### Effects of the Irrigation Water Salinity on Leaf Mineral Content of Chives (*Allium schoenoprasum*) and Modelling with Response Surface Methodology

#### ABSTRACT

Global climate change has made obligatory to use non-conventional waters for irrigation in agricultural production. However, non-conventional waters should be used in a rational way to maintain ecological balance and to ensure agricultural production. In this study, the effects of 6 different irrigation water salinity (0.38 dSm<sup>-1</sup> (tap water), 1.0, 2.0, 4.0, 6.0, and 8.0 dSm<sup>-1</sup>) on leaf mineral content of chives were investigated. The trial was carried out in pots using a randomized plot design with four replicates. Optimization of the experimentally determined leaf mineral content values was modeled according to the historical data method using the response surface methodology. Based on the obtained results, as the salinity of irrigation increased from 0.38 dSm<sup>-1</sup> to 8.0 dSm<sup>-1</sup>, leaf Na<sup>+</sup> content increased by 63.85%, while leaf K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> ratio decreased by 48.8%, 30.93%, and 81.67%, respectively. Moreover, per unit increase in leaf Na<sup>+</sup> content decreased the relative yield by 44.4%, while per unit increase in K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> parameters increased the relative yield by 42.4%, 19.2%, and 11.2% respectively. The correlation coefficients of the between leaf K<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup> contents, and relative yield were found to be 0.89, 0.87, -0.94, respectively. Optimum leaf mineral contents for chives were observed at the irrigation water salinity 0.48 dSm<sup>-1</sup> and soil salinity 0.81 dSm<sup>-1</sup> conditions. Consequently, using response surface

Keywords:  
Salinity stress  
K/Na ratio  
Modeling  
Salinity management  
Response surface

methodology for the determination of optimum growing conditions of crops under saline water-soil conditions will be helpful not only for high yield and quality products but also for controlling soil salinity.

© OMU ANAJAS 2019

## 1. Giriş

Dünya nüfusunun hızla artarak 2050 yılında 10 milyara ulaşması beklenmektedir (Searchinger ve ark., 2019). Bu nedenle 2050 yılında artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için gıda ve besin kaynaklarını %70 oranında artırılması gerekmektedir (Gill ve Tuteja, 2010). İklim değişimi sonucunda, yağış rejiminde meydana gelen değişimler, düşük kaliteli suların tarımsal üretimde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Zandalinas ve ark., 2018) Bu durum ise bitkilerin yapısında morfolojik, fizyolojik ve moleküler değişimlere neden olarak çeşitli biyotik ve abiyotik streslere yol açmaktadır (Sassine ve ark., 2020). Ayrıca, bu stresler bitkilerin verim miktarını ve kalitesini önemli derecede olumsuz yönde etkilemektedir (Sassine ve ark., 2020). Tuzluluk stresi abiyotik stresler arasında, bitkilerin morfolojik ve fizyolojik gelişimini kısıtlayan en önemli çevresel faktörlerden birini oluşturmaktadır. Günümüzde, tuzlu sular, drenaj suları ve atık suların tarımsal üretimde kullanılması sonucunda tuzlu toprak arazileri artmakta ve bunun sonucunda ise, ekilebilir arazi kayıplarına neden olmaktadır (Machado ve Serralheiro, 2017; Zorb ve ark., 2018). FAO (2018) raporuna göre, kurak ve yarı kurak bölgelerde her gün 20 km<sup>2</sup>'den fazla alanda/arazide tuzlulaşma oluşmaktadır.

Tuzluluk stresi, bitki gelişimi ve büyümesi ile bitki hücrelerinde ozmotik ve iyon dengelerini bozarak, hücre zarlarındaki besin maddeleri ve metabolit dengesizliğini önemli derecede değiştirerek hücresel gelişimi azaltmaktadır (Luo ve Liu, 2011; Amjad ve ark., 2015). Tuzluluk stresinin, ozmotik ve spesifik iyon etkileri sonucunda bitki su alımını azaltarak, spesifik iyon toksitesine ve bitkilerde K<sup>+</sup> eksikliğine neden olmaktadır (Shabala ve Cuin, 2008; Sheldon ve ark., 2017). Bununla birlikte toprak tuzluluğunun artması ile birlikte, toprağın ozmotik basıncının yükselmesi ile bitkilerin su alımı ile tuz minerallerinin bitki dokularına taşınmasına ve Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> toksitesine yol açmaktadır (Sheldon ve ark., 2017). Dünya genelinde, sulama sularının tuz içeriği değişkenlik göstermektedir. Ancak, birçok sulama suyunda Na<sup>+</sup>, Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> baskın katyon iyonlarını oluşturmakta, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-2</sup> ve HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> iyonları ise baskın anyonları oluşturmaktadır (Grattan ve Grieve, 1998). Literatür incelendiğinde, tuzlu su çalışmalarında en çok NaCl tuzu kullanılmaktadır (Baath ve ark., 2017). Bitkilerde aşırı Na<sup>+</sup> alımı, iyon dengesizliğine neden olarak, Ca<sup>+</sup>, Mg<sup>+2</sup> ve K<sup>+</sup> alımının azalmasına, dolayısıyla bitkide fotosentez ile K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> oranının azalmasına ve sonuç olarak bitkide enzimatik reaksiyonların engellenmesine neden olmaktadır (Zhu, 2007).

Literatür incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu faktörlerinin ayrı ayrı yaprak mineral içeriği üzerine etkisi birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Ünlükara ve ark., 2010; Akça ve ark., 2012; Qiu ve ark., 2019; Tanveer ve ark., 2020). Bu iki faktör göz önünde bulundurularak frenk soğanı bitkisinin yaprak mineral içeriği üzerine etkileri incelenmemiştir. Bu nedenle, sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu faktörlerin yaprak mineral içeriği üzerine tekli ve çoklu etkilerini incelemek amacıyla tepki yüzey metodolojisi (TYM) kullanılmıştır. TYM, belirli bir çalışmada bağımsız faktörlerin tekli veya çoklu interaksiyonlarının bağımlı değişkenler üzerinde etkilerini ve bağımlı değişkenlerin elde edilmesinde optimum koşulların belirlenmesi için kullanılan matematiksel ve istatistiksel bir araçtır (Myers ve Montgomery, 2002; Pilkington ve ark., 2014). Tarımsal üretimde, TYM birçok bitkinin üretim maliyetini azaltmak için etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Wang ve ark., 2019).

Farklı sulama suyu tuzluluğunun frenk soğanı bitkisinin verim, bitki su tüketimi, toprak tuzluluğu ve yaprak mineral içeriği üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada ayrıca, sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu faktörleri kullanılarak yüzey tepki metodolojisi ile yaprak mineral içeriği tahmininde kullanılma olasılığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Buna ilaveten, frenk soğanı bitkisinin yaprak mineral içeriği parametrelerinden hangisinin verim üzerinde daha etkili olduğu ve bu parametrelerin frenk soğanı bitkisinin tuza karşı toleransının belirlenmesinde kullanılabilirliği belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Deneme alanı ve yetiştirme koşulları

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Araştırma ve Deneme Uygulamaları arazisinde dört tarafı açık ve yağmurdan korunaklı 120 m<sup>2</sup>'lik alanda Mayıs – Eylül 2016 tarihleri arasında yapılmıştır. Çalışma periyodu boyunca, ortamın sıcaklık ve bağıl nem değerleri, çalışma alanının ortasında olacak şekilde 2 m yüksekliğe yerleştirilen elektronik veri kaydedici (KISTOCK KMO Data logger) ile ölçülmüştür. Deneme süresince, sıcaklık değeri 24.3 °C ile 36.0 °C arasında değişim gösterirken, bağıl nem değeri ise %45.3 ile %68.2 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Farklı sulama suyu tuzluluğunun frenk soğanı bitkisi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla saksı çalışması yürütülmüştür. Bu amaçla, çalışmada polietilenden yapılmış, 31 cm derinlik, 36 cm taban çap ve 38 cm üst



çapa sahip olan saksılar kullanılmıştır. Denemede kullanılan toprak %52.3 kum, %9.4 kil ve %38.3 silt içeriğine sahip tınlı topraktır. Toprağın kimyasal özellikleri incelendiğinde ise, pH'sı 8.28, EC ( $\text{dSm}^{-1}$ ) 0.63, organik madde içeriği (%) 1.24,  $\text{P}_2\text{O}_5$  (kg/ha) 40,  $\text{K}_2\text{O}$  (kg/ha) 500 olarak tespit edilmiştir. Denemede kullanılan toprak hava kuru hale gelene kadar yağmurdan korunaklı alanda kurutulmuş ve daha sonra 4 mm'lik gözenek hacmine sahip elek ile elenmiştir. Saksılar toprak ile doldurulmadan önce, drenajı sağlamak amacıyla her bir saksının tabanına 5 kg mucur konulmuştur ve daha sonra elenmiş topraktan 32 kg toprak ilave edilmiştir.

Çalışmada, *Allium* familyasında yer alan frenk soğanı veya yaprak soğanı adı ile bilinen bitki çeşidi kullanılmıştır. Her bir saksıya 50 adet frenk soğanı tohumu ekilmiştir. Tohumlar çimlenip sürgün oluşturduktan sonra her bir saksı da 25 adet frenk soğanı fidesi olacak şekilde seyreltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Gübreleme, bölge çifçilerinin uygulama miktarları dikkate alınarak yapılmıştır. Tohum ekiminden önce, 1.5 g fosfor pentaoksit ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) gübresi saksının ilk 5 c'sindeki toprağa uygulanmıştır. Azot gübresi, toplamda 2 defa (1.80 g) uygulanmıştır, Azot ihtiyacının yarısı tohum ekiminden önce (%46 üre) ve diğer yarısı ise tohum ekimden bir ay sonra uygulanmıştır.

## 2.2. Deneme deseni ve sulama suyu tuzluluğu

Çalışma, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bunun için denemede 6 farklı tuz içeriğine ( $0.38 \text{ dSm}^{-1}$  (çeşme suyu),  $1.0 \text{ dSm}^{-1}$ ,  $2.0 \text{ dSm}^{-1}$ ,  $4.0 \text{ dSm}^{-1}$ ,  $6.0 \text{ dSm}^{-1}$  ve  $8.0 \text{ dSm}^{-1}$ ) sahip sulama suları uygulanmıştır. Böylece denemede toplam 24 adet plastik saksı kullanılmıştır. Tuzlu suların hazırlanmasında ise, NaCl,  $\text{CaCl}_2$  ve  $\text{MgSO}_4$  tuz çeşitleri kullanılmıştır. Tuzlu suların oluşturulması için gerekli olan tuz miktarları QBASIC bilgisayar programı ile hesaplanmıştır. Ayrıca, tuz miktarlarının belirlenmesinde Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) değerinin etkisini minimum düzeyde tutabilmek için tüm sulara SAR değeri  $<5$  olacak şekilde belirlenmiştir.

Denemeye başlamadan önce her bir saksının tarla kapasitesi belirlenmiştir. Bunun için saksılar toprak yüzeyinden şebeke suyu ile tamamen doyurulmuş ve daha sonra saksı altlarındaki deliklerden meydana gelen drenaj suyu akışı sona erene beklenmiştir. Ayrıca saksı yüzeyinden buharlaşmayı önlemek amacıyla her bir saksının üstü plastik kapak ile kapatılmıştır. Drenaj sona erdikten sonra her bir saksının ağırlığı tartılmış ve o saksının tarla kapasitesi ağırlığı ( $W_{\text{TK}}$ ) olarak kabul edilmiştir (Arslan ve ark., 2018).

Konularına göre, her bir saksıya verilecek olan sulama suyu miktarları Eşitlik 1 yardımıyla belirlenmiştir. Sulama işleminden önce saksıların toprak nem içeriği değerlerini belirlemek amacıyla  $0.01 \text{ g}$

hassasiyete sahip terazi ile her bir saksının ağırlığı belirlenmiştir.

$$\text{SSM} = \frac{W_{\text{TK}} - W_{\text{MN}}}{1 - \text{LF}} \cdot \rho_w$$

Eşitlikte; SSM; sulama suyu miktarı (L),  $W_{\text{TK}}$  ; Saksının tarla kapasitesi değeri (kg),  $W_{\text{MN}}$  ; Saksının sulama öncesi ağırlığı (kg), LF ; Yıkama oranı (%),  $\rho_w$  ; suyun hacim ağırlığını (1 kg/L) ifade etmektedir.

Saksılarda aşırı tuz birikimini önlemek amacıyla yıkama oranı değeri 0.15 olarak alınmıştır (Ayers ve Westcot, 1985). Ayrıca her sulamadan sonra her bir saksı altına yerleştirilen plastik kaplarla saksıdan çıkan drenaj suyu miktarı tespit edilmiştir.

Tohumların çimlenmesi ve sürgün çıkışları başlayana kadar tüm saksılar  $0.38 \text{ dSm}^{-1}$  sulama suyu ile sulanmıştır. Fide boyları 10 cm'ye ulaştıktan sonra konularına göre tuzlu su uygulamalarına başlanılmıştır. Keller ve Bliesner (1990) göre yüzlek kök derinliğine sahip sebze bitkilerinden yüksek ve kalite verim elde edilebilmesi için topraktaki elverişli nemin %25 ile %40 arasında tüketildiğinde sulama işleminin yapılmasını önermişlerdir. Belirtilen bu durum çalışma periyodu boyunca esas alınarak, çeşme suyu ile sulanan ( $0.38 \text{ dSm}^{-1}$ ) kontrol konusuna ait saksılarda elverişli nem azalma miktarı günlük saksıların tartılması ile tespit edilmiş ve tüketilmesine izin verilen toprak nem içeriği %30 oranında azaldığında sulama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Çalışmada elde edilen bitki su tüketimi değerleri ile ilgili detaylı bilgiler Arslan ve ark., (2018) çalışmasında verilmiştir.

## 2.3. Deneme yapılan ölçümler

Hasat döneminde, her saksıda mevcut olan frenk soğanı yaprakları toprak yüzeyinden kesilerek hasat edilmiştir. Her saksıdan hasat edilen yapraklar tartılarak, g/saksı cinsinden toplam yaprak ağırlığı (verim) elde edilmiştir. Yaprak kuru ağırlığı belirlenmesinde ise, yapraklar etüvde  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve daha sonra tartılarak g cinsinden yaprak kuru ağırlığı belirlenmiştir (Arslan ve ark., 2018).

Frenk soğanı yaprak mineral içeriğinin belirlenmesi için, her saksıdan zarar görmemiş yapraklar hasat edildikten sonra çeşme suyu ile yıkanmıştır. Daha sonra saf su ile yıkanarak etüvde  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de sabit ağırlığa gelince kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler bitki yaprak öğütücüsü ile öğütülerek,  $0.2 \text{ mm}$  gözenek açıklığına sahip elek ile elenmiştir. Yaprak mineral analizi için 1 gr örnek kullanılmış ve örneklerin analiz için hazırlanmasında Kaçar ve İnal (2010) belirttiği esaslar göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Örneklerin Na, K, Ca mineral içerikleri alev fotometresi kullanılarak belirlenmiştir.

Çalışma periyodu sonunda, hasat işleminden hemen sonra, her saksının orta noktasından olacak şekilde

toprak örneği alınarak, laboratuvarında kurutulmuş ve daha sonra dövülerek 2 mm elekten elenmiştir. Elenmiş topraklardan 100 gr örnek alınarak doymun hale gelene kadar saf su ilave edilmiş ve 24 saat boyunca laboratuvarında bekletilmiştir. Daha sonra saturasyon örneklerinin süzüğü 4 atm'lik basınç altında çıkartılmıştır. Elde edilen süzüklerin elektriksel iletkenlik değeri Mettler Toledo EC aleti ile tespit edilmiştir. Ayrıntılı bilgiler Arslan ve ark., (2018) çalışmasında verilmiştir.

#### 2.4. İstatistiksel analiz

Çalışmadan elde edilen veriler JUMP 13.2 bilgisayar programı kullanılarak analiz edilmiştir. Farklı sulama suyu tuzluluğu uygulamalarına göre konular arasındaki önemli farklılıklara ilişkin gruplandırma  $p < 0.05$  önemlilik düzeyinde LSD Student t testi göre değerlendirilmiştir. Ayrıca, sulama suyu tuzluluğu ile toprak tuzluluğu ve yaprak mineral içerikleri arasındaki ilişkiler bar grafiği ile incelenmiştir. Bar grafiklerindeki, düşey çizgiler konulara ait standart hata değerlerini ifade etmektedir. Oransal verim ile bitki mineral parametreleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde Microsoft Excel 2019 paket programı kullanılarak regresyon analizleri yapılmıştır.

Yaprak Na, K, Ca ve K/Na içerikleri (y) bağımlı değişkenleri, sulama suyu tuzluluğu ( $x_1$ ) ve toprak tuzluluğu ( $x_2$ ) bağımsız değişkenleri kullanarak tepki yüzey metodolojisi (TYM) ile tahmin edilmiştir. TYM, istatistiksel ve matematiksel tekniklerin bir arada kullanıldığı bir yöntemdir. Bu yöntemde, birçok bağımsız değişken kullanılarak, seçilen bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki tepkilerini görmeyi amaçlamaktadır (Myers ve Montgomery, 2002) ve yöntemde bağımlı değişkenler tepki, bağımsız değişkenleri ise faktör olarak değerlendirmektedir. Regresyon denklemlerinin oluşturulmasında, tepki yüzey metodolojisinin özel tasarım yöntemlerinden tarihsel veri tasarımı yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde, bağımsız değişkenlerin alt ve üst sınırları kesin olarak belirlendiği için en doğru tepki sonuçlarını vermektedir (Collins ve Seoney, (1999); Vuchkov ve Boyadjieva, (2001)). Bağımlı değişkenlerin tepkileri, ikinci dereceden polinomlar kullanılarak teorik olarak aşağıdaki şekilde ifade edilen kuadratik regresyon ile modellenmiştir. Anlamlı model değişkenleri  $p < 0.05$  önemlilik düzeyine göre seçilmiştir.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_1 \times X_2 + \beta_4 X_1^2 + \beta_5 X_2^2 + \beta_6 X_1^2 \times X_2 + \beta_7 X_1 \times X_2^2$$

Burada, Y = tepki değişkeni veya tahmin edilen bağımlı değişkeni (Na, K, Ca ve K/Na),  $\beta_0$  = model sabitesini,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ,  $\beta_4$ ,  $\beta_5$ ,  $\beta_6$ ,  $\beta_7$  sırasıyla sulama suyu tuzluluğu ( $EC_{iw}$ ), lineer toprak tuzluluğunun ( $EC_e$ ) lineer etkilerini, kuadratik  $EC_{iw} \times EC_e$  interaksiyon etkisini, kuadratik  $EC_{iw}^2$  etkisini, kuadratik  $EC_e^2$

etkisini, kuadratik  $EC_{iw}^2 \times EC_e$  interaksiyon etkisini, kuadratik  $EC_{iw} \times EC_e^2$  interaksiyon etkisini, ifade etmektedir (Montgomery, 2008). Regresyon modelleri, çoklu belirleme katsayısı ( $R^2$ ), tahmin edilen belirleme katsayısı ( $R^2$ ), Varyasyon Katsayısı (VK), uyum yetersizliği, yeterli hassasiyet değerlerine göre değerlendirilmiştir. YTM'de modellere ait uyum yetersizliği değerinin istatistiksel olarak  $p > 0.05$ 'den büyük olması istenir. Bu durum ise, modele ait bağımsız değişkenlerin uygun olup olmadığını ifade etmektedir (Myers ve Montgomery, 2002). Modele ait yeterli hassasiyet değeri, tepki değerlerine ait tahmin edilen değerlerin aralığını ortalama tahmin hatası ile karşılaştırır ve konular arasındaki farklılıkları ayırt etme açısından yeterli hassasiyet değerinin 4'ten büyük olması istenir (Myers ve Montgomery, 2002). Regresyon denklemleri ve grafikler Design Expert 11.0 bilgisayar programı kullanılarak elde edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada, farklı sulama suyu tuzluluğunun frenk soğanı bitkisinin yaprak mineral içerikleri üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, sulama suyu tuzluluğunun toprak tuzluluğu, yaprak yaş ağırlığı, yaprak Ca, K, Na, K/Na, Ca/Na, K/Ca parametreleri üzerine istatistiksel olarak  $p < 0.01$  önemlilik düzeyinde etkili olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1 ve Şekil 2).

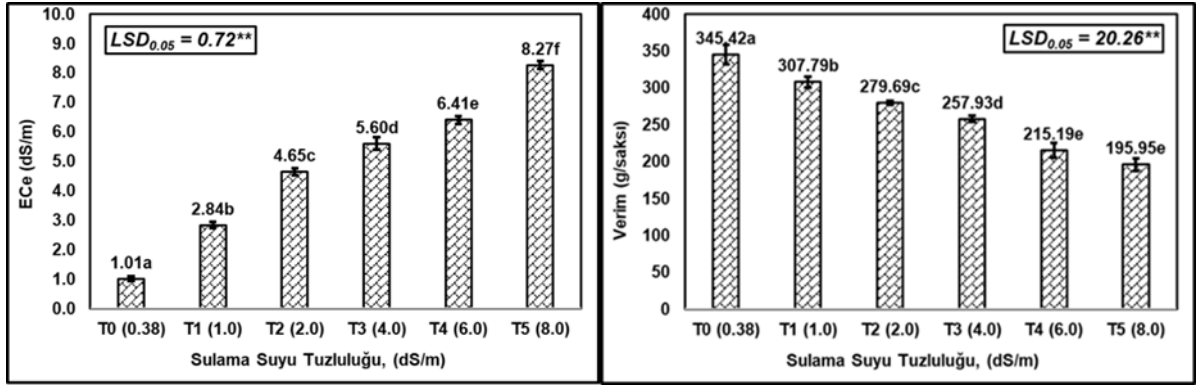
#### 3.1. Toprak tuzluluğu ve verim

Çalışma kapsamında, sulama suyu tuzluluğu arttıkça, toprak tuz içeriği artmıştır (Şekil 1b). En yüksek toprak tuzluluğu değeri  $8.27 \text{ dSm}^{-1}$  ile T5 konusunda elde edilirken, en düşük değer ise  $1.01 \text{ dSm}^{-1}$  ile T0 konusunda belirlenmiştir. Bir başka ifade ile, toprak tuzluluğundaki artış, sulama sularının içerisindeki tuz miktarı ve uygulanan sulama suyu miktarı arttıkça, toprak içerisinde biriken tuz miktarını artırmaktadır. Qiu ve ark. (2018) çalışmalarında, toprak profilinde tuz birikimi ile sulama suyunun tuz içeriği arasında doğrusal bir ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.

Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre frenk soğanı bitkisinin yaprak yaş ağırlığı (verim) değerlerinde istatistiksel olarak önemli farklılıklar oluşmuştur. Sulama suyu tuz içeriği arttıkça frenk soğanı bitkisinin verim değerleri negatif olarak etkilenmiştir. En yüksek verim  $345.42 \text{ g/saksı}$  ile T0 konusundan elde edilirken, en düşük değer ise  $195.95 \text{ g/saksı}$  ile T5 konusunda elde edilmiştir. Parihar ve ark. (2015) tuz stresi bitkilerin verim ve verim bileşenlerinin önemli derecede azalmasına neden olduğunu ve toprak tuzluluğu arttıkça bitki verimi, yaprak gelişiminin azaldığını ve yapraklarda sararma miktarının arttığını ifade etmişlerdir.

Pessoa ve ark. (2019) yaptıkları çalışmalarında sulama suyu tuzluluğu  $200 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'ten  $2000 \mu\text{S cm}^{-1}$ 'e kadar arttığında soğan bitkisinin verim ve verim

bileşenlerinin önemli derecede azaldığını tespit etmişlerdir.



Şekil 1. Farklı sulama suyu tuzluluğuna göre toprak tuzluluğu (ECe) ve verim değerleri  
Figure 1. Soil salinity and yield values according to different irrigation water salinity

### 3.2. Yaprak mineral içerikleri ve oranları

Farklı sulama suyu tuzluluğunun yaprak Na, K, Ca mineral içeriği ve K/Na, Ca/Na, K/Ca oranları üzerine etkileri Şekil 2a-f'de gösterilmiştir.

#### 3.2.1. Yaprak Na<sup>+</sup> içeriği (mg/g)

Şekil 2a' da görüldüğü üzere, sulama suyu tuzluluğu arttıkça yaprak Na<sup>+</sup> içeriğinin arttığı tespit edilmiştir. En yüksek yaprak Na<sup>+</sup> içeriği 1.30 mg/g ile T5 konusundan elde edilirken en düşük değer ise 0.47 mg/g ile T0 konusundan elde edilmiştir. Elde edilen bulgular istatistiksel olarak incelendiğinde, T4 ve T5 konularının yaprak Na<sup>+</sup> içeriği arasında istatistiksel bir farklılık oluşmamıştır. Sulama suyu tuz içeriği 0.38 dSm<sup>-1</sup>' den 8.0 dSm<sup>-1</sup>'ye kadar arttığında yaprak Na<sup>+</sup> içeriğinin %63.85 oranında arttığı belirlenmiştir. Gözlenen bu durum sayesinde, yaprak Na<sup>+</sup> içeriğindeki artışın, sulama suyu tuzluluğundan kaynaklandığı söylenebilir. Tuz içeriği yüksek suların sulama da kullanılması sonucunda bitki kök bölgesinde tuz mineralleri artmasına neden olmaktadır (Arslan ve ark., 2018). Bitki kök bölgesinde aşırı Na<sup>+</sup> iyonunun birikmesi bitki gelişimini önemli derecede azaltmaktadır (Niu ve ark., 1995). Sulama suyu tuz içeriğinin artması toprak Na<sup>+</sup> içeriğinin artmasını bununla birlikte yaprak Na<sup>+</sup> içeriğinin artmasına neden olmaktadır (Qiu ve ark., 2018).

#### 3.2.2. Yaprak K<sup>+</sup> içeriği (mg/g)

Sulama suyu tuzluluğu arttıkça frenk soğanı bitkisinin yaprak K<sup>+</sup> içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Konular arasında istatistiksel farklılık belirlenmiş ve en yüksek yaprak K<sup>+</sup> içeriğinin T0 konusundan tespit edilmiştir (Şekil 2b). T1, T2, T3, T4, T5 konularının yaprak K<sup>+</sup> içeriği değerleri T0 konusuna kıyasla sırasıyla %18.0, %31.4, %37.2, %40.7 ve %48.8 oranında azaldığı tespit edilmiştir (Şekil b). Hatamnia

ve ark. (2013), bitkide K<sup>+</sup> iyonunun, membran geçirgenliği, enzimatik tepkimeler, stomalarının açılıp/kapanması, anyon-kasyon düzenlemesi, hücre büyümesi gibi çok önemli fizyolojik işlevleri olduğunu ifade etmişlerdir. Bitki sitoplazmasında yüksek K<sup>+</sup> ve düşük Na<sup>+</sup> bulunması, K<sup>+</sup> iyonunun enzimatik aktivitelerde etkin rol almasına neden olmaktadır (James ve ark., 2006). Tuz stresi bitkide iyon dengesizliğine neden olarak, bitkide dokularında aşırı Na<sup>+</sup>

iyonu birikmesine ve K<sup>+</sup> iyonu alımının azalmasına neden olmaktadır (Li ve ark., 2010). Çalışmadan elde edilen sonuçlar incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğu arttıkça frenk soğanı bitkisinde Na<sup>+</sup> iyonu alımı artmış ancak K<sup>+</sup> iyonu alımı azalmıştır. Bitki kök bölgesinde çözünmüş tuz içeriğinin artması, toprağın ozmotik potansiyelinin artmasına neden olarak bu durumun ise toprakta K<sup>+</sup> iyonu hareketliliğinin azalmasına ve bitkinin K<sup>+</sup> alınabilirliğini azaltmaktadır (Hu ve Schmidhalter, 2005).

Pessoa ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada, sulama suyu tuz içeriği 200 µS cm<sup>-1</sup>'ten 2000 µS cm<sup>-1</sup>'e kadar arttığında, soğan kök, yumru ve yapraklarında K<sup>+</sup> iyonu sırasıyla 30.97 – 28.11 gkg<sup>-1</sup>, 15.58 – 11.82 gkg<sup>-1</sup>, 25.38-21.23 gkg<sup>-1</sup> arasında değişim gösterdiğini ve tuz stresi arttıkça K<sup>+</sup> iyonunun azaldığını tespit etmişlerdir. Bitkide K<sup>+</sup> iyonu azalması ile ilgili benzer sonuçlar Babu ve ark. (2012) domates bitkisinde elde etmişlerdir.

#### 3.2.3. Yaprak Ca<sup>+2</sup> içeriği (mg/g)

Şekil 2c'de görüldüğü üzere, sulama suyu tuzluluğu 0.38 dSm<sup>-1</sup>'den 8.0 dSm<sup>-1</sup>'e kadar arttıkça yaprak Ca<sup>+2</sup> içeriği azalmaktadır. İstatistiksel olarak incelendiğinde, dört farklı grup oluşmuş ve en yüksek yaprak Ca<sup>+2</sup> içeriği T0 konusundan belirlenmiştir. Ancak, T0 ve T1 konularının yaprak Ca<sup>+2</sup> içerikleri arasında istatistiksel bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte, sulama suyu tuzluluğu 0.38 dSm<sup>-1</sup>'den 8.0 dSm<sup>-1</sup>'ye kadar arttığında frenk soğanı bitkisinin yaprak mineral

içeriğinin %30.93 oranında azaldığı belirlenmiştir. Ünlükara ve ark. (2008) sulama suyu tuzluluğunun marul bitkisinin yaprak  $Ca^{+2}$  içeriğini önemli derecede etkilediğini ve en düşük yaprak  $Ca^{+2}$  içeriğini 7.0 dSm<sup>-1</sup> ile sulanan bitkilerde belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada Akça ve Samsunlu (2012), bitkide  $Ca^{+2}$  birikimi tuzluluk stresine bağlı olarak değişim gösterdiğini ve tuzluluk stresi arttıkça yaprakta  $Ca^{+2}$  iyonunun azaldığını tespit etmişlerdir.

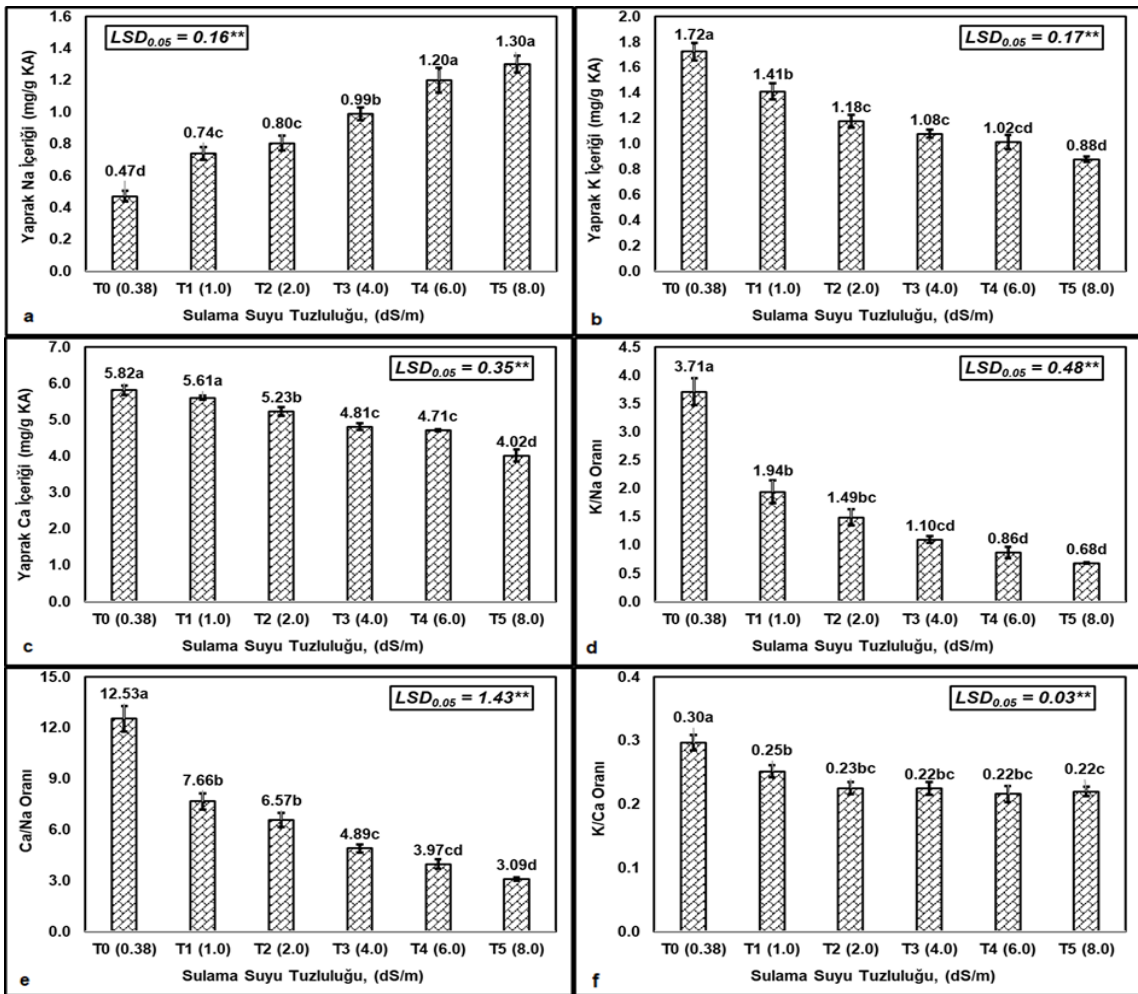
### 3.2.4. K/Na, Ca/Na ve K/Ca Oranları

Şekil 2d - 2f incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğu arttıkça frenk soğanı bitkisinin yapraklarında  $K^{+}/Na^{+}$ ,  $Ca^{+2}/Na^{+}$  ve  $K^{+}/Ca^{+2}$  oranlarının azaldığı tespit edilmiştir. En yüksek  $K^{+}/Na^{+}$ ,  $Ca^{+2}/Na^{+}$  ve  $K^{+}/Ca^{+2}$  oranı değerleri 0.38 dSm<sup>-1</sup> ile sulanan konuda elde edilirken en düşük değerler ise 8.0 dSm<sup>-1</sup> ile sulanan konudan elde edilmiştir.

Sulama suyu tuzluluğu 0.38 dSm<sup>-1</sup> den 8.0 dSm<sup>-1</sup>e kadar arttığında, frenk soğanı bitkisinin yaprak  $K^{+}/Na^{+}$ ,  $Ca^{+2}/Na^{+}$  ve  $K^{+}/Ca^{+2}$  oranları sırasıyla %81.67, %75.34 ve %26.67 oranında azaldığı tespit edilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, frenk soğanı bitkisinin yaprak  $Na^{+}$  içeriği arttıkça,  $K^{+}$  alınabilirliği  $Ca^{+2}$  göre daha çok azalmıştır.

Tuna ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, yüksek NaCl uygulamasında, domates bitkisinin dokularında  $Na^{+}$  iyonunun arttığını ancak yaprak  $Ca^{+2}$  ve  $K^{+}$  içeriğinin azaldığını belirtmişlerdir. Singh ve ark. (2014) ise, yüksek tuzluluk koşullarında bitki dokularında yüksek  $Na^{+}$  ve  $Cl^{-}$  iyonlarının bulunması, bitkilerde iyon dengesinin bozulmasına ve bunun sonucunda bitki dokularında yüksek düzeyde  $Na^{+}/Ca^{+2}$  ve  $Na^{+}/K^{+}$  birikmesine neden olduğu ifade etmişlerdir.



\*\* : p < 0.01 önemlilik düzeyini ifade etmektedir. KA: Kuru Ağırlık

Şekil 2. Farklı sulama suyu tuzluluğunun frenk soğanı yaprak mineral içeriği üzerine etkileri  
Figure 2. Effects of irrigation water salinities on leaf mineral content of chives

### 3.4. Oransal Verim ile $Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{+2}$ ve $K^+/Na^+$ arasındaki ilişkiler

Şekil 3a'da görüldüğü üzere, oransal verim ile yaprak mineral içerikleri ve  $K^+/Na^+$  arasındaki ilişki regresyon analizi ile incelenmiştir.

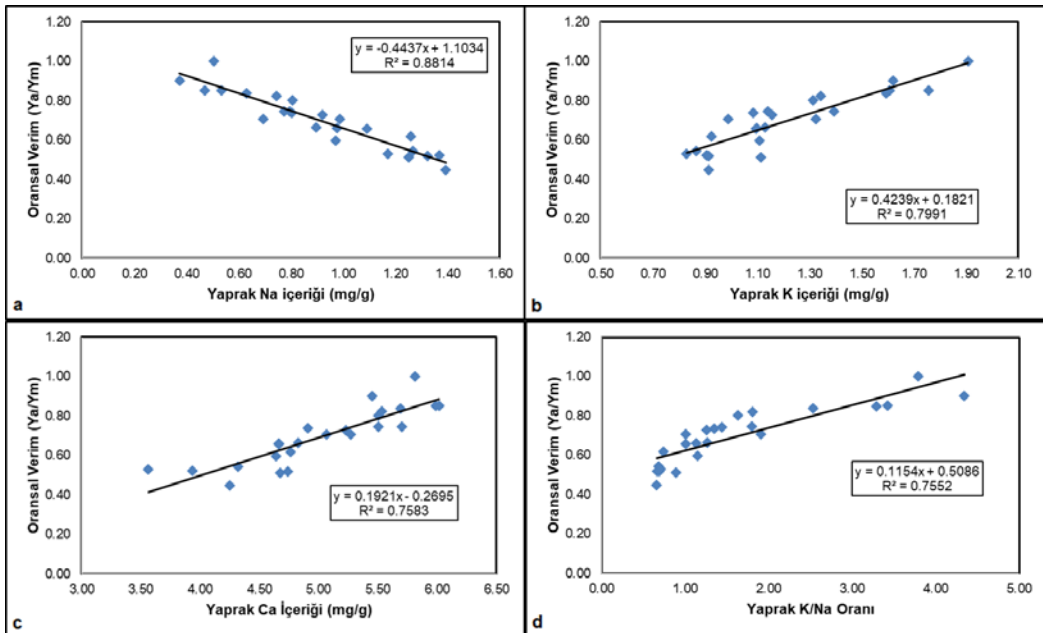
Oransal verim ile yaprak  $Na^+$  içeriği arasındaki ilişki incelendiğinde, yaprak  $Na^+$  içeriği arttıkça verim azalmaktadır. Bir başka ifade ile, regresyon eşitliği incelendiğinde, frenk soğanı bitkisinin yaprak  $Na^+$  içeriğindeki bir birimlik artış verim de oransal olarak %44.4'lük bir azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. Arslan ve ark., (2018)'de frenk soğanı bitkisinin tuzluluk eşik değerini 1.13 dSm<sup>-1</sup> olarak belirlemişlerdir. Elde edilen bu değer, frenk soğanı bitkisinin tuzluluk stresine karşı hassas bitki olduğunu ifade etmişlerdir. Bu durum ise, frenk soğanı yetiştirildiği koşullarda bitki kök bölgesinde aşırı  $Na^+$  birikimi, bitki veriminin önemli derecede azalmasına neden olabileceği söylenebilir.

Oransal verim ile yaprak  $K^+$  içeriği arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3b). Yaprak  $K^+$  içeriği arttıkça, frenk soğanı bitkisinin oransal veriminin arttığı belirlenmiştir. Regresyon eşitliği irdelendiğinde, frenk soğanı bitkisinin yaprak  $K^+$  içeriğinde bir birimlik artış oransal verimde %42.4'lük artış sağlamaktadır. Bu durum ise, frenk soğanı bitkisi için bitki kök bölgesinden  $K^+$  iyonunun alınabilirliğinin yüksek olması verimi önemli derecede arttıracakı söylenebilir. Bir başka ifade ile, bitki besin elementlerinin bitki kökleri tarafından toprak çözeltisinden kolayca alınabilmesi için, toprak tuzluluğu göz önünde bulundurularak

bitkinin tuzluluk eşik değerini geçmeyecek şekilde kontrol edilmesi gerektiği söylenebilir.

Oransal verim ile yaprak  $Ca^{+2}$  içeriği arasında pozitif bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3c). Yaprak  $Ca^{+2}$  içeriği arttıkça frenk soğanı bitkisinin veriminin de arttığı tespit edilmiştir. Oransal verim ve yaprak  $Ca^{+2}$  iyonu arasındaki regresyon ilişkisi incelendiğinde, yaprakta  $Ca^{+2}$  içeriğindeki bir birimlik artış oransal verimde %19.2'lik artış sağladığı tespit edilmiştir. Frenk soğanı bitkisinin, oransal verimi ile yaprak  $K^+/Na^+$  oranı arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, yaprakta  $K^+/Na^+$  oranı arttıkça, oransal verim değerinin arttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, yaprakta  $K^+/Na^+$  oranındaki bir birimlik artışın oransal verimde %11.2'lik artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Bir başka ifade ile, yaprakta  $Na^+$  birikmesi azaldıkça,  $K^+/Na^+$  oranının artacağını bununla birlikte transpirasyon düzeyinin artmasını sağlayarak bitkilerin tuz stresine karşı daha toleranslı olmasını ve bunun sonucunda ise, bitki gelişimi ve verimin artmasına katkı sağlayacağı söylenebilir.

Chen ve ark. (2016) tuz stresinin domates bitkisinin yaprak minerali üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmada, yapraklarda  $Na^+$  iyonu birikimi azaldıkça,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  ve  $K^+/Na^+$  birikiminin arttığını ve bitkilerin daha iyi gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Ashraf ve Ahmad (2000), genç fidelerin büyüme ve gelişimini sınırlandıran faktörlerin başında kök bölgesindeki NaCl birikiminden dolayı  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  gibi mutlak gerekli besin ihtiyaçlarını karşılayamadığını ifade etmişlerdir.



Şekil 3. Oransal verim ile yaprak  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  içeriği ve  $K^+/Na^+$  oranı arasındaki ilişkiler  
Figure 3. Relations between relative yield vs. leaf  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{+2}$  content and  $K^+/Na^+$  rate

Oransal verim ile yaprak  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  mineral içeriği ile  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı arasındaki regresyon ilişkisi incelendiğinde, frenk soğanı bitkisinin oransal verimine en yüksek etkiye sahip iyonunun sırasıyla  $\text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{K}^+/\text{Na}^+$  olduğu belirlenmiştir. Pessoa ve ark. (2019) yaptıkları çalışmada soğan bitkisini  $200 \mu\text{S cm}^{-1}$  tuzlu su ile suladıklarında, soğan yumrusu kuru maddesinde biriken element düzeylerini sırasıyla  $\text{K}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{+2} > \text{Na}^+$  olarak vermişlerdir. Korkmaz ve ark. (2016)' da tuz stresi koşullarında bitkilerde mineral birikiminin, bitki çeşidine, uygulanan tuz çeşidi ve miktarına, yetiştirme koşullarına ve bitkinin tuz stresine maruz kalma süresine bağlı olarak değişim gösterebileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, Cerda ve ark. (1995), tuz stresinin bitki gelişimi üzerindeki iyonik dengesizliğin oluşmasındaki en önemli sebep olarak bitkide oluşan  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{K}^+$  iyon dengesizliğinden kaynaklandığını saptamışlardır. Hong ve ark. (2009) ise, bitkide  $\text{Na}^+$  içeriğinin artması  $\text{K}^+$  alımının engellenmesine neden olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular göz önünde bulundurulduğunda,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  iyonları ile  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı parametreleri ile oransal verim arasında yüksek  $R^2$  değerlerine sahip olması; bu parametrelerin frenk soğanı bitkisinin tuza karşı toleransının belirlenmesinde kullanılabileceğini göstermiştir.

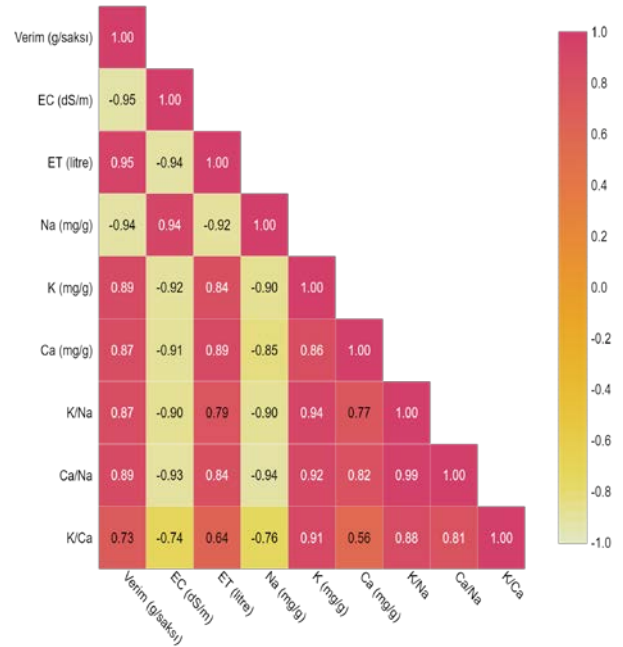
### 3.5. Parametreler arasındaki ilişkiler

Farklı sulama suyu tuzluluğu koşullarında yetiştirilen frenk soğanı bitkisinin yaprak mineralleri, yaprak mineral oranları, verim, bitki su tüketimi ve toprak tuzluluğu arasındaki korelasyon analizi Şekil 4'te gösterilmiştir. İncelenen tüm parametreler arasındaki ilişkiler pearson korelasyon analizine göre  $p < 0.01$  düzeyine göre önemli olduğu tespit edilmiştir.

Yaprak  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  içerikleri, yaprak  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Ca}^{+2}$ , verim, bitki su tüketimi parametreleri ile yaprak  $\text{Na}^+$  içeriği ve toprak tuzluluğu (EC) arasında negatif yönlü ilişki belirlenmiştir. Buna göre, toprak tuzluluğu ile yaprakta  $\text{Na}^+$  içeriğinin artması bitki besin elementlerinin alımını ve yaprak mineral oranlarını önemli derecede olumsuz etkilediği söylenebilir. ET,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Ca}^{+2}$  parametrelerinin artması frenk soğanı bitkisinin verimini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Bitki su tüketimi ile verim,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Ca}^{+2}$  parametreleri arasında pozitif yönlü bir ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, bitki su tüketimi arttıkça yaprak  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Ca}^{+2}$  içeriği değerlerinin arttığı saptanmıştır.

Yaprak  $\text{K}^+$  içeriği ile EC ve yaprak  $\text{Na}^+$  içeriği arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu tespit edilmiş, buna göre yaprak  $\text{K}^+$  içeriği arttıkça EC ve yaprak  $\text{Na}^+$  içeriğinde azalış meydana geldiği belirlenmiştir. Yaprak  $\text{K}^+$  içeriği ile verim, ET,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Ca}^{+2}$  parametreleri arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğu saptanmıştır. Yaprak  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Ca}^{+2}$

parametreleri ile verim, bitki su tüketimi,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  parametreleri arasında pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Buna göre, yaprakta  $\text{K}^+/\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$  oranları arttıkça verim ve bitki su tüketimi değerlerinin de arttığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Chen ve ark. (2016), domates bitkisi yaprak  $\text{Na}^+$  içeriği ve  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının bitki su tüketimi ve verim parametreleri arasında negatif ilişkinin olduğunu, ancak yaprak  $\text{K}^+$  ve  $\text{Ca}^{+2}$  içeriğinin bitki su tüketimi ve verim arasında pozitif ilişki olduğunu ifade etmişlerdir.



#: Pearson korelasyon analizine göre, tüm ikili ilişkiler arasında  $p < 0.01$  önemlilik düzeyinde ilişki bulunmaktadır.

Şekil 4. İncelenen parametreler arasındaki korelasyon matrisi

Figure 4. Correlation matrix between examined parameters

3.6. Yaprak  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  içeriği ve yaprak  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı parametrelerinin sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu arasındaki regresyon denklemleri ve tepki yüzey grafikleri ile gösterilmesi

Sulama suyu tuzluluğu ( $\text{EC}_{iw}$ ) ve toprak tuzluluğunun ( $\text{EC}_e$ ) yaprak mineral içeriği üzerine etkileri tepki yüzey metodolojisi ile modellenmesine ilişkin kuadratik regresyon eşitlikleri, yüzey tepki grafikleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Modellerin varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Şekil 5a'da yaprak  $\text{Na}^+$  içeriğinin sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu değişkenleri ile oluşturulan kuadratik regresyon denklemi ile tahmin edilmesi gösterilmiştir. Elde edilen modelin, istatistiksel olarak  $p < 0.001$  düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiş ve yaprak  $\text{Na}^+$  içeriğinin ( $R^2 = 0.89$ ) %89'unu regresyon eşitliği ile tahmin edilebileceğini göstermiştir. Tepki



yüzey grafiği incelendiğinde, sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu arttıkça yaprak  $\text{Na}^+$  içeriğinin arttığı saptanmıştır. Ancak, sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğundaki bir birimlik artış yaprak  $\text{Na}^+$  içeriğini sırasıyla 0.095 ve 0.072 miktar artışa neden olduğu belirlenmiştir. Buna göre, sulama suyu tuz içeriğinin toprak tuzluluğuna göre yaprakta  $\text{Na}^+$  birikimi üzerine daha etkili olduğu söylenebilir. Frenk soğanı bitkilerinde en düşük yaprak  $\text{Na}^+$  içeriği, sulama suyu tuzluluğunun  $0.44 \text{ dSm}^{-1}$  ve toprak tuzluluğunun  $0.82 \text{ dSm}^{-1}$  olduğu koşullarda bulunmuştur (Çizelge 2).

Bu durum ise, frenk soğanı bitkisi için sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu eşik değerlerinin  $0.44$  ve  $0.82 \text{ dSm}^{-1}$  olduğunu ifade etmektedir. Özellikle, toprakta  $0.82 \text{ dSm}^{-1}$ 'den daha fazla tuz birikmesi frenk soğanı bitkisinin mutlak besin minerallerinin alınabilirliğini önemli derecede azaltacağını ifade etmektedir.

Şekil 5b irdelendiğinde, yaprak  $\text{K}^+$  içeriğinin sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu arasında parabolik bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu arttıkça, yaprak  $\text{K}^+$  içeriği değerleri azalmıştır (Şekil 5b). Ancak, sulama suyunun tuz içeriği arttıkça, yaprak  $\text{K}^+$  içeriği hafif azalış gerçekleşmektedir, toprak tuzluluğuna göre ise  $5.4 \text{ dSm}^{-1}$ 'e kadar yaprak  $\text{K}^+$  içeriği keskin bir şekilde azalmış ve bu değerden sonra ise hafif bir şekilde azaldığı belirlenmiştir. Sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu değişkenlerinin regresyon katsayıları sırasıyla  $-0.010$  ve  $-0.271$  tespit edilmiştir. Elde edilen bu durum, toprak tuzluluğundaki bir birimlik artış sulama suyu tuzluluğuna göre yaprak  $\text{K}^+$  içeriğini %96.3 oranında daha fazla azalmasına neden olacağını ifade etmektedir. Matematiksel modele göre, en yüksek yaprak  $\text{K}^+$  içeriği değeri için sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu değerleri sırasıyla  $0.57 \text{ dSm}^{-1}$  ve  $0.82 \text{ dSm}^{-1}$  olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 1. Yaprak  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı parametrelerinin matematiksel modeller ile tahmin edilmesi  
Table 1. Estimation of leaf  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$  and  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ratio parameters with mathematical models

#### Regresyon Denklemleri

$$\text{Na (mg/g)} = 0.312 + 0.095 \cdot \text{ECiw} + 0.072 \cdot \text{ECe} - 0.004 \cdot \text{ECiw} \cdot \text{ECe} - 0.001 \cdot \text{ECiw}^2$$

$$\text{K (mg/g)} = 2.128 - 0.010 \cdot \text{ECiw} - 0.271 \cdot \text{ECe} - 0.003 \cdot \text{ECiw}^2 + 0.018 \cdot \text{ECe}^2$$

$$\text{Ca (mg/g)} = 6.00 - 0.49 \cdot \text{ECiw} + 0.082 \cdot \text{ECiw}^2 - 0.005 \cdot \text{ECiw}^2 \cdot \text{ECe}$$

$$\text{K / Na Oranı} = 4.808 - 1.522 \cdot \text{ECe} + 0.185 \cdot \text{ECe}^2 - 0.007 \cdot \text{ECiw} \cdot \text{ECe}^2$$

ECiw : Sulama suyu tuzluluğu; ECe: Toprak tuzluluğu'nu ifade etmektedir.

Çizelge 2.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  parametreleri için optimum toprak ve sulama suyu tuzluluğu koşulları  
Table 2. Optimum soil and irrigation water salinity conditions for  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  parameters

Parametreler		Değer (mg/g)	Sulama suyu tuzluluğu ( $\text{dSm}^{-1}$ )	Toprak tuzluluğu ( $\text{dSm}^{-1}$ )
Yaprak $\text{Na}^+$ içeriği	En düşük	0.41	0.44	0.82
Yaprak $\text{K}^+$ içeriği	En yüksek	1.51	0.57	0.82
Yaprak $\text{Ca}^{+2}$ içeriği	En yüksek	5.85	0.41	0.80
$\text{K}^+/\text{Na}^+$ oranı	En yüksek	3.69	0.49	0.81

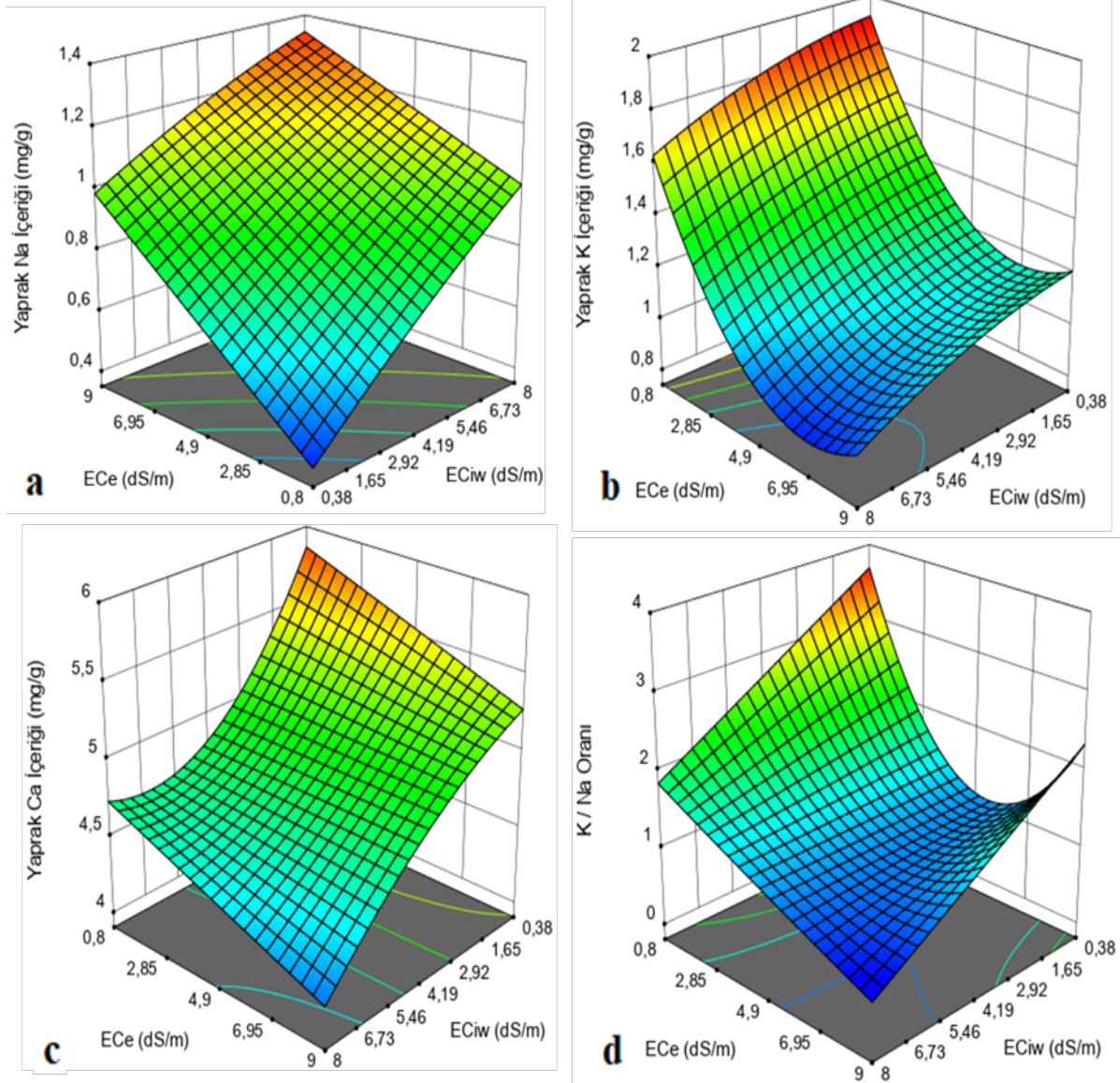
Sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğu değişkenlerinin yaprak  $\text{Ca}^{+2}$  içeriği ve yaprak  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı üzerine etkileri Şekil 5c ve Şekil 5d' de gösterilmiştir. En yüksek yaprak  $\text{Ca}^{+2}$  içeriği  $0.41 \text{ dSm}^{-1}$  sulama suyu tuzluluğu ve  $0.80 \text{ dSm}^{-1}$  toprak tuzluluğunun olduğu koşullarda belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgulara göre, sulama suyunun tuz içeriği arttıkça bitki kök bölgesinde aşırı  $\text{Na}^+$  iyonu birikmesi, bitkide  $\text{Na}^+$  alımının arttırmış ve buna bağlı olarak ise  $\text{Ca}^{+2}$  ve yaprak  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının azalmasına neden olmuştur. Tuz stresi koşullarında bitkilerde görülen en belirgin özelliklerden biri bitkilerde iyon

dengelessnessine neden olmasıdır. Bu iyon dengelessnessinin nedeni ise, Fageria (2001),  $\text{Na}^+$  ve diğer iyonlar arasındaki antagonizmden kaynaklandığını ifade etmiştir. Ayrıca, yapraklarda tuz stresi arttıkça, yaprak  $\text{Ca}^{+2}$  içeriği ve  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranının azalması bitkilerin tuzluluk eşik değerine bağlı olarak değişim gösterebileceği söylenebilir. Çünkü, bitkilerin tuz stresine karşı toleransı az olan bitkiler için toprak tuz içeriği arttıkça kökleri ile toprak çözeltisinden  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{K}^+$  iyonlarının alımı azalacağı söylenebilir. Al-Karaki (2000) yaptığı çalışmada, domates bitkisinde yüksek düzeyde  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  ve  $\text{Ca}^{+2}/\text{Na}^+$  oranlarının bulunması



domates bitkisinin tuz stresine karşı toleransı arttırdığını belirtmiştir. Regresyon analiz sonuçlarına göre, yaprak  $\text{Ca}^{+2}$  içeriği ve yaprak  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı modellerinin çoklu belirleme katsayısı ( $R^2$ ) sırasıyla 0.90 ve 0.93 olarak belirlenmiştir. Yüksek  $R^2$  değeri ( $R^2 > 0.80$ ), çalışmadan elde edilen verilerin ikinci dereceden polinom

denklemleri ile iyi bir sonuç gösterdiğini ifade etmektedir (Leardi, 2009). Elde edilen bulgulara göre, yüzey tepki metodolojisi kullanılarak frenk soğanı bitkisinin yaprak mineral içeriği yüksek düzeyde gerçeğe yakın değerlerinin tahmin edilebileceğini göstermiştir.



Şekil 5. Sulama suyu tuzluluğu ve toprak tuzluluğunun yaprak mineral içerikleri ile ilişkileri ve yüzey tepki grafikleri ile gösterilmesi (a: Yaprak  $\text{Na}^+$  içeriği, b: Yaprak  $\text{K}^+$  içeriği, c: Yaprak  $\text{Ca}^{+2}$  içeriği, d: Yaprak  $\text{K}^+/\text{Na}^{+2}$  oranı,  $\text{ECiw}$  : Sulama suyu tuzluluğu;  $\text{ECe}$ : Toprak tuzluluğu).

Figure 5. Relations among irrigation water salinity and soil salinity with leaf mineral contents and showing with response surface graphs (a: Leaf  $\text{Na}^+$  content, b: Leaf  $\text{K}^+$  content, c: Leaf  $\text{Ca}^{+2}$  content, d: Leaf  $\text{K}^+/\text{Na}^{+2}$  ratio,  $\text{ECiw}$  : Irrigation water salinity;  $\text{ECe}$ : Soil salinity).

Çizelge 3. Yaprak mineral içerikleri için kuadratik tepki yüzey modellerinin ANOVA sonuçları  
 Table 3. ANOVA results of quadratic response surface models for leaf mineral contents

Na (mg/g)					K (mg/g)				
	SD	KT	KO	F value		SD	KT	KO	F value
<b>Kaynak</b>					<b>Kaynak</b>				
<b>Model</b>	4	1.87	0.4683	41.41***	<b>Model</b>	4	1.8311	0.4578	35.95***
ECiw	1	0.0164	0.0164	1.45***	ECiw	1	0.0103	0.0103	0.81***
ECe	1	0.0106	0.0106	0.9385***	ECe	1	0.0426	0.0426	3.349**
ECiw x ECe	1	0.0004	0.0004	0.0317***	ECiw <sup>2</sup>	1	0.0012	0.0012	0.09*
ECiw <sup>2</sup>	1	0.0001	0.0001	0.0068***	ECe <sup>2</sup>	1	0.0237	0.0237	1.86**
Artık	19	0.2149	0.0113		Artık	19	0.2419	0.0127	
Uyum yetersizliği	18	0.207	0.0115	1.46 <sup>ÖD</sup>	Uyum yetersizliği	18	0.2418	0.0134	101.72 <sup>ÖD</sup>
Saf Hata	1	0.0079	0.0079		Saf Hata	1	0.0001	0.0001	
Toplam	23	2.09			Toplam	23	2.0730		
R <sup>2</sup>	0.897				R <sup>2</sup>	0.883			
R <sup>2</sup> (tahmin edilen)	0.83	VK (%)	11.6		R <sup>2</sup> (tahmin edilen)	0.82	VK (%)	9.3	
R <sup>2</sup> (düzeltilmiş)	0.88	Std. Sapma	0.1063		R <sup>2</sup> (düzeltilmiş)	0.86	Std. Sapma	0.112	
Yeterli Hassasiyet	17.22				Yeterli Hassasiyet	16.808			
<b>Ca (mg/g)</b>					<b>K/Na</b>				
	SD	KT	KO	F value		SD	KT	KO	F value
<b>Kaynak</b>					<b>Kaynak</b>				
<b>Model</b>	3	6.69	2.23	77.73***	<b>Model</b>	3	16.49	5.5	83.66***
ECiw	1	0.5602	0.5602	19.53***	ECe	1	0.2987	0.2987	4.55*
ECiw <sup>2</sup>	1	0.133	0.133	4.64**	ECe <sup>2</sup>	1	1.97	1.97	29.96***
ECiw <sup>2</sup> x ECe	1	0.2192	0.2192	7.64*	ECe <sup>2</sup> x ECiw	1	0.3561	0.3561	5.42*
Artık	18	0.5162	0.0287		Artık	19	1.18	0.0657	
Uyum yetersizliği	17	0.4784	0.0281	0.74 <sup>ÖD</sup>	Uyum yetersizliği	18	1.17	0.0686	4.33 <sup>ÖD</sup>
Saf Hata	1	0.0378	0.0378		Saf Hata	1	0.0158	0.0158	
Toplam	21	7.2			Toplam	23	17.68		
R <sup>2</sup>	0.928				R <sup>2</sup>	0.93			
R <sup>2</sup> (tahmin edilen)	0.891	VK (%)	3.33		R <sup>2</sup> (tahmin edilen)	0.905	VK (%)	7.49	
R <sup>2</sup> (düzeltilmiş)	0.916	Std. Sapma	0.169		R <sup>2</sup> (düzeltilmiş)	0.921	Std. Sapma	0.256	
Yeterli Hassasiyet	24.805				Yeterli Hassasiyet	26.49			

\*\*\*: p<0.001; \*\*: p<0.01; \*:p<0.05; ÖD: Önemli Değil'i ifade etmektedir.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, farklı sulama suyu tuzluluğunun frenk soğanı bitkisinin yaprak mineral içeriği üzerine etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en yüksek yaprak mineral içeriği değerleri  $0.38 \text{ dSm}^{-1}$  konusunda, en düşük değerler ise  $8.0 \text{ dSm}^{-1}$  konusunda tespit edilmiştir. Ayrıca, toprak tuzluluğu arttıkça, frenk soğanı bitkisinin topraktan  $\text{K}^+$  ve  $\text{Ca}^{2+}$  alımını önemli derecede azalttığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  mineral içeriği ve  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı parametreleri ile oransal verim arasında yüksek  $R^2$  değerlerine sahip olması, frenk soğanı bitkisinin tuza karşı toleransının belirlenmesinde yaprak  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  mineral içeriği ve  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  oranı parametrelerinin kullanılabilceği saptanmıştır.

Tuzlu suların bitki yetiştiriciliğinde kullanıldığında, bitki veriminin yanı sıra bitkilerin mineral içeriği ve kalitesi de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, frenk soğanı bitkisi için optimum yaprak mineral içeriklerinin elde edilebilmesi için toprak tuzluluğu için  $0.81 \text{ dSm}^{-1}$  ve sulama suyu tuzluluğu için  $0.48 \text{ dSm}^{-1}$  olduğu koşullarda tespit edilmiştir. Bu duruma dikkat edilerek, frenk soğanı bitkisinin tuzluluk eşik değeri tespit edilerek, bitki kök bölgesinde aşırı tuz birikimini önlemek amacıyla sulama suyu ile birlikte yıkama suyunun verilmesi önerilebilir. Yüzeysel tepki modelleri kullanılarak, bitkilerin yaprak mineral içeriğinin bitki su tüketimi ve toprak tuzluluğu parametreleri ile tespit edilmesinin mümkün olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, ölçülen ve tahmin edilen değerler arasında yüksek ilişki olması elde edilen modellerin yeterli tahmin sağladığını ve modellerin uygulanabilirliğini göstermiştir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda, yüksek verim ve kaliteli ürün elde edilmesinde, optimum koşulların belirlenmesi amacıyla yüzeysel tepki modellerinin kullanılması sürdürülebilir tarım açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

#### Kaynaklar

Akça, Y., Samsunlu, E., 2012. The effect of salt stress on growth, chlorophyll content, proline and nutrient accumulation, and K/Na ratio in walnut. *Pak. J. Bot.* 44(5): 1513-1520.

Al-Harbi, A. R., Hegazi, H. H., Alsadon, A. A., El-Adgham, F., 2002. Growth and yield of onion (*Allium cepa* L.) Cultivars under different levels of irrigation water salinity. *Journal of King Saud University*, 14(1): 23-32.

Al-Karaki, G.N., 2000. Growth, water use efficiency and sodium and potassium acquisition by tomato cultivars grown under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, 23: 1-8.

Amjad, M., Akhtar, S. S., Yang, A., Akhtar, J., Jacobsen, S. E., 2015. Antioxidative response of quinoa exposed to iso-osmotic, ionic and non-ionic

salt stress. *Journal of Agronomy And Crop Science*, 201(6): 452-460.

Arslan, H., Kiremit, M. S., Güngör, A., 2018. Impacts of different water salinity levels on salt tolerance, water use, yield, and growth of chives (*Allium schoenoprasum*). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49(20): 2614-2625.

Ashraf, M., Ahmad, S., 2000. Influence of sodium chloride on ion accumulation, yield components and fibre characteristics in salt-tolerant and salt sensitive lines of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) *Fields Crops Res.* 66, 115-127.

Ayers, R. S., ve Westcot, D. W., 1985. Water quality for agriculture. FAO Irrigation and drainage paper 29 Rev. 1. Food and Agricultural Organization. Rome, 1, 74.

Babu, M. A., Singh, D., Gothandam, K. M., 2012. The effect of salinity on growth, hormones and mineral elements in leaf and fruit of tomato cultivar PKM1. *J Anim Plant Sci*, 22(1): 159-164.

Cerda, A., Pardines, J., Botella, M.A., Martinez, V., 1995. Osmotic sensitivity in relation to salt sensitivity in germination of barleys. *Plant Cell Environ.*, 9: 721- 725.

Collins, C.A. and Seoney F.M., 1999. *Statistical Experiment Design and Interpretation: An Introduction with Agricultural Examples*, Wiley, Chichester.

FAO. 2018 . Food and Agriculture Organization. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/salt-affected-soils/more-information-on-salt-affected-soils/en/> (Erişim tarihi: 10.05.2020).

Fageria, V.D., 2001. Nutrient interactions in crop plants. *J. of Plant Nutrition*, 24(8): 1269-1290.

Gill, S. S., Tuteja N., 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48 (12):909–30. doi: 10.1016/j.plaphy.2010.08.016.

Grattan, S. R., Grieve, C. M., 1998. Salinity–mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia horticulturae*, 78(1-4), 127-157.

Hatamnia, A.A., Abbaspour, N., Darvishzadeh, R., Rahmani F., ve Heidari, R., 2013. Effect of salt stress on growth, ion content and photosynthesis of two oriental tobacco (*Nicotiana tabacum*) cultivars. *Intl. J. Agr. Crop Sci.* 6:757–761.

Hong, C.Y., Chao, Y.Y., Yang, M.Y., Cho, S.C., Kao, C.H., 2009.  $\text{Na}^+$  but not  $\text{Cl}^-$  or osmotic stress is involved in NaCl induced expression of glutathione reductase in roots of rice seedlings. *Journal of Plant Physiology*, 166: 1598-1606.

Hu, Y., ve Schmidhalter, U., 2005. Drought and salinity: a comparison of their effects on mineral

- nutrition of plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 168(4): 541-549.
- James, R.A., Munns, R., Von Caemmerer, S., Trejo, C., Miller, C., ve Condon, T. A., 2006. Photosynthetic capacity is related to the cellular and subcellular partitioning of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup> in salt-affected barley and durum wheat. *Plant Cell Environ.* 29:2185–2197.
- Kacar, B., İnal, A., 2010. Bitki analizleri (2. Baskı). Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Keller, J., Bliessner, R.D., 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. Blackburn Press, New Jersey, USA.
- Korkmaz, A., Karagöl, A., Horuz, A., 2016. Katı ortam kültüründe NaCl'ün domates bitkisinin verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(1): 127-135.
- Leardi, R., 2009. Experimental design in chemistry: a tutorial. *Anal. Chim. Acta* 652, 161–172. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.06.015>.
- Li, R., Shi, F., Fukuda, K., Yang, Y., 2010. Effects of salt and alkali stresses on germination, growth, photosynthesis and ion accumulation in alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Soil Science and Plant Nutrition*, 56(5), 725-733.
- Luo, M. B., ve Liu, F., 2011. Salinity-induced oxidative stress and regulation of antioxidant defense system in the marine macroalga *Ulva Prolifer*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 409 (1-2):223–8. doi: 10.1016/j.jembe.2011.08.023.
- Montgomery, D. C., 2008. *Design and Analysis of Experiments*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Myers, R.H., Montgomery, D.C., 2002. Response surface methodology process and product optimization using designed experiments, John Wiley & Sons, Inc., New York
- Niu, X., Bressan, R. A., Hasegawa, P. M., Pardo, J. M., 1995. Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant physiology*, 109(3): 735.
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., Prasad, S. M., 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(6): 4056-4075.
- Pilkington, J.L., Preston, C., Gomes, R.L., 2014. Comparison of response surface methodology (RSM) and artificial neural networks (ANN) towards efficient extraction of artemisinin from *Artemisia annua*. *Ind. Crops Prod.* 58: 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.03.016>.
- Pessoa, L. G. M., dos Santos Freire, M. B. G., dos Santos, R. L., Freire, F. J., Miranda, M. F. A., dos Santos, P. R. 2019. Saline water irrigation in semiarid region: I-effects on soil chemical properties. *Australian Journal of Crop Science*, 13(7): 1169.
- Sassine, Y. N., Alturki, S. M., Germanos, M., Shaban, N., Sattar, M. N., Sajyan, T. K., 2020. Mitigation of salt stress on tomato crop by using foliar spraying or fertigation of various products. *Journal of Plant Nutrition*, 1-15.
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., Dumas, P., Matthews, E., Klirs, C. 2019. Creating a sustainable food future: A menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050. Final report. WRI.
- Singh, M., Kumar, J., Singh, V. P., Prasad, S. M., 2014. Plant tolerance mechanism against salt stress: the nutrient management approach. *Biochem. Pharmacol*, 3: e165.
- Qiu, R., Yang, Z., Jing, Y., Liu, C., Luo, X., Wang, Z., 2018. Effects of irrigation water salinity on the growth, gas exchange parameters, and ion concentration of hot pepper plants modified by leaching fractions. *HortScience*, 53(7): 1050-1055.
- Qiu, R., Liu, C., Li, F., Wang, Z., Yang, Z., Cui, N., 2019. An investigation on possible effect of leaching fractions physiological responses of hot pepper plants to irrigation water salinity. *BMC Plant Biology*, 19(1): 297.
- Tanveer, K., Gilani, S., Hussain, Z., Ishaq, R., Adeel, M., Ilyas, N., 2020. Effect of salt stress on tomato plant and the role of calcium. *Journal of Plant Nutrition*, 43(1): 28-35. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1771587>.
- Tuna, A. L., Kaya, C., Ashraf, M., Altunlu, H., Yokas, I., Yagmur, B., 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2): 173-178.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, G. D., Yurtseven, E., 2008. Growth and evapotranspiration of okra (*Abelmoschus esculentus* L.) as influenced by salinity of irrigation water. *Journal of irrigation and drainage engineering*, 134(2): 160-166.
- Ünlükara, A., Kurunç, A., Kesmez, G. D., Yurtseven, E., Suarez, D. L., 2010. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrigation and Drainage: The journal of the International Commission on Irrigation and Drainage*, 59(2): 203-214.
- Vuchkov, I.N., Boyadjieva, L.N., 2001. *Quality improvement with design of experiments: a response surface approach*, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- Wang, H., Li, J., Cheng, M., Zhang, F., Wang, X., Fan, J., Wu, J., Fang, D., Zou, H., Xiang, Y. (2019). Optimal drip fertigation management improves yield, quality, water and nitrogen use efficiency of greenhouse cucumber. *Scientia Horticulturae*, 243: 357-366.
- Zandalinas, S. I., Mittler, R., Balfagón, D., Arbona, V., Gómez-Cadenas, A., 2018. Plant adaptations to the combination of drought and high temperatures. *Physiologia plantarum*, 162(1): 2-12.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.763455

## Doğu Karadeniz Bölgesi'nde büyükbaş hayvancılık yapan işletmelerde çayır otu silajının benimsenmemesi nedenleri

İsmet Boz<sup>a\*</sup>, Osman Kılıç<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ismet.boz@omu.edu.tr

Geliş/Received 03/07/2020

Kabul/Accepted 24/09/2020

### ÖZET

Araştırmanın amacı, Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde büyükbaş hayvancılık yapan işletmelerde çayır otu silajı kullanımının yaygın olmamasının nedenlerini sosyo-ekonomik özellikler ve iletişim davranışları bakımından incelemektir. Ayrıca bölgede çayır otu silajının yaygınlaştırılması için üreticiler, üretici örgütleri ve kamu kuruluşları tarafından alınması gereken önlemleri ortaya koymaktır. Araştırma verileri, işletmelerdeki büyükbaş hayvan sayısı esas alınarak tabakalı tesadüf örnekleme yöntemine göre hesaplanan 278 işletmeyle yapılan anketlerden elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; işletme başına düşen hayvan sayısının az olduğu, işletmelerin daha çok aile işletmeciliği şeklinde üretim yaptıkları ve büyük ölçüde ekonomik sıkıntı yaşadıkları ortaya konulmuştur. İşletmelerde özellikle kış aylarında kaba yem yetersizliği söz konusu olmakla birlikte, çayır otundan silaj yapılması tercih edilmemektedir. İşletme yöneticilerinin çoğunluğu, bölgede yaygın olan çayır otundan silaj yapılabildiğinden haberdar olmadıklarını belirtmişlerdir. Çayır otundan silaj yapılmaması üzerine etkili olan başlıca faktörler; hayvan sayısının az, yöneticilerin orta yaşın üzerinde ve arazinin küçük olmasıdır. Bu nedenle yöneticiler, işletmede farklı uygulamaları ve teknolojileri devreye sokarak gelirlerini artırma eğiliminde değildir. Bölgede ucuz ve kaliteli kaba yem sağlayan çayır otu silajının benimsenmesi ve yayılması için, kamu kuruluşları ve üretici örgütlerinin üreticilerle işbirliği yaparak çeşitli araştırma ve yayım faaliyetleri yürütmeleri gerekmektedir.

### Anahtar Sözcükler:

Çayır otu silajı  
Büyükbaş hayvancılık  
Yeniliklerin  
benimsenmesi  
Yeniliklerin yayılması

### Reasons for grass silage not being adopted by livestock farmers in the Eastern Black Sea Region

### ABSTRACT

The aim of this study was to examine the reasons for livestock farmers not using forage crops for silage in the Eastern Black Sea Region of Turkey, considering farmers' socioeconomic characteristics and communication and behavior. In addition, this study aimed at determining measures to be taken by the farmers, producer organizations, and public institutions in order to publicize the grass silage in the region. The research data were obtained from the surveys conducted with 278 livestock farms, calculated according to the stratified random sampling method based on the number of livestock owned by farmers. According to the research results; it has been revealed that the number of animals per farm is low, most of the farms operate as family farms, and they experience economic difficulties to improve their farms. Although there is a lack of roughage fodders, especially in winter season, grass silage was not preferred to correspond this need. Most of the farmers stated that they were not aware that it was possible to make silage from the grass, which is common in the region. The main factors effective on not making silage from grass were; the number of animals was low, farmers were over middle age and the land was small. Therefore, farmers do not tend to increase their income by putting different applications and technologies in their business. Public institutions and producer organizations should cooperate with farmers to carry out various research and extension activities in order to accelerate the adoption and diffusion of grass silage that provides cheap and high quality roughage fodder in the region

### Keywords:

Grass silage  
Livestock  
Adoption of  
innovations  
Diffusion of  
innovations

© OMU ANAJAS 2019



## 1. Giriş

Tarım; insan ve hayvanlar için gerekli besin ihtiyacının karşılanması, nüfusun önemli bir kesimini barındırması, sanayi sektörü için sermaye ve iş gücü sağlaması, ekonomiye yaptığı döviz katkısı ve sanayi malları için talep oluşturması bakımından önemli bir sektör konumundadır (Cinemre ve Kılıç, 2015). İnsan beslenmesinde zorunlu gıda maddeleri olan hayvansal ürünlerin kişi başına tüketim miktarı, ülkelerin gelişmişlik ölçütleri içinde ele alınan önemli bir göstere olarak kullanılmaktadır. Hayvansal ürünlerin tüketim miktarında her ne kadar tüketicilerin satın alma gücü önemli rol oynasa da, arzın artırılarak ürün fiyatlarının düşmesi daha çok tüketicinin bu ürünleri tüketmesine olanak sağlayacaktır. Kırsal kesimde hayvancılık faaliyetinin geliştirilmesi, hem ülke insanının yeterli ve dengeli beslenmesine katkı sağlayacak hem de geçimini bu sektörden sağlayan üreticilerin daha fazla gelir elde etmesine yol açacaktır.

Tarımda gelişmiş teknolojilerin kullanımı, özellikle dezavantajlı bölgelerde farklılık oluşturan ve bölge üreticisinin refahını artıran önemli uygulamalardır. Gelişmiş teknolojiler; kullanıldıkları alanlara bağlı olarak maliyetleri düşürmekte, iş gücünde tasarruf sağlamakta, üretimde verim ve kaliteyi artırıcı rol oynamaktadır. Bir teknolojinin ilk kez kullanılması ve bölge halkının refahına katkı sağlaması, o bölge için bir yenilik olarak değerlendirilmektedir (Rogers, 1995). Tarımsal kaynakların etkin kullanılması ve pazardaki fırsatların doğru analiz edilerek tarım sektörünün gelişen teknikler doğrultusunda yönlendirilmesi, modern teknolojileri içeren tarımsal bilgi ve yeniliklerin uygulanması sayesinde mümkün olacaktır (Eryılmaz ve ark., 2020). Araştırma konusunu oluşturan çayır otundan silaj yapılması, Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ot hasadı süresince güneşli günlerin azlığı nedeniyle bölge için dezavantajlı bir durum olarak ele alınmaktadır (Boz ve ark., 2016; Yıldırım ve ark., 2016; Yıldırım ve ark., 2017). Çayır otunun kurutulup hayvanlara verilmesi, bölgedeki üreticiler tarafından uzun yıllardır başvurulan bir uygulamadır. Gelişmiş ülkelerde çayır otundan silaj yapılması yaygın şekilde başvurulan bir teknik olmasına rağmen, Türkiye'de hayvancılık faaliyetinin en yoğun olduğu bölgelerde bile yaygın değildir.

Türkiye'de en çok kullanılan kaba yem kaynakları; saman, yonca, fiğ, korunga ve mısır sapıdır. Gelişmiş birçok ülkede ise çok farklı kaba yem kaynakları (kanola tohumları, ayçiçeği silajı, buğday silajı, amonyak ilave edilmiş saman, üre ilave edilmiş saman ve diğer silajlar) kullanılmaktadır. Bahsedilen bu kaba yem kaynaklarının ülkemizde yaygın şekilde kullanıldığını söylemek pek mümkün değildir (Garipoğlu, 2014; Garipoğlu, 2015). Çayır otu silajı ise önemli bir kaba yem kaynağı olmasına rağmen, Türkiye'de yaygın şekilde kullanılmamaktadır. Bununla birlikte bazı çalışmalar, çayır otunun ucuz ve besleyici

kaba yem olarak silaj yapımında kullanılabileceğini ortaya koymaktadır (Carvalho ve ark., 2010; Castro ve ark., 2010; Güven, 2011; Genever, 2013).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yaklaşık 6 ay kapalı ortamda beslenmek zorunda olan hayvanlar için çayır otu, yaz mevsiminde hasat edilen önemli bir kaba yem kaynağıdır. Bölgenin aşırı yağışlı olması ve hasat döneminde bulutlu gün sayısının fazla olması, biçilen otların kurumasını zorlaştırmaktadır. Bu yüzden bölgede çayır otundan silaj yapılması, hayvancılık işletmelerine iki açıdan büyük katkı sağlayacaktır. Birincisi, hasat mevsiminde iklim koşullarının elverişsizliği nedeniyle biçilen otların küflenmesi ve çürümesi önlenmiş olacak, bu sayede mevcut olanaklarla daha yüksek miktarda ve kalitede hayvan yemi elde etmek mümkün olacaktır. İkincisi, mevcut sistemde büyük ölçüde iş gücüne dayalı olarak yapılan hayvancılığı, bölgedeki işletmeler için önemli bir gelir kaynağı haline getirecektir. Zira çayır otundan silaj yapılması, işletmeleri ot kurutma külfetinden kurtararak önemli ölçüde iş gücü tasarrufu sağlayacaktır. Bu yolla zamanla çalılık ve ormanlık alanlara dönüşmekte olan çayır arazisi korunmuş olacağından daha fazla hayvan beslenebilecek ve bölgedeki üreticilerin kentlere göçü yavaşlayabilecektir.

Tarımda modern teknolojilerin üreticiler tarafından benimsenmesi ve kırsal alana yayılması son derece önemli bir konudur. Araştırma kuruluşları ve üniversiteler tarafından geliştirilen modern teknolojilerin kırsal alandaki işletmelere yarar sağlaması, bunların üreticiler tarafından benimsenmesi ve uygulamaya konulmasıyla mümkündür. Tarımda yeniliklerin yayılması, araştırmacı ve yayımcıların yanı sıra politikacıları da yakından ilgilendirmektedir. Ancak araştırmacılar ve politikacılar arasında bu konuda yeterli bir iletişimin olduğunu söylemek zordur. Bu nedenle politikacıların dikkatlerinin çekilmesi, araştırma ve yayım faaliyetlerine yeterli bütçe ayrılması açısından önemlidir.

Tarımda yeniliklerin benimsenmesi ve yayılması üzerine yürütülen ilk araştırmalardan biri Ryan ve Gross (1943) tarafından, Iowa üreticileri arasında melez mısırın benimsenmesi ve yayılması konusunda yapılmıştır. Araştırmada yeniliği erken benimseyen üreticilerin; geç benimseyenlere oranla işletmelerinin daha büyük, gelir ve eğitim düzeylerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Rogers ve Pitzer (1960) tarafından Ohio'da yapılan bir araştırmada ise sulamayı benimseyen üreticilerin; benimsemeyenlere oranla daha eğitilmiş oldukları, daha büyük işletmelere sahip oldukları ve tarımsal yayım servisiyle daha sıkı ilişki içinde oldukları belirlenmiştir. Boahene ve ark., (1999)'nın Gana'da melez kakaonun benimsenmesi ve yayılması üzerine yaptıkları araştırmada; önerilen yeniliğin benimsenmesinde çiftçilerin tarımsal yayım servisiyle olan ilişkileri, eğitim düzeyi ve çevredeki iş gücü olanaklarının etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Gebremedhin ve ark., (2003) tarafından Etyopya'da yapılan bir araştırmada; işletmenin mevcut kaynak

miktarı, piyasa ile entegrasyon ve üründe çeşitlendirme gibi faktörlerin, bitkisel ve hayvansal üretimi aynı anda yürüten işletmelerde önerilen teknolojilerin daha kolay benimsenmesine yol açtığı ortaya konulmuştur. Amerika Birleşik Devletleri'nin Louisiana Eyaleti'nde yapılan bir araştırmada; et üretimi yapan sığır işletmelerinin sayısını artırma, Ulusal Rezervleri Koruma Servisi elemanlarıyla bağlantı halinde olma, eğitim düzeyi, sığır işletmeciliğinden elde edilen gelir oranı ve olatmaya elverişli dağlık araziye sahip olma özelliklerinin önerilen yeniliklerin benimsenmesinde etkili olduğu anlaşılmıştır (Kim ve ark., 2005). Aynı eyalette Gillespie ve ark., (2007) tarafından yapılan başka bir araştırmada; et üretimi yapan sığır işletmelerinde yeniliklerin benimsenmemeye nedenleri araştırılmış ve en önemli nedenler olarak, yeniliklere aşına olmamak ve yeniliğin işletmede uygulanabilirliğinin bulunmaması faktörleri ön plana çıkmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nin Oklahoma Eyaletinde Johnson ve ark., (2010) tarafından yapılan bir araştırmada da, hayvancılık işletmelerinde önerilen uygulamaların benimsenmesine, işletme büyüklüğü ve yürütülen faaliyetten sağlanan gelire bağımlı olma durumlarının etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Türkiye'de tarımda modern teknolojilerin benimsenmesi ve yayılması konusunda yapılan araştırmaların yeterli olduğu söylenemez. Bu eksiklik, araştırma kuruluşları ve üniversiteler tarafından geliştirilen teknolojileri ve yenilikleri kırsal alana yaymak için hazırlanan eğitim ve yayım programlarının belirlenen hedeflere ulaşmasında önemli sorunlara yol açmaktadır. Ayrıca bu durum, yeniliklerin kırsal alana daha geç ulaşmasına ve hedef kitlede yapılacak değişimin uzun zaman almasına neden olacaktır. Tatlıdil (1989) tarafından Ankara ili Polatlı ilçesinde yapılan bir araştırmada, yağmurlama sulama sisteminin üreticiler tarafından benimsenmesi konusu incelenmiştir. Ele alınan teknolojiyi benimseyen ve benimsemeyen üreticilerin karşılaştırıldığı araştırmada, daha yaşlı üreticiler tarafından işletilen, işletme büyüklüğü ve gelir düzeyi fazla ve makineleşme düzeyi yüksek olan işletmelerin bu teknolojiyi daha çok benimsedikleri anlaşılmıştır. Türkyılmaz ve ark., (2003) tarafından Aydın ili sığırcılık işletmelerinde yapılan bir araştırmada ele alınan yeniliklerin; küçük ve orta ölçekli işletmelerin %25'inde düşük, %55'inde orta ve %20'sinde yüksek, büyük ölçekli işletmelerin ise %50'sinde orta, diğer %50'sinde de yüksek düzeyde benimsendiği ortaya konulmuştur. Aktaş ve ark., (2005) tarafından Şanlıurfa ilinin Suruç ilçesinde yapılan bir araştırmada, Rogers (1995)'in yeniliklerin benimsenmesi üzerine yapmış olduğu genellemelerden tam tersi bir sonuç bulunmuştur. Araştırmacılar bölgede kimyona üretimini erken benimseyen üreticilerin; eğitim düzeyi düşük, küçük işletmeye sahip, sosyal statüsü düşük olan ve zayıf iletişim yetenekleri nedeniyle yerel ve ulusal yayın kanallarıyla bağlantısının olmadığı ortaya konulmuştur. Suruç'un yeniliklerin bölgede ilk

benimsendiği ve buradan diğer ilçelere yayıldığı bir ilçe olduğu, ayrıca ilçede aşiret sisteminin zayıflamaya başladığı belirtilmiştir. Boz ve Akbay (2005) tarafından yapılan "Mısır üretiminin Kahramanmaraş'ta benimsenmesi ve yayılmasını etkileyen faktörler" konulu araştırmada; eğitim ve gelir düzeyi, işletme büyüklüğü, sulu arazi miktarı, traktör varlığı, kredi kullanımı ve tarımsal yatırım yapma gibi sosyo-ekonomik değişkenler ile Kahramanmaraş'a gidiş sıklığı, fikir önderliği ve tarımsal yayım elemanlarıyla görüşme sıklığı gibi iletişim davranışlarının etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Sezgin (2008) tarafından Erzurum ilinde yapılan bir araştırmada; suni tohumlama yaptırmanın, hayvan yemlemede saman kullanmanın, yeni doğan buzağılara ağız sütü vermenin ve ahırlarda otomatik suluk bulundurma gibi faaliyetlerin yeni teknolojilerin çiftçilere benimsetilmesinde daha etkili olduğu ortaya konulmuştur. Çiçek ve ark., (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, süt sığırcılığında yenilikleri benimseyen üreticilerde büyük işletmeye sahip olma, daha yüksek eğitim düzeyi, iş deneyimi, yaşam standartları, kooperatif üyeliği, dış kültüre açık olma ve kitle iletişim araçlarını kullanma gibi özelliklerin daha yaygın olduğu belirlenmiştir. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde faaliyet gösteren süt sığırcılığı işletmelerinde yeniliklerin benimsenmesi ve yayılmasına etki eden faktörleri konu alan bir araştırmada (Boz ve ark., 2011), sosyo-ekonomik özelliklerden gelir düzeyi, yatırım yapma ve kültür irki hayvana sahip olmanın; iletişim davranışlarından ise internet kullanma sıklığı, yayım elemanlarıyla görüşme sıklığı, serbest veteriner hekimlerle görüşme sıklığı ve ziraat fakültesi elemanlarını ziyaret etmenin benimsenme kararı üzerine etkili olduğu ortaya konulmuştur. Budak ve ark., (2012) tarafından yapılan bir araştırmada, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde koyun yetiştiren işletmelerde yeniliklerin benimsenmesi ve yayılmasına etki eden faktörlerin; gelir düzeyi, deneyim süresi ve veteriner hekimlerle görüşme sıklığı olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın amacı, bir yenilik olarak ele alınan çayır otundan silaj yapım tekniğinin Doğu Karadeniz Bölgesi sahil kesiminde faaliyet gösteren büyükbaş hayvan işletmeleri tarafından benimsenmesi ve yayılması olanaklarını ortaya koymaktır. Ayrıca araştırmada çayır otundan silaj yapımı tekniğinin bölgede uygulanmama nedenleri ele alınmıştır. Bölgede geçimini hayvancılıkla sağlayan işletmelerin, sosyo-ekonomik özellikleri ve iletişim davranışlarının da incelendiği araştırmada, çayır otu silajının çiftçiler tarafından benimsenmemeye nedenleri analiz edilmiş ve bunu etkileyen değişkenler irdelenmiştir. Araştırmada son olarak bölgede çayır otundan silaj yapımını benimsenmesi ve yayılmasına yönelik olarak kamu kuruluşları, çiftçi örgütleri ve üreticiler tarafından alınması gereken önlemler ortaya konulmuştur.



## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma; Ordu ilinin Çamaş ve Gürgentepe, Rize ilinin Çamlıhemşin ve Kalkandere, Trabzon ilinin Çaykara ve Maçka, Giresun ilinin Dereli ve Güce ilçelerinde yapılmıştır. Söz konusu illerdeki Tarım ve Orman İl Müdürlüklerinden elde edilen büyükbaş hayvancılık işletmelerinin listesi her bir ilin ana kitlesini oluşturmaktadır. Ana kitledeki işletme sayısı, Ordu ilini temsil eden ilçelerde 1741, Rize ilini temsil eden ilçelerde 910, Trabzon ilini temsil eden ilçelerde 2790 ve Giresun ilini temsil eden ilçelerde 1638 dir. Ana kitle, işletmelerin sahip olduğu büyükbaş hayvan sayısına göre Ordu ve Rize illerinde ikişer tabakaya, Trabzon ve Giresun illerinde ise üçer tabakaya ayrılmıştır. Varyansı azaltmak amacıyla aşırı uçlarda bulunan değerler değerlendirme dışı tutulmuştur. Dört ilde örneğe giren işletme sayısı, tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre bulunmuştur (Yamane, 2001). Buna göre, %10 hata payı ve %95 güven sınırları kabul edilerek ( $t=1.645$ ) hesaplanan örnek büyüklüğü Ordu ilinde 79, Rize ilinde 76, Trabzon ilinde 52 ve Giresun ilinde 71 olmak üzere toplam 278 olmuştur. Daha sonra hesaplanan örnek hacmi, oransal olarak tabakalara dağıtılmıştır.

$$n = \frac{N \sum N_h S_h^2}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2}, D^2 = \frac{e^2}{t^2}$$

n = Örneğe giren işletme sayısı

N = Ana kitledeki işletme sayısı

N<sub>h</sub> = Her tabakadaki işletme sayısı

S<sub>h</sub> = Her tabakaya ait standart sapma

e = Ana kitle ortalamasından izin verilen hata miktarı

t = İzin verilen güvenlik sınırının t dağılım tablosundaki değeri

Anket uygulamasında, üreticinin kuşkusunu ortadan kaldırarak işletme hakkında sağlıklı bilgi almak önemli bir konudur. Üreticiler uzun yıllardır yapılan olumsuz uygulamaların etkisiyle kamu personeline karşı daima kuşkulu gözle bakmaktadır. Dolayısıyla işletmelerden sağlıklı bilgi almak için, üreticiler tarafından tanınan ve güvenilen Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlükleri'nde görevli personel ile önder üreticilerden yardım alınmıştır. Araştırmada kullanılan anket formu, konuyla ilgili yurt içi ve yurt dışı araştırmaların yanı sıra bölgenin tarımsal özellikleri göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Sorular teknik olarak açık ve kapalı uçludur. Veri toplama işlemi, 2015 yılı bahar aylarında tamamlanmıştır.

Tarım işletmelerinden toplanan veriler için öncelikle kod planı hazırlanmıştır. Daha sonra veriler, kod planına göre uygun istatistik programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde kullanılan istatistiksel yöntemler araştırmanın amaçları doğrultusunda seçilmiştir. Bu bağlamda araştırmanın

mevcut durumunu ortaya koymak amacıyla frekans, yüzde ve standart sapmadan oluşan tanımlayıcı istatistikler kullanılarak gerekli tablolar oluşturulmuştur. Karşılaştırmaya yönelik istatistiklerde bağımlı değişken dört kategorili nominal değişken, bağımsız değişkenler ise sürekli ve kukla değişkenlerden oluştuğu için, tek yönlü varyans analizi ve Tukey çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır.

Çayır otundan silaj yapılmamasının nedenleri aşağıdaki kategorilere göre sorulmuştur. Bu dört kategorinin birbirinden bağımsız olduğu varsayımı yapıldığından, üreticilerden sadece bir seçeneği işaretlemeleri istenmiştir. Kategorilerin belirlenmesinde ise yeniliklerin benimsenmesi ve yayılması literatürü esas alınmıştır.

1=Böyle bir uygulamadan haberdar değilim

2=Böyle bir uygulamadan haberdarım, ancak bunu uygulamak için yeterli bilgiye sahip değilim

3=Böyle bir uygulamadan haberdarım, ancak işletme koşulları ve gelir durumum uygulama için elverişli değildir

4=Böyle bir uygulamadan haberdarım, ancak yararlı olacağını düşünmüyorum

Bu dört kategorinin; sosyo-ekonomik özellikler, iletişim davranışları, üreticilerin yayım kuruluşları ve çiftçi örgütleriyle olan ilişkileri bakımından karşılaştırılması için seçilen ikinci değişkenlerin bazıları sürekli, bazıları da kukla değişken olduğundan tek yönlü varyans analizi kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizinde gruplar arasındaki farklılıkların daha ayrıntılı görülebilmesi için, Post-Hoc çoklu karşılaştırma testlerinden Tukey testi uygulanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Sosyo-ekonomik özellikler

Anket yapılan işletmeler ortalama 4.09 büyük baş hayvana sahip olup, yıllık işletme geliri ortalama 34980.8 TL dir. Anket esnasında üreticilerle yapılan mülakatlar sonucunda, işletmelere ait gelirin yaklaşık %50'sinin tarımsal faaliyetlerden, geriye kalanın ise tarım dışı faaliyetlerden elde edildiği tespit edilmiştir. Anket yapılan yöneticilerin yaş ortalaması 53.04 olup, %59'u 50 yaş üzerindedir. Eğitim düzeyi bakımından yöneticilerin büyük çoğunluğu ilkököl düzeyinde eğitim almış olup, ilkököl üzeri eğitime sahip olanların oranı %17'dir. İşletmelerin %21'i tarımsal yatırımlar için, %29'u tarımsal girdiler için kredi kullanmaktadır. Yöneticilerin tarımsal deneyimi ortalama 35.27 yıl, herhangi bir kooperatife üye olma oranı ise %25 dir. İşletmelerde arazi varlığı ortalama 20.58 dekadır. Aile fertlerinden köy yönetimine muhtar veya aza olarak katılım sağlayanların oranı %28 dir. Yöneticilerin %87'sinin SGK ve Bağ-Kura bağlı ya da Yeşil Kartlı olarak sosyal güvencelerinin bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. İşletme ve yöneticiye ait sosyo-ekonomik özellikler

Table 1. Socio-economic characteristics related to farms and the farmers

	Minimum	Maximum	Ortalama	S. Sapma
Büyükbaş hayvan sayısı (baş)	0.00	50.00	4.06	5.10
Mülk arazi (dekar)	0.01	220.00	20.58	29.12
Yıllık işletme geliri (TL)	2600.00	218422.20	34980.8	24996.6
Yatırımlar için kredi kullanımı (1= Evet, 0 = Hayır)	0	1	0.21	0.40
Girdiler için kredi kullanımı (1= Evet, 0 = Hayır)	0	1	0.29	0.46
Yöneticinin yaşı (yıl)	19	85	53.04	12.85
Yöneticilerde ilkökul üzeri eğitim (1= Evet, 0 = Hayır)	0	1	0.17	0.38
Tarımsal deneyim (yıl)	2	75	35.3	15.8
Kooperatif üyeliği (1= Evet, 0 = Hayır)	0	1	0.25	0.43
Köy yönetimine katılım (1= Evet, 0 = Hayır)	0	1	0.28	0.45
Sosyal güvenlik (1= Evet, 0 = Hayır)	0	1	0.87	0.34

Araştırma bölgesindeki üreticilerin; orta yaşın üzerinde, gelir düzeyi yeterli olmayan, büyükbaş hayvan sayısı az, ilkökul düzeyinde eğitim görmüş, tarımsal kooperatiflere üyelik durumu düşük, gerek tarımsal girdiler gerekse tarımsal yatırımlar için kredi kullanma eğilimi düşük, köy yönetimine katılımı az, ancak sosyal güvencelerinin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Bu sosyo-ekonomik profille, üreticilerin meslek değiştirmesi veya illerde başka sektörlerde istihdam olanağı bulması oldukça zor görülmektedir. Bu durumda ancak köylerde tarımsal olanakların geliştirilmesi ve gelir düzeyinin yükseltilmesiyle, üreticilerin refah düzeyinde bir artış olabileceği düşünülmektedir.

### 3.2. İletişim davranışları

Anket yapılan yöneticilerin %52.9'u her gün gazete okumakta, %58.3'ü çok az radyo dinlemekte ve %95.7'si günde 2-3 saat televizyon izlemektedir. İnternette haberdar olan yöneticilerin oranı %73.7 iken, %62.2'si hiç internet kullanmamıştır. Kendi bilgilerinin yanı sıra tarımla ilgili konularda başkalarının görüşlerine hiç başvurmayan yöneticilerin oranı %19.8 iken, geriye kalanı her zaman ya da bazen başvurmaktadır. Her gün ilçe merkezine giden yöneticilerin oranı %43.2, il merkezine çok az gidenlerin oranı ise %32.4'dür. Yöneticilerin %61.9'u teknik personel ve yayım elemanıya çok az görüştiklerini belirtmiştir. Tarımla ilgili eğitim, seminer ya da konferans gibi aktivitelere hiç katılmadığını belirten yöneticilerin oranı %78.1'dir (Çizelge 2).

### 3.3. Silaj yapmama davranışlarının değerlendirilmesi

Araştırma bölgesinde işletmelerin çayır otundan silaj yapmama nedenlerinin sosyo-ekonomik özellikler bakımından karşılaştırılması Çizelge 3'te verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, istatistiksel anlamda önemli çıkan değişkenlerin büyükbaş hayvan sayısı (F=6.375, P=0.001), gelir düzeyi (F=3.883, P=0.010) ve çiftçinin yaşı (F=3.189, P=0.024) olduğu görülmektedir. Büyükbaş hayvan sayısı değişkeni için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testinde "Böyle bir uygulamadan haberdar değilim" diyen üreticilerin, "Haberdarım ancak yararlı olacağına inanmıyorum" diyen üreticilere oranla

daha az büyükbaş hayvana sahip oldukları görülmektedir. Gelir düzeyi değişkeni için yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testinde "Böyle bir uygulamadan haberdar değilim" diyen üreticiler, "Haberdarım ancak bu uygulama için yeterli bilgiye sahip değilim" diyen üreticilere oranla daha düşük bir gelir düzeyine sahiptir. Aynı şekilde üreticinin yaşı değişkeni bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırmasında "Böyle bir uygulamadan haberdar değilim" diyen üreticiler, "Haberdarım ancak işletme koşulları ve gelir durumum uygulama için elverişli değildir" diyen üreticilere oranla daha gençtir. Diğer sosyo-ekonomik değişkenler bakımından ise istatistiksel anlamda herhangi bir fark yoktur (Çizelge 3).

Araştırma bölgesinde üreticilerin çayır otundan silaj yapmama nedenlerinin iletişim davranışları bakımından karşılaştırılması Çizelge 4'te verilmiştir. İstatistiksel anlamda önemli çıkan değişkenler; radyo dinleme sıklığı (F=4.967, P=0.002), ilçe merkezine gidiş sıklığı (F=4.390, P=0.005) ve tarımsal konularda başkasının görüşlerine başvurma (F=3.301, P=0.021) olduğu görülmektedir. Radyo dinleme sıklığı açısından yapılan Tukey çoklu karşılaştırma testinde "Böyle bir uygulamadan haberdar değilim" diyen üreticilerin, "Haberdarım ancak işletme koşullarım ve gelir durumum uygulama için elverişli değildir" ve "Haberdarım ancak yararlı olacağına düşünmüyorum" diyen üreticilere oranla radyoyu daha az dinledikleri görülmektedir. İlçe merkezine gidiş sıklığı değişkeni bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırmasında "Böyle bir uygulamadan haberdar değilim" diyen üreticilerin, "Haberdarım ancak bunu uygulamak için yeterli bilgiye sahip değilim" diyenlere göre ilçe merkezine daha az sıklıkla gittikleri görülmüştür. Tarımsal konularda başkasının görüşlerine başvurma değişkeni bakımından yapılan Tukey çoklu karşılaştırmasında "Haberdarım ancak bunu uygulamak için yeterli bilgiye sahip değilim" diyen üreticiler, "Haberdarım ancak işletme koşullarım ve gelir durumum uygulama için elverişli değildir" diyen üreticilere oranla tarımsal konularda başkasının görüşüne daha sık başvurmaktadır. Diğer iletişim davranışları bakımından ise herhangi bir fark yoktur (Çizelge 4).

Çizelge 2. Yöneticilerin iletişim davranışları  
Table 2. Communication behaviors of farmers

	N	%		N	%
Gazete okuma sıklığı			İlçe merkezine gidiş sıklığı		
Her gün	147	52.9	Her gün	120	43.2
Haftada en az bir defa	62	22.3	Haftada 2-3 defa	52	18.7
Ayda en az ayda bir defa	1	0.3	Haftada 1 defa	70	25.2
Hiç	68	24.5	Ayda 2-3 defa	20	7.2
Toplam	278	100.0	Ayda 1 defa	6	2.1
Radyo dinleme sıklığı			Çok az	10	3.6
Günde 2-3 saat	77	27.7	Toplam	278	100.0
Haftada 2-3 saat	33	11.9	İl merkezine gidiş sıklığı		
Ayda 2-3 saat	6	2.1	Her gün	8	2.9
Çok az	162	58.3	Haftada 2-3 defa	21	7.5
Toplam	278	100.0	Haftada 1 defa	35	12.6
Televizyon izleme sıklığı			Ayda 2-3 defa	78	28.1
Günde 2-3 saat	266	95.7	Ayda bir defa	46	16.5
Haftada 2-3 saat	5	1.8	Çok az	90	32.4
Çok az	7	2.5	Toplam	278	100.0
Toplam	278	100.0	Teknik personelle görüşme sıklığı		
İnternette haberdar olma			Her gün	17	6.1
Evet	205	73.7	Haftada 2-3 defa	19	6.8
Hayır	73	26.3	Haftada 1 defa	13	4.7
Toplam	278	100.0	Ayda 2-3 defa	37	13.3
İnternet kullanım sıklığı			Ayda 1 defa	20	7.2
Günde 2-3 saat	92	33.1	Çok az	172	61.9
Haftada 2-3 saat	7	2.5	Toplam	278	100.0
Ayda 2-3 saat	6	2.2	Tarımla ilgili eğitim, seminer, konferanslara katılma		
Hiç	173	62.2	Hiç	217	78.1
Toplam	278	100.0	Birçok kez	17	6.1
Tarımla ilgili başkalarına danışma			Birkaç kez	44	15.8
Hiç	55	19.8	Toplam	278	100.0
Her zaman	108	38.8			
Bazen	115	41.4			
Toplam	278	100.0			

Çizelge 3. Silaj yapmama nedenlerinin sosyo-ekonomik özellikler bakımından karşılaştırılması  
Table 3. Comparison of the reasons for not ensilaging by socio-economic characteristics

	F	P
Büyükbaş hayvan sayısı	6.375	0.001
Gelir düzeyi	3.883	0.010
Üreticinin yaşı	3.189	0.024
Tarımsal yatırımlar için orta veya uzun vadeli kredi kullanma	2.126	0.097
Tarımsal deneyim	1.973	0.118
Sosyal güvenlik durumu	1.724	0.162
Girdiler için kredi kullanma durumu	1.551	0.202
Kooperatif üyeliği	0.751	0.523
Mülk arazi genişliği	0.627	0.598
Üreticinin ilköğretim üzeri eğitim alma durumu	0.420	0.739
Ailenin köy yönetimine katılımı	0.174	0.914

Çizelge 4. Silaj yapmama nedenlerinin iletişim davranışları bakımından karşılaştırılması  
Table 4. Comparisons of the reasons for not ensilaging by communication behaviors.

	F	P
Radyo dinleme sıklığı	4.967	0.002
İlçe merkezine gidiş sıklığı	4.390	0.005
Tarımsal konularda başkalarının görüşüne başvurma	3.301	0.021
İnternette haberdar olma	2.324	0.075
Gazete okuma sıklığı	2.198	0.089
Televizyon izleme sıklığı	1.462	0.225
Tarım teşkilatındaki teknik elemanlarla görüşme sıklığı	0.401	0.753
İl merkezine gidiş sıklığı	0.335	0.800
İnternet kullanma sıklığı	0.330	0.804

### 3.4. Hayvan yetiştiriciliği ve kaba yem teminiyle ilgili temel çıkarımlar

Bölgede büyükbaş hayvan sayısı azalma eğiliminde olup, anket yapılan işletmelerin %80.6'sı bu doğrultuda görüş bildirmiştir. Hayvan sayısındaki azalmanın en önemli nedeni ise yem fiyatının yüksek olmasıdır. Girdi fiyatlarının yüksek olması, daha düşük fiyattan girdi teminini ya da üretilen ürünlerin daha yüksek fiyattan pazarlanmasını zorunlu kılmaktadır. Çayır otundan silaj yapım tekniği, gerek kurutma zorlukları nedeniyle yaşanan kayıpları azaltması, gerekse çiftçilerin kuru ota olan bağımlılıklarını azaltması bakımından kaba yem teminini kolaylaştıracaktır. Çayır otu silajı bölgede hayvan sayısının azalmasını önleyebilecek etmenlerden biri olarak görülebilir. Bu nedenle üreticiler arasında yayılması ve benimsenmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Hayvancılık yapan işletmelerin, kendi arazisinden kaba yem temin ederken karşılaştıkları en büyük güçlük otun kurutulmasıdır. Bölgenin iklim özelliklerinden kaynaklanan bu güçlük, hem iş gücü kullanımını artırmakta hem de yemin kalitesini düşürmektedir. Çayır otundan silaj yapılması, işletmelere iş gücü tasarrufu sağlamak ve yemin kalitesini artırmak açısından da önemlidir.

Çayır otundan silaj yapımı teknolojisinden haberdar olan üreticiler, diğer üreticilere oranla daha fazla hayvana ve daha yüksek gelire sahiptir. Diğer taraftan yaş itibarıyla diğer üreticilere göre daha yaşlı kişilerdir. Bu bağlamda mevcut teknolojinin kırsal alana yayılması ve benimsenmesi için yapılacak çalışmalarda hedef kitle olarak büyükbaş hayvan sayısı fazla, gelir düzeyi yüksek ve hayvan yetiştiriciliği açısından daha deneyimli üreticilerin seçilmesi yararlı olacaktır.

İletişim davranışları bakımından çayır otundan silaj yapımı teknolojisinden haberdar olmayan üreticilerin, diğer üreticilere oranla radyoyu daha az sıklıkla dinledikleri ve ilçe merkezine daha az sıklıkla gittikleri görülmektedir. Yine çayır otu silajından haberdar olup da uygulama için yeterli bilgiye sahip olmayan üreticiler, çayır otu silajından haberdar olup ancak işletme koşulları ve gelir düzeyi nedeniyle uygulamayı yapamayan üreticilere oranla tarımsal konularda başkalarının görüşüne daha sık başvurmaktadır. Bu bulgulardan radyonun, tarımsal yeniliklerin benimsenmesi sürecinin özellikle haberdar olma

evresinde hala yaygın bir şekilde kullanılacağı anlaşılmaktadır. Yine kırsal alanda tarımsal konularla ilgili eğitim ve yayım etkinliklerinin düzenlenmesi, uzmanların üreticilerle görüşme sıklıklarının artırılması ve bilgi alışverişinin sağlanması da son derece önemli olacaktır.

Araştırmada anket uygulamaları sırasında genç nüfusun tarımla ve özellikle hayvancılıkla uğraşma isteğinin çok düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun hayvancılığın bölge koşulları gereği çok fazla iş gücüne ihtiyaç duyması ve ekonomik getirisinin düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan ailedeki yaşlılar da kendi çocuklarının tarımla uğraşmasını istememektedir. Bu bağlamda bölgede hayvancılığın genç nüfusa sevdirmesi ve cazip bir uğraş haline getirilmesi için makro ve bölgesel düzeyde bazı önlemlerin alınması gerekmektedir.

## 4. Sonuç ve Öneriler

Doğu Karadeniz Bölgesi sahil şeridinde biçilen çayır otundan silaj yapılmasına yönelik üreticilerin benimseme davranışlarının incelendiği araştırmada, işletmelerin sahip oldukları kıt arazide bitkisel ve hayvansal üretimi birlikte yapan küçük ölçekli işletmeler oldukları ortaya konulmuştur. Araştırmada, işletmelerde ciddi düzeyde iş gücü yetersizliğiyle birlikte, hayvan besleme konusunda temel teknik bilgi eksikliklerinin var olduğu saptanmıştır. Söz konusu sorunların küçük işletmelerde daha büyük sorunlar yarattığı görülmüştür. İnceleme alanında yer alan mera ve otlakların kullanımında var olan sorunlar da dikkate alındığında, işletmelerin sosyal ve ekonomik anlamda sürdürülebilirliği her geçen gün azalmaktadır. Dolayısıyla araştırma alanında faaliyet gösteren hayvan işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğinin artırılabilmesi, öncelikle elde ettikleri gelirlerinin yeter geliri işletme büyüklüğünün üzerine çıkarılmasına bağlıdır. Bu bağlamda temel masraf kalemi olan yem giderlerini azaltmak için, çayır otunun silaj yapılarak kullanılması büyük önem taşımaktadır.

Araştırma sonuçları çayır otunun kurutulması yerine, silaj yapılarak hayvan beslenmesinde kullanılmasının daha yararlı olacağını göstermiştir. Bu uygulama üreticilerin değer yargılarına

da ters düşmemektedir. Çayır otundan silaj yapılması, otun kurutulması işleminden teknik olarak daha kolaydır. Çayır otu silajının faydaları, yapılan araştırma ve denemelerle kanıtlanmış olduğundan, üreticiler tarafından benimsenmesi ve yayılması konusunda bir sorun yaşanmayacağı öngörülmektedir.

İnceleme alanında faaliyet gösteren işletmelerin silaj yapımı için ihtiyaç duyulan yatırımı kendilerinin sağlamaları durumunda bile, mevcut gelirlerini ve hayvan refahını artırabilmeleri mümkündür. Yatırım yapma noktasında sıkıntı yaşayabilecek küçük işletmelerin ise, ilgili ekipmanları kiralama yoluyla silaj yapmaları gelirlerini artırabilecektir. İşletmelerin kooperatifleşme veya diğer örgütlenme biçimleri yardımıyla güçlerini bir araya getirmesi ise, silaj yapımının üreticiler üzerinde oluşturacağı pozitif etkiyi daha da artırabilecektir. Fakat bölgede üretici örgütlerine olan ilginin fazla olduğu söylenemez. Bunun nedeni, üreticilerin bugüne kadar söz konusu örgütlerden önemli bir yarar sağlamadıklarını düşünmeleridir. Yeni bir kooperatif kurulması ya da hayvancılıkla ilgili faal olmayan birliklerin etkinleştirilmesi sorunun çözümüne yardımcı olabilecektir. Örgütlenme sayesinde, silaj yapımı için ihtiyaç duyulan ekipmanlar üreticiler tarafından satın alınabileceği gibi kooperatiften kiralınması da söz konusu olabilecektir. Bu durumda ekipmanların, kullanım açısından bir defalığına da olsa bölgedeki istekli birkaç genç üreticiye gelir sağlaması ve bölge hayvancılığına katkı sağlaması mümkün olabilecektir. Böylece iş gücü sorunu yaşamadan daha ucuza kaliteli kaba yeme kavuşan bölge üreticisinin, girdiler konusunda dışarıya bağımlılığı azalacak ve zamanla refahı artacaktır. Aynı zamanda üreticiler, özellikle iklimsel nedenlerden dolayı yaşadıkları ot kurutma zahmetinden kurtularak, biçtikleri otları daha etkin kullanabileceklerdir.

Araştırma sonuçları, incelenen üreticilerin çoğunluğunun araştırma sırasında haberdar oldukları çayır otundan silaj yapılmasına karşı olumlu tutum sergilediklerini göstermiştir. Ancak üreticilerin bu konuda teknik bilgiye ihtiyaçlarının bulunduğunu belirtmek gerekir. Sadece silaj yapımında değil, aynı zamanda hayvan besleme konusunda da ihtiyaç duyulan teknik bilgilerin üreticilere aktarılması için, eğitim programı ve yayım çalışmalarının planlanarak uygulamaya konulması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle öncelikle silaj yapımı ve hayvan besleme konularında sadece Tarım ve Orman Bakanlığı İl ve İlçe Müdürlükleri bünyesindeki teknik elemanların değil, aynı zamanda serbest veteriner hekimlerin de eğitime tabi tutularak eğitim programlarının etkin bir şekilde yürütülmesi sağlanmalıdır. Teknik elemanların eğitimi, inceleme alanında çeşitli nedenlerle ortaya çıkmış güven kaybı problemini bir ölçüde ortadan kaldıracaktır. Eğitim ve yayım çalışmalarına, özellikle hayvan sayısı fazla olan ekonomik ve teknik kapasite açısından silaj yapımına daha yatkın önder üreticilerle başlanması çayır

otu silajının benimsenmesini hızlandırabilecektir. Çayır otu silajıyla ilgili olarak yapılacak eğitim çalışmalarının, uygulamalı olması ve hayvan besleme ile ilgili teknik bilgilerle desteklenmesi benimseme ve yayılmayı hızlandırabilecektir.

Gerçekleştirilecek eğitim ve yayım çalışmalarından üreticilerin tamamının haberdar olmalarını sağlamak için, başlangıçta televizyon gibi kitle iletişim araçlarının kullanılması büyük yarar sağlayacaktır. Ancak, sonraki aşamada silaj yapımından haberdar olan üreticilerin, ilgi duymaları halinde teknik bilgi düzeyini artıracak kaynakların hayata geçirilmesi büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde benimseme ve yayılma süreci yavaşlayacaktır. Bu noktada grup veya bireysel yayım yöntemlerinin kullanımı daha olumlu sonuç verecektir. Ayrıca Tarım ve Orman İl ve İlçe Müdürlüklerinde, istenildiğinde silaj yapımı konusunda başvurulabilecek teknik elemanlar ile profesyonellerle hazırlanmış broşür ve kitapçık gibi dokümanlar bulunmalıdır.

İnceleme alanında mera ve otlakların kullanımıyla ilgili üreticiler arasında sorunlar yaşanmaktadır. Bölgedeki mera ve otlaklardan herkes eşit yararlanmadığı gibi, yapılaşma nedeniyle bu alanların amaç dışı kullanımı önemli boyutlardadır. Mera ve otlaklardan herkesin eşit faydalanabilmesi için, belediyelerin gereken önlemleri alması ve uygunsuz yapılaşma ve çayır otu kullanımını engelleyen uygulamaların önüne geçilmesi gerekir. İşletmelerde hayvan sayısı fazla olan üreticilerin çayır otu silajından haberdar oldukları, ancak bu üreticilerin uygulama için yeterli bilgiye sahip olmadıkları ya da bu uygulamanın yararlı olacağını düşünmedikleri görülmektedir. Aynı şekilde yaşlı üreticilerin de silaj uygulamasından haberdar olmalarına rağmen, işletme koşulları uygun olmadığından böyle bir uygulamaya başvurma olasılıklarının olmadığı anlaşılmaktadır. Söz konusu sorunların çözümü, bölgede hayvancılığın gelişmesine ve hayvancılık işletmelerinin ekonomik anlamda sürdürülebilirliğine olumlu katkı sağlayacaktır.

## Kaynaklar

- Aktaş, Y., Işgın, T., Kara, F.Ö., Karaduman, T., 2005. An analysis of the adoption and diffusion of cumin growing in Şanlıurfa and its contributions to the theory and practice. 17.th European Seminar on Extension Education, İzmir, 343-349.
- Boahene, K., Snijder, T.A.B., Folmer, H., 1999. An integrated socioeconomic analysis of innovation adoption: The case of hybrid cocoa in Ghana. Journal of Policy Modeling, 21(2), 167-184.
- Boz, İ., Akbay, C., 2005. Factors influencing the adoption of maize in Kahramanmaraş Province of Turkey, Agricultural Economics, 33, 431-440.
- Boz, İ., Akbay, C., Baş, S., Budak, D.B., 2011. Adoption of innovations and best management practices among dairy farmers in the Eastern

- Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(2), 251-261.
- Boz I., Yildirim Ç., Turkten, H., 2016. Adoption and diffusion of grass silage in Trabzon province of Turkey. *Advances in Ecological and Environmental Research* 1(1), 1-13.
- Budak, D.B., Boz, I., Akbay, C., Baş, S., 2012. Factors influencing selected innovations and best management practices among sheep farmers in the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 11(10), 1713-1718.
- Carvalho, J.N., Pires, A.J.V., Veloso, C.M., Silva, F.F., Reis, R.A., Carvalho, G.G.P., 2010. Apparent digestibility of diet with elephant grass ensiled with different additives. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62(4), 889-897.
- Castro, G.H.F., Rodriges, N.M., Goncalves, L.C., Mauricio, R.M., 2010. Productivity, agronomical and nutritional traits of Tanzânia grass cut on five different ages. *Arquivo Brasileiro De Medicina Veterinária Zootecnia*, 62(3), 654-666.
- Cinemre, H.A., Kılıç, O., 2015. Tarım Ekonomisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:11, Beşinci Baskı, 179s, Samsun.
- Çiçek, H., Cevger, Y., Tandoğan, M., 2008. Socio-economic factors affecting the level of adoption of innovations in dairy cattle enterprises. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 55, 183-187.
- Eryılmaz, G.A., Kılıç, O., Boz, İ., Kaynakçı, C., 2020. Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Tarımsal Yeniliklerin Benimsenmesi ve Bilgi Kaynakları Yönünden Değerlendirilmesi: Samsun İli Bafra ve Canik İlçeleri Örneği. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 1361-1369.
- Garipoğlu, A.V., 2014. Süt sığırlarının beslenmesinde alternatif kaba yem kaynakları. <https://docplayer.biz.tr/9931995-Sut-sigirlarinin-beslenmesinde-alternatif-kaba-yem-kaynaklari.html>, (Erişim tarihi: 2 Temmuz 2020).
- Garipoğlu, A.V., 2015. Silaj Yapımı. [http://alivaizgaripoglu.com/wp-content/uploads/2015/03/silaj\\_yapimi.ppt](http://alivaizgaripoglu.com/wp-content/uploads/2015/03/silaj_yapimi.ppt), (Erişim tarihi: 2 Temmuz 2020).
- Gebremedhin, B., Ahmed, M. M., Ehui, S. K., 2003. Determinants of adoption of improved forage technologies in crop-livestock mixed systems: Evidence from the highlands of Ethiopia. *Tropical Grasslands*. 37(4), 262-273.
- Gillespie, J., Kim, S.A., Paudel, K., 2007. Why don't producers adopt best management practices? An analysis of the beef cattle industry. *Agricultural Economics*, 36, 89-102.
- Genever, L., 2013. Making grass silage for better returns. *Beef And Sheep BRB Manual 5*, <http://beefandlamb.ahdb.org.uk/wp/wp-content/uploads/2015/10/BRP-Making-grass-silage-for-better-returns-manual-5-160915.pdf>, (Erişim tarihi: 2 Temmuz 2020).
- Güven, İ., 2011. Gladiçya Meyvesinin Çayırtozu Silajında Kullanımı. Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 91s, Kahramanmaraş.
- Johnson, R.J., Doye, D., Lalman, D.L., Peel, D.S., Raper, K.C., Chung, C., 2010. Factors affecting adoption of recommended management practices in stocker cattle production. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 42(1), 15-30.
- Kim, S., Gillespie, J.M., Paudel, K.P., 2005. The effect of socioeconomic factors on the adoption of best management practices in beef cattle production, *Journal of Water and Soil Conservation*, 60(3), 111-120.
- Rogers, E.M., Pitzer, R.L., 1960. The adoption of irrigation by Ohio farmers, *Research Bulletin 851*, Ohio Agricultural Experiment Station, Wooster, Ohio.
- Rogers, E.M., Shocmaker, F.F., 1971. *Communication of innovations: A cross-cultural approach*, Free Press, New York.
- Rogers, E.M., 1995. *Diffusion of innovations*. The free press, A division of Simon & Schuster Inc. 1230 Avenue of the Americas, New York.
- Ryan, B., Gross, N.C., 1943, The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities. *Rural Sociology*, 8 (1), 15.
- Sezgin, A., 2008. Erzurum İlinde uygulanan hayvancılığa yönelik çiftçi eğitimi projelerinin karşılaştırmalı analizi. Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 156s, Erzurum.
- Tatlıdil, H., 1989. Yağmurlama sulama teknolojisinin yayılması ve benimsenmesi üzerine bir araştırma, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1157, Bilimsel Araştırma ve İncelemeler: 639*, Ankara.
- Türkyılmaz, M.K., Bardakcioglu, H.E., Nazligul, A., 2003. Aydın İli süt sığırcılık işletmelerinde yeniliklerin benimsenmesine etkili olan sosyo-ekonomik faktörler, *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 27, 1269-1275.
- Yamane, T., 2001. *Temel Örneklem Yöntemleri, Çevirenler: Alptekin Esin, Celal Aydın, M. Akif Bakır, Esen Gürbüzel*. Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Yildirim, C., Turkten, H., Boz, I., 2016. Adoption characteristics of livestock farmers and their attitudes to silage making from grass in interior coastal areas of Rize province, Turkey. *Custos e agronegocio on line* 12(2), 138.
- Yildirim, C., Turkten, H., Boz, I., 2017. Adoption characteristics of livestock farmers to making grass silage in Ordu province of Turkey, *Custos e agronegocio on line* 13(3), 172.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.768710

Bazı üzüm çeşitlerinde *in vitro* poliploidi uyarımı

Zeki Kara <sup>a</sup>, Kevser Yazar <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Konya, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [kyazar@selcuk.edu.tr](mailto:kyazar@selcuk.edu.tr)

Geliş/Received 13/07/2020

Kabul/Accepted 31/08/2020

ÖZET

Poliploidizasyon, kültür bitkilerinin üstün özelliklerinden önemli kayıp verilmeksizin genetik ilerleme sağlanması ve ıslah süresini kısaltması nedeniyle günümüzde sıklıkla tercih edilen bir ıslah yöntemidir. Bu çalışmada, sera koşullarında yetiştirilen Ekşi Kara, Gök Üzüm ve Trakya İlkeren (2x, *Vitis vinifera* L.) çeşitlerinin 2 yaşlı fidanlarından, aktif gelişme döneminde alınan tek boğum içeren mikro çelikler kullanılmıştır. Kimyasal mutagen olarak kullanılan kolhisin (10 mg L<sup>-1</sup>, 20 mg L<sup>-1</sup> ve 30 mg L<sup>-1</sup>), *in vitro* köklenme aşamasında otoklav sterilizasyonundan sonra, besin ortamı jel kıvamına gelmeden hemen önce filtre sterilizasyonu yapılarak MS ortamına ilave edilmiştir. Uygulamaların etkileri canlılık ve gelişme oranları, stoma sayısı ve boyutları, kloroplast sayımları ve flow sitometri (FC) analizleri ile incelenmiştir. Ekşi Kara, Gök Üzüm ve Trakya İlkeren çeşitlerinde kontrole göre stoma yoğunluğu değerlerinde en fazla azalış 10 mg L<sup>-1</sup> (sırasıyla % 48.90, % 46.75, % 50.97) uygulamasında belirlenmiştir. Stoma hücreleri kloroplast sayıları, kontrol Kyoho (4x) çeşidinde 38-40 adet aralığında değişim gösterirken, Ekşi Kara ve Gök Üzüm çeşitlerinde orijinal diploidlerine göre en belirgin artış 20 mg L<sup>-1</sup> kolhisin uygulamasında kaydedilmiştir. Dış koşullara alıştırmaya sonucunda canlılığı devam eden, kloroplast sayımlarında önemli farklılıklar belirlenen bitkiciklerde FC analizi yapılmıştır. Sınırlı sayıda örneklerle yapılan FC analizlerinde, genotiplerin ploidi seviyesinin değişmediği (2n=2x) belirlenmiştir. Çalışma sonucunda *in vitro* düzeyde dokuların kolhisin uygulamalarına daha çabuk yanıt verdiği ve başarılı bir sonuç alınması amacıyla sonraki çalışmalarda eksplant tipi, uygulama dozu ve alıştırmaya koşulları konularının önem arz ettiği anlaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler:  
Asma  
Islah  
Kimyasal mutagen  
Mitotik poliploidi  
Ototetraploidi

*In vitro* poliploidi induction in some grape cultivars

ABSTRACT

Polyplodization is a breeding method that is frequently preferred today because of the genetic improvement and shortens of the breeding period without significant loss of the superior characteristics of the cultivated plants. In this study, single node micro cuttings taken from the 2-year old seedlings of Ekşi Kara, Gök Üzüm and Trakya İlkeren (2x, *Vitis vinifera* L.) cultivars grown in greenhouse conditions were used. Colchicine (10 mg L<sup>-1</sup>, 20 mg L<sup>-1</sup> and 30 mg L<sup>-1</sup>) which are used as chemical mutagen, was added to the MS medium after autoclave sterilization *in vitro* rooting, before the nutrient medium reached gel consistency. The effects of applications were investigated by viability and development rates, number and size of stomata, chloroplast counts and flow cytometry (FC) analysis. In Ekşi Kara, Gök Üzüm and Trakya İlkeren cultivars, the maximum decrease in stoma density values were determined in the 10 mg L<sup>-1</sup> application (48.90%, 46.75%, 50.97% respectively). Stoma cells chloroplast counts varied in the control Kyoho (4x) cultivar in the range of 38-40, while the most significant increase in Ekşi Kara and Gök Üzüm cultivars compared to the original diploids was recorded in the 20 mg L<sup>-1</sup> colchicine application. FC analysis was carried out in plantlets whose vitality was maintained after acclimatization and significant differences were determined in chloroplast counts. In FC analyzes with a limited number of samples, it was determined that the ploidy level of the genotypes did not change (2n = 2x). As a result of the study, it was understood that *in vitro* tissues respond to the applications of colchicine more and to get a successful result, type of explant, application dose and conditions are important in further studies.

Keywords:  
Grapevine  
Breeding  
Chemical mutagen,  
Mitotic polyploidy  
Autotetraploidy

© OMU ANAJAS 2020



## 1. Giriş

Asma dünyada yetiştiriciliği yapılan en önemli bitki türlerinden birisidir. Global olarak 77.8 milyon ton üzüm üretiminin %36'sı sofralıktır (OIV, 2017b). Üretim bakımından önde gelen ülkeler arasında yer alan Türkiye'de ise toplam üretimin yaklaşık %50'si sofralık olarak değerlendirilmektedir (TÜİK, 2018). Ülkemizin mevcut pazarda yerinin korunması ve geliştirilmesi, tüketici ve pazar talepleri doğrultusunda yerli ve yöresel üzüm çeşitlerimizin özelliklerinin geliştirilmesi gerekmektedir.

Poliploidi, hücre çekirdeğinin ikiden fazla tam kromozom takımına sahip olması olarak tanımlanmaktadır. Bitkilere büyük bir adaptasyon ve türleşme mekanizması sağlaması nedeniyle (Ramsey ve Schemske, 1998) birçok türde çeşitli fiziksel ve kimyasal antimetabolitlerle yapay olarak teşvik edilmektedir. Kolhisin, mitoz bölünmenin metafaz aşamasında iğ iplikciklerinin gelişimini engelleyerek genom düzeyinde katlama sağlamak üzere kullanılmaktadır (Ramsey ve Schemske, 1998; Planchais ve ark., 2000). Yapılan çalışmalarda, allopoliploidi ve otopoliploidinin her ikisinin de doğada yaygın olmalarıyla birlikte çoğu poliploid türün allopoloid orijinlere sahip olduğu gösterilmiştir (Ramsey ve Schemske, 1998). Ploidinin kesin etkileri, somatik kromozom katlamasıyla elde edilen, donör bitkilerden sadece genom büyüklüğü bakımından farklılık gösteren otopoliploidlerde belirlenebilmektedir (Cohen ve ark., 2013). Poliploidi asma ıslahından 1937'den beri kullanılmakta ve son yıllarda ilgi giderek artmaktadır (Olmo, 1937). Japonya'da 1945'te ıslah edilen (Kunter ve Karataş, 2011; Yamada ve Sato, 2016) 'Kyoho', Çin başta olmak üzere global olarak en büyük bağ alanına sahip poliploid çeşittir (OIV, 2017a).

Poliploidizasyona yönelik ıslah çalışmalarında *in vitro*, kromozom katlama uygulamalarının yapılabileceği kontrollü bir ortam sağlamakta ve saf poliploidlerle miksploidlerin ayırt edilmesinde kullanılmaktadır (Chen ve Gao, 2007; Aleza ve ark., 2009). Önceki çalışmalarda, poliploidi uyarımı için uygulama dozu, süresi, doku tipi ve uygulama yöntemleri bakımından etkinlik farklılıkları (Acanda ve ark., 2013; Xie ve ark., 2015; Ekbiç ve Tangolar, 2016) ve geleneksel ıslah çalışmalarına alternatif olarak, kültür çeşitlerinde iyileşmeler sağlandığı bildirilmektedir (Notsuka ve ark., 2000; Yamada ve Sato, 2016).

'Ekşi Kara' ve 'Gök Üzüm', Orta Toroslarda ekolojide iyi uyum sağlamaları nedeniyle yoğun olarak yetiştirilen geleneksel üzüm çeşitleridir. Ekşi Kara çeşidinin tozlayıcı ihtiyacının (Kara ve ark., 2017) ve meyve kalitesinin iyileştirilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada *in vitro* koşullarda, kolhisin uygulamalarının farklı üzüm çeşitlerinde poliploidiye etkileri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Bitkisel materyal

Çalışmada, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesinde klon seleksiyonu ile seçilmiş otokton Ekşi Kara ve Gök Üzüm çeşitleri ile Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsünden temin edilen Trakya İlkeren üzüm çeşitleri kullanılmıştır. Uygulamalar sonrasında bitkiciklerin, stoma hücrelerindeki kloroplast sayıları tetraploid (4X) 'Kyoho' ile karşılaştırılmıştır (Yamada ve Sato, 2016). Ekşi Kara ve Gök Üzüm, Konya-Karaman illeri ve Orta Toroslara iyi adapte olmuş, yörede en çok yetiştirilen çeşitler konumundadırlar. Her iki çeşit de sofralık, kurutmalık olarak değerlendirilmektedir (Kara ve ark., 2017). Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü tarafından ıslah edilen 'Trakya İlkeren', erkenci bölgelerimizin yanısıra, Orta Toroslarda kısa vejetasyonlu bağ alanlarında da başarılı olabilmektedir (Kara ve Demirhan, 2005).

### 2.2 Kimyasal mutagen kolhisin uygulamaları

Sera koşullarında yetiştirilen 2 yaşlı fidanlardan uygun materyal elde etmek amacıyla, aktif gelişme döneminde eksplant alınmış (Gray ve Benton, 1991; Di Genova ve ark., 2014) ve tek boğumlu mikro çelikler hazırlanmıştır. Yüze sterilizasyonu (dikey hava akışlı steril kabinde), mikro çeliklerin %70'lik etanol içinde 2 dakika ve sonrasında %12'lik sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisinde 15 dakika süreyle bekletilmesi ve ardından 3 kez steril saf su ile çalkalanmasıyla tamamlanmıştır. Mikro çelikler yüze sterilizasyonundan sonra Murashige Skoog (MS) ortamı (% 3 sükröz, % 0.7 agar) içeren kavanozlara yerleştirilmiştir (Murashige ve Skoog, 1962). Başlangıç ve sürgün oluşturma aşamalarında ortama, Trakya İlkeren çeşidinde 1 mg L<sup>-1</sup>, Ekşi Kara ve Gök Üzüm çeşitlerinde 0.8 mg L<sup>-1</sup> BAP, köklendirme aşamasında ise tüm çeşitler için 1 mg L<sup>-1</sup> IBA eklenmiş, eksplantlarda bakteri oluşumunu engellemek için, 0.25 mg L<sup>-1</sup> dozunda geniş spektrumlu antibiyotik (Sefür) ilave edilmiştir (Mbah ve Wakil, 2012). Kültür ortamındaki eksplantlar, iklim odasında (25±1°C) 3000 lüks m<sup>-2</sup> aydınlatma şiddetinde ışık kaynağı olan raflara konularak, 16 saat aydınlık 8 saat karanlık foto periyotta geliştirilmiştir (Notsuka ve ark., 2000). Poliploidinin uyarılması amacıyla kolhisin (Sigma-Aldrich, 10 mg L<sup>-1</sup>, 20 mg L<sup>-1</sup> ve 30 mg L<sup>-1</sup>) %1 Dimetilsülfoksit (DMSO) içerisinde çözülerek, köklenme aşamasında otoklav sterilizasyonundan (121 °C'de 15 dk) sonra besin ortamı jel kıvamına gelmeden hemen önce 0.2 mikrometre çapında filtre (Sartorius Minisart NML) ile sterilize edilerek ilave edilmiştir. Eksplantlara, köklendirme aşamasında 4 hafta süre ile kolhisin uygulaması yapılmıştır. Bu süre sonunda, köklenerek gelişmesine devam eden bitkiciklerin, kök bölgeleri ılık suda temizlenerek fungusla muamele edilmiş ve eşit oranda steril torf ve perlit ile hazırlanmış harç bulunan

polietilen kaplara dikilmişlerdir. Dış ortama alışan bitkiler daha sonra sera koşullarına aktarılmıştır.

### 2.3 Ploidi düzeyinin belirlenmesi

#### 2.3.1 Canlılık oranı (%)

Köklendirme aşamasında kolhisin uygulaması yapılmış mikro çeliklerde canlılık oranı, canlılığı devam eden mikro çeliklerin aktarılan mikro çeliklere oranlanması ile (%) belirlenmiştir (Tepe ve ark., 2002; Sinski ve ark., 2014).

#### 2.3.2 Gelişme oranı (%)

Kolhisin uygulanan mikro çeliklerde gelişme oranı, sürgün oluşturan ve köklenerek gelişmesine devam eden mikro çeliklerin, canlı mikro çeliklere oranlanması ile (%) belirlenmiştir (Tepe ve ark., 2002; Sinski ve ark., 2014).

#### 2.3.3 Stoma yoğunluğu (adet mm<sup>-2</sup>), stoma genişliği (µm), stoma uzunluğu (µm) gözlemleri

Uygulama yapılan bitkilerin yaprak epidermal izleri uygulama yapıldıktan sonra gelişen sürgünlerde aklimitezasyon sırasında alınan yaprağın alt tarafında incelenmiştir. Üç farklı bölgeye şeffaf oje sürülmesiyle alt epidermis sıyrılıp alınarak lam üzerine yerleştirilmiş ve stoma sayısı, genişliği ve uzunluğu, ×400 mikroskopla tespit edilmiştir (Moghbel ve ark., 2015).

#### 2.3.4 Kloroplast sayımı (adet stoma<sup>-1</sup>)

Uygulamalar sonrasında canlılığı devam eden ve aklimitezasyona alınmış bitkilerin hepsinde stoma bekçi hücrelerinde kloroplast sayısı değişimleri incelenmiştir. Stoma örneği için alınan yaprak örneklerinde yaprak kesitlerinin, Carnoy solüsyonunda (3 kısım etil alkol: 1 kısım glasiyal asetik asit) rengi açılmıştır. Solüsyondan çıkartılan yaprak kesitleri 2-5 dakika steril suda bekletilmiş ve ardından 30 saniye %1'lik I-KI ile boyanmıştır. Her örnekte 30 adet stoma da kloroplast sayımı yapılmıştır. Kloroplast sayıları ×400 mikroskopta tespit edilmiş (Yuan ve ark., 2009), diploid ebeveynleri ve tetraploid (4x) 'Kyoho' üzüm çeşidi ile karşılaştırılmıştır.

#### 2.3.5 Flow sitometri (FC) analizi

Her uygulama için taze yaprak örneklerinden (3-4 haftalık) kesitler alınarak 0.5 cm<sup>2</sup> büyüklüğündeki petri kabına yerleştirilmiş ve 500 µL izolasyon buffer (Partec-Nuclei Extraction Buffer) ilave edilerek yaprak dokusu jilet ile küçük parçalara ayrılmıştır. Petri kabındaki örnekler 10-15 saniye süreyle çalkalanmış ve Partec- CellTrics 30 µm- green filtre ile süzülerek tüp içerisine (Partec-Sample Tubes, 3.5 ml, 55x12 mm)

aktarılmıştır. Tüplere 1600 µL boyama solüsyonu [Partec-DAPİ (4,6 diamidino-2-phenylinole) Staining Buffer] ilave edilerek ışık izolasyonu olan bir ortamda 5 dakika bekletilmiştir. Sonrasında örnekler FC cihazında analiz edilmiştir (Tuna, 2014).

#### 2.3.6 İstatistiksel analiz

Deneme, tesadüf parselleri deneme deseninde, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 20 adet mikro çelik olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Uygulamaların etkileri SPSS 22 istatistik programında Duncan çoklu karşılaştırma testi ile p<0.05 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır (Yue ve ark., 2017).

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Canlılık oranı (%)

Kolhisin uygulamalarının mikro çeliklerde canlılık oranlarına (%) etkisi önemli (p<0.05) bulunmuştur (Çizelge 1). Ekşi Kara, Trakya İlkeren ve Gök Üzüm çeşitlerinde kolhisin uygulamalarındaki doz artışı ile ters orantılı olarak mikro çeliklerin canlılık oranları azalmıştır. Tüm çeşitlerde en düşük canlılık oranları 30 mg L<sup>-1</sup> kolhisin uygulamasında kaydedilmiştir. Ekşi Kara üzüm çeşidinde kontrolde canlılık oranı % 89.48 iken en düşük canlılık oranı 30 mg L<sup>-1</sup> kolhisin uygulamasında (% 45.67) tespit edilmiştir. Çalışmada Trakya İlkeren çeşidi *in vitro* koşullara diğer iki çeşide oranla daha yüksek hassasiyet göstermesi sebebiyle kolhisinin toksik etkisinden daha çok etkilenmiş, canlılık oranları daha düşük düzeylerde kalmıştır.

*In vitro* koşullarda yapılan poliploidi çalışmalarında kimyasal antimitotik ile düşük konsantrasyonlarda ya da daha kısa sürelerle uygulama yapılması ile canlılık oranlarında azalma görülmemekte fakat genom katlanma frekansı düşmektedir (Väinölä, 2000; Xie ve ark., 2015). Acanda ve ark. (2013), tarafından kolhisin doz artışıyla kallus yüzeyindeki embriyonik hücrelerin, antimitotik ajana daha çok maruz kalması nedeniyle embriyonik potansiyelin, canlılık oranlarına göre daha fazla düşüş gösterdiği bildirilmiştir. Yang ve ark. (2006), benzer şekilde, kolhisin doz ve uygulama süresi artışına paralel olarak embriyo canlılık oranlarının azaldığını, en düşük canlılığın (%26) 20 mg L<sup>-1</sup> uygulamasından alındığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda kolhisinin köklenme aşamasında ortama ilave edilmesiyle, kolhisine maruz kalma süresi uzatılmış, bu sebeple canlılık değerlerinde kontrole göre önemli oranda azalış gözlenmekle birlikte literatürle benzerlik tespit edilmiştir.

### 3.2 . Gelişme oranı (%)

Uygulanan kimyasal mutagenin doz artışına bağlı olarak mikro çeliklerin gelişme oranlarında önemli

( $p < 0.05$ ) azalma belirlenmiştir. Canlılık oranlarında olduğu gibi, tüm çeşitlerde  $30 \text{ mg L}^{-1}$  kolhisin uygulanan mikro çeliklerin gelişmeleri yavaşlamış, Ekşi Kara, Trakya İlkeren ve Gök Üzüm çeşitlerinde gelişme oranları sırasıyla % 32.00, % 35.78, % 35.15 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Kolhisin konsantrasyonu ve uygulama süresi kombinasyonları poliploidi başarısını etkileyen önemli faktörlerdir (Huy ve ark., 2019). Ancak, doz ve uygulama süresindeki artışla birlikte bitki

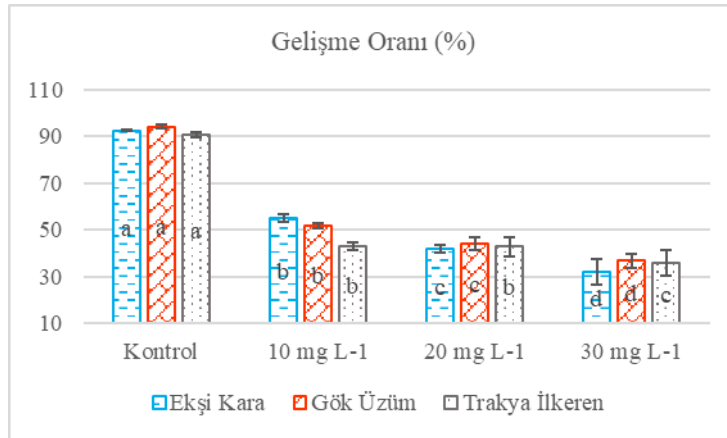
materyalinin canlılık ve gelişme oranları olumsuz yönde etkilenmektedir (Tepe ve ark., 2002; Sinski ve ark., 2014). Zhou ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, kolhisin uygulamalarının görülebilir ilk etkisi gelişmenin yavaşlaması olarak belirtilmiş ve kontrolde 3-4 gün olan gelişme başlangıcının kolhisin uygulamalarıyla 10-15. günlere kadar geciktiği bildirilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler önceki çalışmaları destekler niteliktedir.

Çizelge 1. Uygulamaların canlılık oranlarına (%) etkileri \*  
Table 1. Effects of applications on viability rate (%) \*

	Kültüre alınan mikro çelik sayısı	Ekşi Kara	Gök üzüm	Trakya İlkeren
Kontrol	60	89.48±1.78 a	93.67±1.53 a	84.76±0.67 a
10 mg L <sup>-1</sup>	60	63.49±2.17 b	74.48±2.81 b	56.00±3.61 b
20 mg L <sup>-1</sup>	60	52.05±3.63 c	52.60±2.16 c	42.00±2.00 c
30 mg L <sup>-1</sup>	60	45.67±2.08 d	46.43±3.12 d	37.92±2.79 c

\* Duncan çoklu karşılaştırma testine göre %5 düzeyinde farklılık gösteren gruplar aynı sütunda farklı harflerle ifade edilmiştir.

\* According to Duncan's multiple comparison test the groups differing at the level of 5% were expressed in different letters in the same column.



Şekil 1. Uygulamaların gelişme oranlarına (%) etkileri  
Figure 1. Effects of applications on growth rate (%)

### 3.3 . Stoma yoğunluğu (adet mm<sup>-2</sup>), stoma genişliği (µm), Stoma uzunluğu (µm) gözlemleri

Kolhisin uygulamaları sonucunda çeşitlerin yaprak stoma uzunluğu değerleri değişen oranlarda etkilenmiştir ( $p < 0.05$ ). Ekşi Kara ve Trakya İlkeren çeşitlerinde kontrole göre en yüksek stoma uzunluğu değeri  $20 \text{ mg L}^{-1}$  (sırasıyla  $25.55 \text{ µm}$ ,  $23.44 \text{ µm}$ ), Gök Üzüm çeşidinde ise  $10 \text{ mg L}^{-1}$  ( $28.88 \text{ µm}$ ) uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 2).

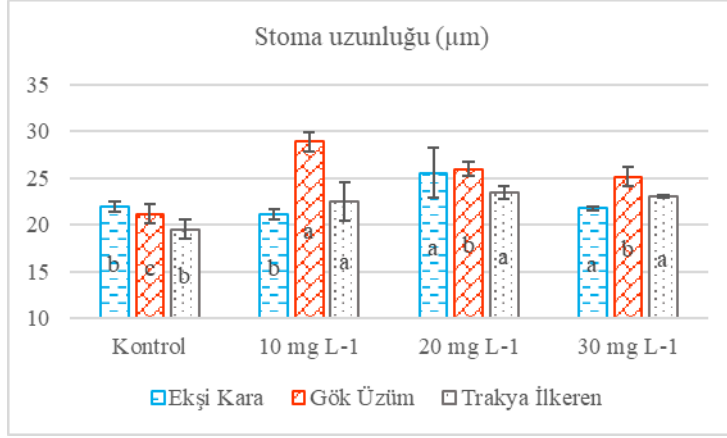
Stoma genişliği değerleri, stoma uzunluğu değerlerine benzer şekilde uygulama bazında aynı gruplarda artış göstermiştir. Gök Üzüm ve Trakya İlkeren çeşitlerinde stoma genişliği değerlerinde en fazla

değişim  $10 \text{ mg L}^{-1}$  (sırasıyla  $19.55 \text{ µm}$ ,  $18.11 \text{ µm}$ ), uygulamasında, Ekşi Kara çeşidinde ise  $20 \text{ mg L}^{-1}$  ( $22.56 \text{ µm}$ ) uygulamasında tespit edilmiştir (Şekil 3).

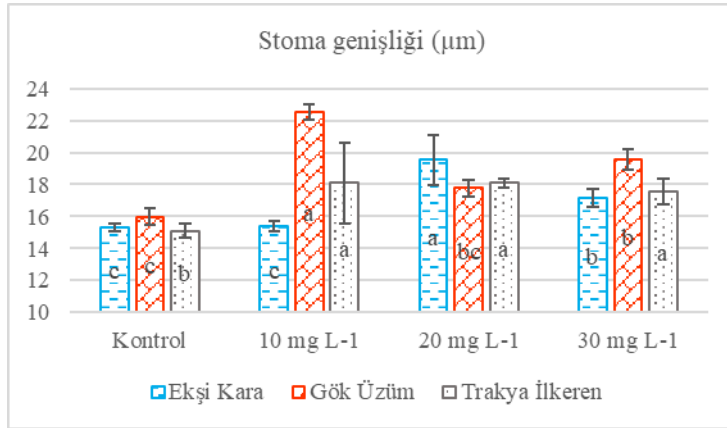
Kolhisin uygulaması ve kontrol örneklerde yapılan mikroskopik gözlemlerde stoma yoğunluğunun, stoma uzunluğu ve genişliği değerlerindeki artışa bağlı olarak azalış gösterdiği belirlenmiştir Ekşi Kara, Gök Üzüm ve Trakya İlkeren çeşitlerinde kontrole (sırasıyla  $420.29$ ,  $427.54$ ,  $427.54$  adet  $\text{mm}^{-2}$ ) göre stoma yoğunluğu değerlerinde en fazla azalış  $10 \text{ mg L}^{-1}$  (sırasıyla %  $48.90$ , %  $46.75$ , %  $50.97$ ) uygulamasında belirlenmiştir (Şekil 4).

Poliploidinin teşvik edildiği genotiplerde genel olarak birim yaprak alanına düşen stoma ve epidermal hücre sayısı azalırken stoma bekçi hücrelerinin uzunluğu ve genişliği artış göstermektedir (Yuan ve ark., 2009; Sattler ve ark., 2016). Sinski ve ark. (2014), 2x ve 4x kromozom sayısına sahip genotiplerde stoma boyutlarını belirlemişler ve tetraploid bitkilerin stoma

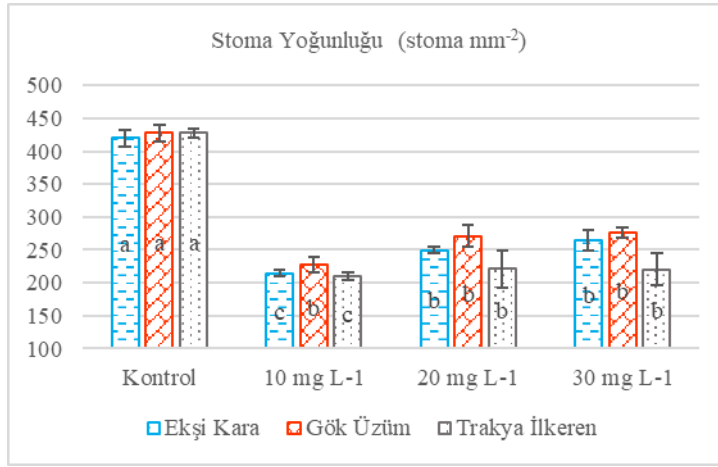
boyutlarında artışla birlikte birim alandaki stoma sayısında azalma meydana geldiğini bildirmişlerdir. Çalışmadan elde edilen veriler ploidi ile ilgili yapılan çalışmalarla benzer olup stoma boyutlarındaki artışa bağlı olarak yoğunluğunda azalışlar kaydedilmiştir.



Şekil 2. Uygulamaların stoma uzunluğu (µm) üzerine etkileri  
Figure 2. Effects of applications on stoma length (µm)



Şekil 3. Uygulamaların stoma genişliği (µm) üzerine etkileri  
Figure 3. Effects of applications on stoma width (µm)



Şekil 4. Uygulamaların stoma yoğunluğu (adet mm<sup>-2</sup>) üzerine etkileri  
Figure 4. Effects of applications on stomata density (adet mm<sup>-2</sup>)

#### 3.4 Kloroplast sayısı (adet stoma<sup>-1</sup>) sonuçları

Kolhisin uygulanan üzüm çeşitlerinin yaprak örneklerinde tespit edilen stoma hücrelerindeki kloroplast sayıları arasındaki farklılık önemli ( $p < 0.05$ ) bulunmuştur. Çalışmada kontrol 'Kyoho' (4x) stoma hücrelerinde kloroplast sayılarının 38-40, aralığında değiştiği tespit edilmiştir. Ekşi Kara, Gök Üzüm ve Trakya İlkeren çeşitlerinde kontrole göre (sırasıyla 19.76, 20.94, 19.28 adet stoma<sup>-1</sup>) en belirgin artış, Ekşi Kara çeşidinde 20 mg L<sup>-1</sup> (23.44 adet stoma<sup>-1</sup>), Gök Üzüm çeşidinde ise 10 mg L<sup>-1</sup> (24.91 adet stoma<sup>-1</sup>), 20 mg L<sup>-1</sup> (25.45 adet stoma<sup>-1</sup>) ve 30 mg L<sup>-1</sup> (24.41 adet stoma<sup>-1</sup>) uygulamalarında belirlenmiştir (Çizelge 2, Şekil 5). Stoma bekçi hücrelerindeki kloroplast gözlemlerinin, ploidi ön tespiti amacıyla sıklıkla kullanıldığı kolay, hızlı ve güvenilir sonuçlar verdiği bilinmektedir (Yang ve ark., 2006; Yuan ve ark., 2009). Xie ve ark. (2015) tarafından, in vitro koşullarda tetraploidinin uyarılması için protokol oluşturulmaya çalışılmış ve farklı eksplant kaynaklarının, kolhisin ve

orizalin ile muamelesinden sonra stoma verilerinin (stoma boyutu ve sayıları, bekçi hücrelerdeki kloroplast sayıları) ploidi seviyesi ile korelasyon gösterdiği kaydedilmiştir.

*In vitro* mikro çoğaltım sonrasında üretilen çoğu bitkinin dış koşullara alıştırma esnasında hayatta kalamadığı bilinmektedir (Ziv, 1995; Kumar ve Rao, 2012). Köklendirme aşamasında kullanılan hormon konsantrasyonu (Kumar ve Rao, 2012), kültür koşullarından kaynaklanan anormal yaprak anatomisi ve fizyolojisi bitkiciklerin sera koşullarına alıştırılmasını zorlaştıran nedenler arasında yer almaktadır (Dami ve Hughes, 1995; Torregrosa ve ark., 2001). Çalışmada köklendirme aşamasındaki bitkicikler, kültür koşullarına ek olarak uzun süreli kolhisin etkisine maruz kalmış ve dış koşullara alıştırma aşamasında canlılık oranlarının düşük olduğu gözlenmiştir. Bu sebeple, stoma boyutları ve kloroplast sayıları değerlendirilerek ploidi seviyesinin değiştiği düşünülen bitkiciklerin çoğunda flow sitometri analizi gerçekleştirilememiştir.

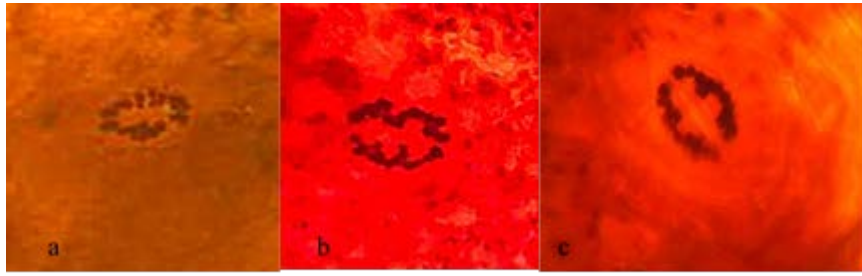
Çizelge 2. Uygulamaların kloroplast sayısı (adet stoma<sup>-1</sup>) üzerine etkileri\*

Table 2. Effects of applications on chloroplast number (adet stoma<sup>-1</sup>)\*

	Stoma Sayısı	Ekşi Kara		Gök Üzüm		Trakya İlkeren	
		Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık	Ortalama	Aralık
Kontrol	30	19.76±0.42b	18-20	20.94±0.48b	18-22	19.28±1.11a	18-20
10 mg L <sup>-1</sup>	30	22.95±0.47a	18-24	24.91±2.60a	18-38	20.33±1.53a	18-22
20 mg L <sup>-1</sup>	30	23.44±3.01a	18-38	25.45±2.24a	18-38	20.26±0.68a	18-22
30 mg L <sup>-1</sup>	30	21.58±2.74ab	18-22	24.41±1.31a	18-38	20.26±1.01a	18-22

\* Duncan çoklu karşılaştırma testine göre %5 düzeyinde farklılık gösteren gruplar aynı sütunda farklı harflerle ifade edilmiştir.

\* According to Duncan's multiple comparison test the groups differing at the level of 5% were expressed in different letters in the same column.



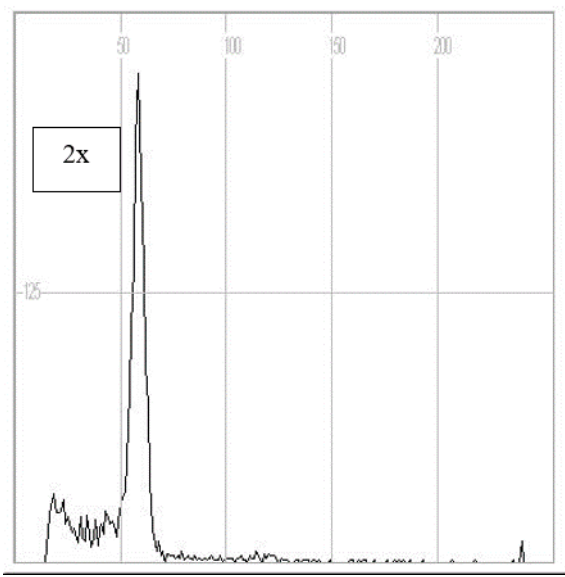
Şekil 5. 'Ekşi Kara' 20 mg L<sup>-1</sup>, stoma hücreleri kloroplast sayıları (38-40, x400), b. 'Gök Üzüm' 20 mg L<sup>-1</sup>, stoma hücreleri kloroplast sayıları ((38-40, x400), c. 'Kyoho' stoma bekçi hücreleri kloroplast sayıları (38-40,x1000)

Figure 5. a. The number of stomatal cells chloroplasts (38-40, x400) in 'Ekşi Kara' 20 mg L<sup>-1</sup>, b. The number of stomatal cells chloroplasts (38-40, x400) in 'Gök Üzüm' 20 mg L<sup>-1</sup>, b. Stomata guard cells of 'Kyoho' cv. (x1000)

### 3.5 Flow sitometri analiz sonuçları

Dış koşullara alıştırma sonucunda canlılığı devam eden bitkiciklerde, kloroplast sayımları temel alınarak FC analizi yapılmıştır. Sınırlı sayıda bitki örneğinde yapılan FC analizleri sonucunda, genotiplerin genom düzeyinde

katlanma olmadığı ( $2n=2x$ ) belirlenmiştir (Şekil 6). FC analizinin, çoğu bitki türünde poliploidi tespiti için kullanılan ve kromozom sayımına göre kolaylık sağlayan etkin bir yöntem olduğu (Prado ve ark., 2010; Xie ve ark., 2015; Sattler ve ark., 2016) bu çalışmayla da doğrulanmıştır.



Şekil 6. 'Ekşi Kara' 20 mg L<sup>-1</sup>, diploid bitkinin ( $2n=2x$ ) FC analiz sonucu  
Figure6. 'Ekşi Kara' 20 mg L<sup>-1</sup>, FC analysis result of diploid plant ( $2n = 2x$ )

## 4. Sonuç

Poliploidizasyon, ototetraploid veya allopoliploid genotiplerin elde edilmesini ve çeşitlerin agronomik özelliklerinde iyileştirme yapılmasını kolaylaştıran önemli bir ıslah yöntemidir. *In vitro* yöntemler, poliploidi gibi ıslah çalışmalarında yoğun olarak kullanılmakla birlikte dış koşullara alıştırma aşamasında bitkiciklerin önemli bir kısmının canlılıklarını devam ettiremediği bilinmektedir. Çalışmada, diploid bitkicikler alıştırma sürecini başarıyla geçerken ploidi uyarımının kloroplast sayımlarıyla tespit edildiği

bitkiciklerde bu başarıya ulaşamamıştır. Kolhisin uygulamalarıyla stomal özelliklerin önemli oranda etkilendiği, yerli ve yöresel öneme sahip üzüm çeşitlerinin geliştirilmesinde *in vitro* yöntemlere başvurulabileceği anlaşılmıştır. Üzerinde çalışılan çeşitler için *in vitro* boğum kültürü protokolleri oluşturulmuştur. Bu çalışmadan elde edilen başarılı protokollerin, farklı eksplant tiplerinde, farklı gelişme aşamalarında ve farklı sürelerle uygulanmasıyla asma ıslahında ilerlemeye katkı sunulabileceği düşünülmektedir.



## Teşekkür

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi BAP koordinatörlüğü tarafından 15101013 nolu doktora tez projesi ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Acanda, Y., Prado, M., González, M., Rey, M., 2013. Somatic embryogenesis from stamen filaments in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Mencía): changes in ploidy level and nuclear DNA content. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 49 (3): 276-284. <https://doi.org/10.1007/s11627-013-9499-7>
- Aleza, P., Juárez, J., Ollitrault, P., Navarro, L., 2009. Production of tetraploid plants of non apomictic *citrus* genotypes. *Plant cell reports*, 28 (12): 1837-1846. <https://doi.org/10.1007/s00299-009-0783-2>
- Chen, L., Gao, S., 2007. *In vitro* tetraploid induction and generation of tetraploids from mixoploids in *Astragalus membranaceus*. *Scientia horticulturae*, 112 (3): 339-344. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.12.045>
- Cohen, H., Fait, A., Tel-Zur, N., 2013. Morphological, cytological and metabolic consequences of autopolyploidization in *Hylocereus (Cactaceae)* species. *BMC plant biology*, 13 (1): 173. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-13-173>
- Dami, I., Hughes, H., 1995. Leaf anatomy and water loss of *in vitro* PEG-treated 'Valiant' grape. *Plant cell, tissue and organ culture*, 42 (2): 179-184. <https://doi.org/10.1007/BF00034236>
- Di Genova, A., Almeida, A., Muñoz-Espinoza, C., Vizoso, P., Trivisany, D., Moraga, C., Pinto, M., Hinrichsen, P., Orellana, A., Maass, A., 2014. Whole genome comparison between table and wine grapes reveals a comprehensive catalog of structural variants. *BMC plant biology*, 14 (1): 7. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-14-7>
- Ekbic, H., Tangolar, S., 2016. Trakya İlkeren ve Flame Seedless üzüm çeşitlerinde farklı kolhisin dozları kullanılarak poliploidi oluşturma olanakları. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5 (2): 69-76.
- Gray, D., Benton, C., 1991. *In vitro* micropropagation and plant establishment of muscadine grape cultivars (*Vitis rotundifolia*). *Plant cell, tissue and organ culture*, 27 (1): 7-14. <https://doi.org/10.1007/BF00048199>
- Huy, N., Luan, V., Tung, H., Hien, V., Ngan, H., Duy, P., Nhut, D., 2019. *In vitro* polyploid induction of *Paphiopedilum villosum* using colchicine. *Scientia horticulturae*, 252: 283-290. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.03.063>
- Kara, Z., Demirhan, Y., 2005. Bazı sofralık ve şaraplık üzüm çeşitlerinin Konya yöresindeki vegetatif gelişme ve verim değerleri. *Tekirdağ Bağcılık Araştırma Enstitüsü. Türkiye*, 6: 375-382.
- Kara, Z., Sabir, A., Yazar, K., Doğan, O., Omar, A., 2017. Fruitfulness of Ancient Grapevine Variety 'Ekşi Kara' (*Vitis vinifera* L.). *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*. 31 (3): 62-68. <http://dx.doi.org/10.15316/SJAFS.2017.36>
- Kumar, K., Rao, I., 2012. Morphophysiological problems in acclimatization of micropropagated plants *in-vitro* conditions. *A Reviews*, 271-283.
- Kunter, B., Karataş, D., 2011. Asmalarda Mutasyonlar ve Mutant *Vitis vinifera* L. Çeşitleri. *Yüzcüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 21 (2): 146-151.
- Mbah, E., Wakil, S., 2012. Elimination of bacteria from *in vitro* yam tissue cultures using antibiotics. *Journal of Plant Pathology*, 94 (1): 53-58.
- Moghbel, N., Borujeni, M., Bernard, F., 2015. Colchicine effect on the DNA content and stomata size of *Glycyrrhiza glabra* var. *glandulifera* and *Carthamus tinctorius* L. cultured *in vitro*. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 13 (1): 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2015.02.002>
- Murashige, T., Skoog, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia plantarum*, 15 (3): 473-497.
- Notsuka, K., Tsuru, T., Shiraiishi, M., 2000. Induced polyploid grapes via *in vitro* chromosome doubling. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 69 (5): 543-551. <https://doi.org/10.2503/jshs.69.543>
- OIV, 2017a. Distribution of the world's grapevine varieties. <http://www.oiv.int/public/medias/5888/en-distribution-of-the-worlds-grapevine-varieties.pdf> (Erişim Tarihi: 8.9.2018).
- OIV, 2017b. 2017 World Vitiviniculture Situation. <http://www.oiv.int/public/medias/5479/oiv-en-bilan-2017.pdf>. (Erişim Tarihi: 08.09.2018).
- Olmo, H., 1937. Chromosome numbers in the european grape (*Vitis vinifera*). *Cytologia* (1): 606-613. <https://doi.org/10.1508/cytologia.FujiiJubilai.606>
- Planchais, S., Glab, N., Inzé, D., Bergounioux, C., 2000. Chemical inhibitors: a tool for plant cell cycle studies. *Febs Letters*, 476 (1-2): 78-83. [https://doi.org/10.1016/S0014-5793\(00\)01675-6](https://doi.org/10.1016/S0014-5793(00)01675-6)
- Prado, M., Rodriguez, E., Rey, L., González, M., Santos, C., Rey, M., 2010. Detection of somaclonal variants in somatic embryogenesis-regenerated plants of *Vitis vinifera* by flow cytometry and microsatellite markers. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 103 (1): 49-59. <https://doi.org/10.1007/s11240-010-9753-1>
- Ramsey, J., Schemske, D., 1998. Pathways, mechanisms, and rates of polyploid formation in flowering plants, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29 (1), 467-501.
- Sattler, M., Carvalho, C., Clarindo, W., 2016. The polyploidy and its key role in plant breeding. *Planta*, 243 (2): 281-296. <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2450-x>
- Sinski, I., Dal Bosco, D., Pierozzi, N., Maia, J., Ritschel, P., Quecini, V., 2014. Improving *in vitro* induction of autopolyploidy in grapevine seedless cultivars. *Euphytica*, 196 (2), 299-311. <https://doi.org/10.1007/s10681-013-1034-8>
- Tepe, Ş., Ellialtıoğlu, Ş., Yenice, N., Tipirdamaz, R., 2002. *In vitro* kolhisin uygulaması ile poliploid nane (*Mentha*



- longifolia* L.) bitkilerinin elde edilmesi. Mediterranean agricultural sciences, 15 (2): 63-69.
- Torregrosa, L., Bouquet, A., Goussard, P., 2001. *In vitro* culture and propagation of grapevine, In: Molecular Biology & Biotechnology of the Grapevine. Eds: Springer, 281-326. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-2308-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-94-017-2308-4_12)
- TÜİK, 2018. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>. (Erişim Tarihi:08.09.2018).
- Väinölä, A., 2000. Polyploidization and early screening of *Rhododendron* hybrids, Euphytica, 112 (3), 239-244. <https://doi.org/10.1023/A:1003994800440>
- Xie, X., Agüero, C., Wang, Y., Walker, M., 2015. *In vitro* induction of tetraploids in *Vitis* x *Muscadinia* hybrids. Plant cell, tissue and organ culture, 122 (3): 675-683. <https://doi.org/10.1007/s11240-015-0801-8>
- Yamada, M., Sato, A., 2016. Advances in table grape breeding in Japan. Breeding science, 66 (1): 34-45. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.66.34>
- Yang, X., Cao, Z., An, L., Wang, Y., Fang, X., 2006. *In vitro* tetraploid induction via colchicine treatment from diploid somatic embryos in grapevine (*Vitis vinifera* L.). Euphytica, 152 (2): 217-224. <https://doi.org/10.1007/s10681-006-9203-7>
- Yuan, S., Liu, Y.M., Fang, Z.Y., Yang, L.M., Zhuang, M., Zhang, Y.Y., Sun, P.T., 2009. Study on the relationship between the ploidy level of microspore-derived plants and the number of chloroplast in stomatal guard cells in *Brassica oleracea*. Agricultural Sciences in China, 8 (8): 939-946. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(08\)60298-9](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(08)60298-9)
- Yue, Y., Zhu, Y., Fan, X., Hou, X., Zhao, C., Zhang, S., Wu, J., 2017. Generation of octoploid switchgrass in three cultivars by colchicine treatment. Industrial Crops and Products, 107, 20-21. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.05.021>
- Zhou, J., Guo, F., Fu, J., Xiao, Y., Wu, J., 2020. *In vitro* polyploid induction using colchicine for *Zingiber officinale roscoe* cv. 'Fengtou' ginger. Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s11240-020-01842-1>
- Ziv, M., 1995. *In vitro* acclimatization, In: Automation and environmental control in plant tissue culture. Eds: Springer, 493-516. [https://doi.org/10.1007/978-94-015-8461-6\\_20](https://doi.org/10.1007/978-94-015-8461-6_20)



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)

ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)

doi: 10.7161/omuanajas.777064

**Orta Anadolu Bölgesi Aridisol Topraklarının Özellikleri ve Arazi Değerlendirmesi**

Mert Dedeoğlu<sup>a\*</sup>, Hasan Hüseyin Özaytekin<sup>b</sup>, Levent Başayığit<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya, Türkiye

<sup>b</sup> Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Organik Tarım Programı, Karaman, Türkiye

<sup>c</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Isparta, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [mdedeoglu@selcuk.edu.tr](mailto:mdedeoglu@selcuk.edu.tr)

Geliş/Received 05/08/2020

Kabul/Accepted 24/08/2020

**ÖZET**

Ülkemizin Güney Doğu Anadolu Bölgesinde geniş yayılım gösteren ve kurak bölge toprakları olarak da isimlendirilen Aridisoller, toprak özellikleri ile uzun yıllar ortalama iklim verilerinin Newhall modeline göre değerlendirilmesi sonucu Orta Anadolu Bölgesinde dağılım gösteren toprak sınıfları arasında önemli bir yer kaplamaktadır. Bu çalışmada, Konya ovasında yaklaşık 5140 ha büyüklüğündeki Beşgözler K.O.P. alanı detaylı toprak etüd çalışması sonucu tanımlanan Aridisol ordosuna ait toprakların genel özellikleri yer almaktadır. Bu toprakların FAO Toprak Verimlilik İndeksine göre parametrik olarak arazi değerlendirilmesi yapılmış ve CBS ortamında haritalanmıştır. Çalışma sonucunda 1950 ha (% 38) alan 2 farklı seride Toprak Taksonomisine göre Aridisol ordosunun Typic Haplocalcids ve Typic Haplocambids alt toprak grubunda sınıflandırılmıştır. Bölge Aridisollerinin FAO Toprak Verimlilik İndeksine göre arazi değerlendirilmesi sonucu tarımsal kullanıma uygunluk II. sınıf (S2) iyi nitelikli tarım arazileri % 60.50, III. sınıf (S3) orta nitelikli tarım arazileri % 39.32, IV. sınıf (S4) zayıf nitelikli tarım arazileri % 0.18 oranında alansal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Bu alanların mutlak tarım arazisi niteliğinde olduğu, kuru şartlarda karlılık sırası ile buğday veya arpa, sulmuş şartlarda ise uygunluk sırası ile şeker pancarı, ayçiçeği, mısır veya fasulye yetiştiriciliğinin yapılabileceği önerilmiştir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Konya ovası  
Kurak ekosistem  
Newhall  
Toprak verimlilik  
indeksi

**Properties and land evaluation of the aridisol soils in central anatolian**

**ABSTRACT**

Aridisols, which are widely distributed in the South East Anatolia Region in TURKEY and are also called as arid region soils, it also occupies an important place among the soil classes in the Central Anatolian Region, when soil characteristics and long term average climate data are evaluated according to Newhall model. In this study, the general characteristics of the territories belonging to the Aridisol ordinance, which is defined as the result of a detailed soil survey study on the area of Beşgözler in the size of 5140 hectares in the Konya plain. The land was evaluated parametrically according to the FAO Soil Productivity Index and mapped in the GIS environment. In the results of study, 1950 hectares are identified in Aridisol order from 2 different series according to soil taxonomies and the soil was classified as Typic Haplocalcids in the subsoil group. According to the results of suitability classifications with FAO Soil Productivity Index was determined that the Aridisols of the region have been distributed as 60.50% for class II (S2) good quality, 39.32% for class III (S3) medium quality and 0.18% for class IV (S4) poor agricultural land. Also, the results it was concluded that these areas are the absolute agricultural land, in addition, in these areas for wheat or barley with profitability under dry conditions, furthermore, the areas are suitable for sugar beet, sunflower, corn or bean under irrigation conditions.

**Keywords:**  
Arid ecosystem  
Konya basin  
Newhall  
Soil productivity index

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Ülkemizde ve Dünyada değişen iklim, su kaynaklarının azalması ve hızla artan insan nüfusu gibi küresel düzeyde birçok problem potansiyel tarım alanları üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Tüm bu baskıların yanında tarım ürünlerine olan ihtiyaç büyümekte ve talebin karşılanması için harcanan ekonominin hem üretici hem de tüketici bazında kontrolsüz olarak yükselmesine neden olmaktadır (Blum, 1993; Dengiz ve Kurşun, 2018). Ancak üretim ortamı olan topraklarımızın miktarında bir artış olmadığı gibi bilimsel esaslara dayanmadan ve maksat dışı kullanımlarla mevcut tarım arazilerinin miktarı yıllar içinde bozulmakta, yanlış planlama ve yanlış arazi kullanımı sonucu verim ile birlikte sürdürülebilirlik de azalmaktadır (Karlen ve ark., 2001). Sürdürülebilir toprak verimliliği uygun yönetim sistemleri altında toprakların niteliklerini bozmadan bitki üretme kapasitesidir (Pierce ve ark., 1983; Mueller ve ark., 2010). Bu kapasiteyi, ekolojiyi bozmadan optimum seviyeye çıkarmak için toprakların yakından tanınması ve bu tanımlamaya uygun işletilmesi gerekmektedir (FAO, 1976; Şenol, 1983). Bu amaçla başvuru en önemli kaynak toprak haritalarıdır (Rogowski ve Wolf, 1994; Dengiz ve Sarioğlu, 2011). Toprak etüd ve haritalama çalışmaları sonucu üretilen toprak haritaları ile topraklar sahip oldukları özelliklere göre sınıflandırılmakta ve tarımsal planlamalarda, çevresel etkilerin modellenmesinde, değişik mühendislik dallarında ve doğal kaynakların planlanması ve korunması çalışmalarında kullanılmaktadır (Dengiz ve Sarioğlu, 2011). Toprak sınıflaması amacıyla kullanılan yaygın ve kapsamlı sistem Toprak Taksonomisi'dir (Soil Survey Staff, 1999). Toprak taksonomisi, toprak yapan işlem ve faktörlerin yanında sıcaklık ve nem rejimlerinin sınıflandırıcı özellik olarak kullanıldığı toprağın ölçülebilir ve gözlenebilir özelliklerini esas almaktadır (Başayığıt ve Dinç, 2005). Nitekim toprak nem ve sıcaklık rejimleri farklı kategoriler ve derecelerde sınıflamayı etkileyen önemli bir faktördür. Örneğin; Aridisollerin sınıflandırılmasında Aridic toprak nem rejimi ordo seviyesinde sınıflandırma kistası olarak belirtilmektedir (Soil Survey Staff, 1999). Ülkemizde Aridisoller, Güney Doğu Anadolu Bölgesinde geniş bir yayılım göstermekte ve kurak bölge toprakları olarak adlandırılmaktadır (Çakmaklı, 2008). Ancak günümüzde toprak sınıflamasında önemli ve değişmekte olan iklim parametreleri de dikkate alındığında Aridisoller, Orta Anadolu Bölgesinde yer alan toprak sınıfları arasında da önemli bir yer kaplamaktadır (Dengiz, 2007; Tunçay, 2018). Tarımsal açıdan toprak sınıflama ve haritalama çalışmalarında ulaşılmak istenilen asıl hedef ise uygun arazi kullanım planlamasıdır (FAO, 1976; Randolph, 2004). Arazilerin doğal niteliklerinin belirlenmesi ve buna göre ayrımlarının yapılması ve sınıflandırılması onların hangi amaca yönelik olarak kullanılması gerektiğini belirleyen

temel faktördür. Bu nedenle toprakların hangi kullanım türlerine uygun olduklarının değerlendirilmesi ve herhangi bir kullanım altında tavrının tahmin edilmesi modern tarım için bir zorunluluk olmaktadır (Mohit ve Ali, 2006). Arazilerin farklı kullanımlara uygunluğunun belirlenmesi için de arazi değerlendirme çalışmalarının yapılması gerekmektedir (Smyth ve Dumanski, 1993; Verheye, 2009). Arazi değerlendirme, farklı kullanım tipleri altında bir arazinin işlevselliğinin, yeteneklerinin ve üretkenliğinin değerlendirilmesidir (FAO, 1976). Bu nedenle güncel ve güvenilirliği ispatlanmış, günümüz CBS teknolojileri ile uyumlu ve dinamik arazi değerlendirme modelleri ile ülkemiz arazilerinin kullanım planlaması çalışmaları önemli bir gerekliliktir. Tüm bu gerekliliklerin yanında özellikle Aridik bölgelerin sulamaya açılacak alanlarında; uygun toprak ve su koruma tekniklerinin seçilmesi ve toprak özelliklerine bağlı olarak, sulama yöntemlerinin planlanmasında o bölgeye ait toprak etüd ve haritalama çalışmalarının yapılması ve bunların yorumlanıp değerlendirilmesine mutlak ihtiyaç duyulmaktadır (Özbek ve Öztaş, 2002).

Bu çalışma ile yaklaşık 3 milyon ha tarım arazisi varlığıyla ülkemizin önemli tarımsal üretimini karşılayan, aynı zamanda Türkiye'nin en fazla su sıkıntısı çeken Konya Ovası Projesi (K.O.P.) bölgesine ait Sarayönü - Beşgözler proje alanında yürütülen detaylı toprak etüd çalışması sonucu tanımlanan Aridisol ordosuna ait toprakların genel özellikleri belirlenmiş ve FAO Toprak Verimlilik İndeksine göre parametrik olarak arazi değerlendirilmesi yapılarak CBS ortamında haritalanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Çalışma alanı jeolojisi ve fizyografyası

Çalışma yaklaşık 5140 ha büyüklüğünde K.O.P. Beşgözler proje alanı topraklarında yürütülmüştür. Çalışma alanı, 38°31' - 38°16' Kuzey enlemi ile 32°16' - 32°19' Doğu boylamı arasında yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma sahasında ağırlıklı olarak buğday, fasulye, mısır ve şeker pancarı yetiştirilmektedir. Sarayönü ovası içerisinde kalan sahada, Paleozoik'ten Kuaterner'e kadar geçen süre içerisinde oluşmuş formasyonlar bulunmaktadır. Bunlar içerisinde en yaygın olanı Miyosen-Pliyosen yaşlı karasal çökeller ve göl kireçtaşları yer almaktadır (MTA, 2009). Çalışma alanının güneyini çevreleyen dağlar Fillit (şist) ve yarı kristalize olmuş kalkerden oluşmaktadır. Orman örtüsü bakımından zayıf olan bu dağlarda meydana gelen erozyon sonucu şistlerin mekanik ayrışması ile oluşan kil erozyon ile ova tabanına yayılmıştır. Bu nedenle toprak altında farklı derinliklerde yaklaşık 30-40 cm kalınlığında marn-marnoklaker (kis) tabakaları bulunmaktadır.



kullanılarak 10 farklı profil çukuru açılmış ve 6 toprak serisine ait genetik horizon esasına göre morfolojik tanımlamalar yapılarak 28 horizon örneklenmiştir. Alınan toprak örnekleri fiziksel ve kimyasal analizler için laboratuvara getirilmiştir. Proje alanı topraklarının morfolojik özelliklerinin incelenip dağılım alanlarının belirlenmesi amacıyla burju kontrolü, örnekleme ve sınıflandırma çalışması için (Soil Science Division Staff, 2017) talimatları kullanılmıştır. Laboratuvar aşamasında Bünye (Bouyoucos, 1951), hacim ağırlığı (Black, 1965), tarla kapasitesi ve solma noktası (Richards, 1954), kation değişim kapasitesi (Rhoades, 1982), değişebilir kanyonlar (Rhoades, 1982), kireç (Soil Survey Lab. Staff, 2004), pH - elektriksel iletkenlik (Soil Survey Lab. Staff, 2004), organik madde (Jackson, 1979), değişebilir potasyum (K) (Soil Survey Lab. Staff, 2004), toplam azot, (Bremner, 1965), yarıyışlı fosfor (P) (Olsen ve ark., 1982) ve mikro besin element (Fe, Mn, Cu, Zn) (Lindsay ve Norvell, 1978) metodları kullanılarak yapılmıştır. Arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri değerlendirilip toprak sınırları için gerekli düzeltmeler yapılmış ve proje alanına ait toprak özelliklerini içeren CBS veri tabanını oluşturulmuştur.

### 2.5 Arazi değerlendirme aşaması

Etüd alanında belirlenen Aridisol ordosuna ait toprakların FAO Toprak Verimlilik İndeksine göre tarımsal kullanıma uygunluk sınıfları belirlenmiştir. Toprak Verimlilik İndeksi, toprağın mevcut üretkenlik kapasitesini ve potansiyel verimliliğini belirlemek için geliştirilmiş parametrik bir arazi değerlendirme modelidir (Riquier ve ark., 1970). Bu yaklaşım, her biri 0 ile 100 arasında sayısal bir değer verilen 10 faktöre dayalı bir indis hesaplanmasını kapsamaktadır (Verheye, 2009). Bu faktörlerin çarpımı ile elde edilen puan beş tarımsal uygunluk sınıfında değerlendirilmektedir (Çizelge 1). Toprak verimlilik indeks formülü ve parametre açıkları aşağıda sunulmuştur.

$$SPR = \frac{H \times D \times P \times T \times N \times S \times O \times A \times M \times E}{100^9}$$

Burada,

Toprak verimlilik indeksi (SPR), Toprak Nem Rejimi (H), Drenaj (D), Toprak Derinliği (P), Tekstür/Strüktür (T), Baz Saturasyonu (N), Çözülebilir Tuzlar (S), Organik madde içeriği (O), Kation Değişim Kapasitesi (A), B horizonunda değişebilir kanyonlar (M), ve Eğim (E) olarak tanımlanmış Riquier ve ark., (1970)' e göre puanlanmıştır.

Çizelge 1. Toprak verimlilik indeksi son skorun değerlendirilmesi

Table 1. Evaluation of soil fertility index final score

Uygunluk Sınıfı	Skor	Potansiyel
Çok iyi	65-100	I
İyi	35-64	II
Orta	20-34	III
Zayıf	8-19	IV
Çok zayıf	0-7	V

### 3. Bulgular ve Tartışma

Beşgözler proje alanında kurulan toprak serileri, toprak etüd ve haritalama metodolojisine uygun olarak tanımlanan toprak profilleri ve çevresel özelliklerine göre belirlenmiştir. Çalışma alanında açılan 10 adet toprak profilinin incelenmesi ve burju kontrollerine göre dağılımlarının belirlenmesi sonucu bölge toprakları 6 adet seriye ayrılmıştır. Serilere ait toprakların tamamı alüvyal ana materyal üzerinde oluşmuş olup, toprakların seri ayrımı alüvyal ana materyalin niteliği, toprakların bulunduğu fizyografya, morfolojik özellikler ve farklılıklar, pedojenik oluşumlar ve fiziksel-kimyasal analiz sonuçlarının değerlendirilmesine göre yapılmıştır. Çalışma alanı, 6 seri ve bu serilerin toprak derinliği, üst toprak tekstürü, eğim, drenaj, taşlılık, erozyon fazlarından oluşan 79 haritalama birimi ile temsil edilmiştir. Tanımlanan ve gerçek sınırları çizilen toprak serileri Yenicekaya, Bayramlı, Göğemiçi, Hüyük, Eski Gözlü ve Kabacalı olarak adlandırılmıştır (Çizelge 2)..

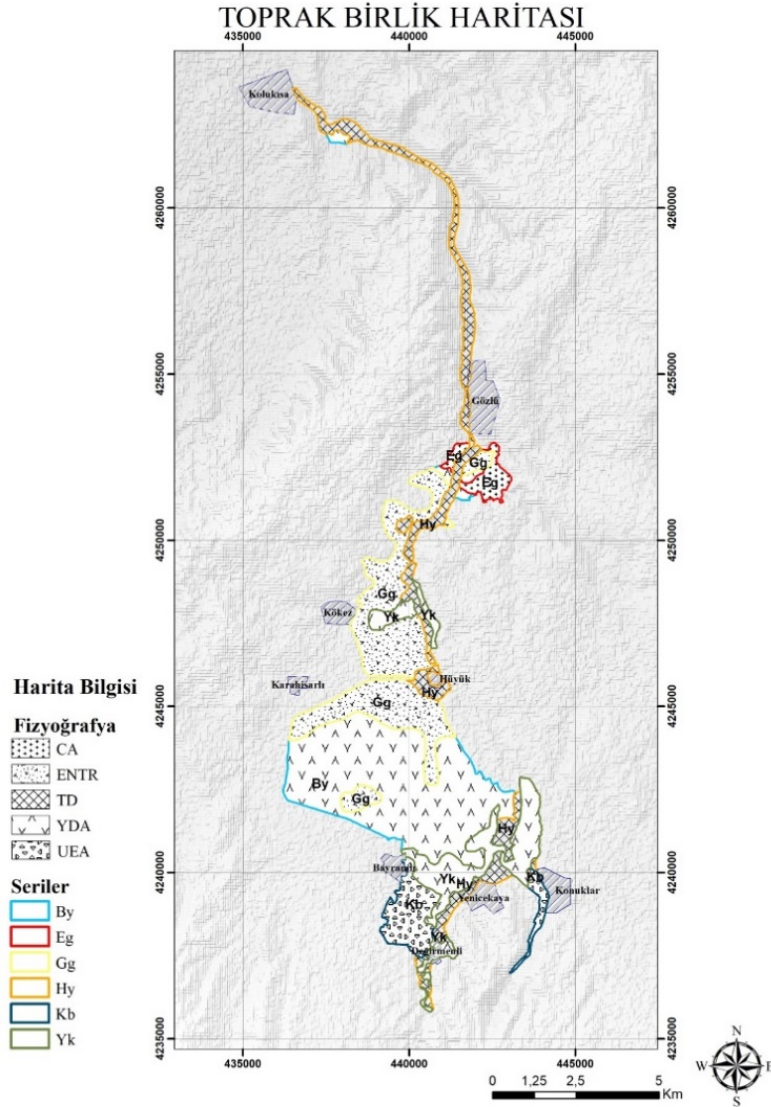
Çizelge 2. Toprak birlik haritası lejantı

Table 2. Soil unity map legend

Lejant	Fizyografya	Seri	Profil
YDA	Yan Dere Alüvyalleri	Yenicekaya(Yk), Bayramlı(By),	P7, P9
ENTR	Eski Nehir Terasları	Göğemiçi(Gg)	P4
TD	Taşkın Düzlükleri	Hüyük(Hy)	P6
ÇA	Çamur Akıntıları (Bajadalar)	Eski Gözlü(Eg)	P3
ÜEA	Üst Etek Araziler	Kabacalı(Kb)	P8

Hazırlanan toprak haritasının ve fizyografik dağılımın birlikte okunabilmesi, toprakların dağılımlarının ve aralarındaki ilişkilerin daha iyi görülüp anlaşılması amacıyla 1:115.000 ölçekli "Toprak Birlik Haritası" oluşturulmuştur (Şekil 3). Beşgözler proje alanının toprak taksonomisine göre % 38'i (1950 ha) Aridisol ordosunda sınıflandırılmış olup %7.25'i Eski Gözlü ve %92.75'i Bayramlı serisinde tanımlanmıştır (Şekil 4). Aridisol ordosunda temsil edilen topraklar Bayramlı ve Eski Gözlü serilerinde 23 haritalama biriminde dağılım göstermektedir (Çizelge 3).






Şekil 3. Beşgözler proje alanı toprak birlik haritası  
Figure 3. Soil unity map of beşgözler project area

Çizelge 3. Çalışma alanı aridisol ordosu alt toprak sınıfları

Table 3. Aridisol subgroups of study area

Ordo	Alt Ordo	Büyük Grup	Alt Grup	Familya	Seri Adı
Aridisol	Cambids	Haplocambids	Typic Haplocambids	Killi, kireçli, mesic	Eski Gözlü
Aridisol	Calcids	Haplocalcids	Typic Haplocalcids	Killi, kireçli, kaba maddeli mesic	Bayramlı

Eski Gözlü Serisi (Eg)		Hor.	Der. (cm)	Tanım
Ap		Ap	0 - 22	Kuru iken parlak kahverengi (7.5 YR 5/6), nemli iken kırmızımsı kahverengi (5 YR 4/8); kil; orta, küçük, granüler strüktür; kuru iken sert, nemli iken sıkı; yaş iken yapışkan ve plastik; çok kireçli; çok az taşlı, ince çok seyrek kökler; belirgin düz sınırlı.
B1w		B1w	22 - 53	Kuru iken kırmızımsı kahverengi (5 YR 4/6), nemli iken kırmızımsı kahverengi (5 YR 4/6); kil; orta, orta, köşeli blok strüktür; kuru iken çok sert, nemli iken sıkı; yaş iken yapışkan ve plastik; çok kireçli; taşsız; çok seyrek çok ince saçak kökler; geçişli düz sınırlı.
B2w		B2w	53 - 112	Kuru iken parlak kırmızımsı kahverengi (5 YR 5/6), nemli iken kırmızımsı kahverengi (5 YR 4/8); kil; orta, orta, köşeli blok strüktür; kuru iken çok sert, nemli iken sıkı; yaş iken yapışkan ve plastik; çok kireçli, küçük çok seyrek yuvarlak açık gri düzensiz dağılmış kireç cepleri; taşsız; köksüz; geçişli düz sınırlı.
C		C	112+	Kuru iken kırmızımsı kahverengi (5 YR 4/8), nemli iken kırmızımsı kahverengi (5 YR 4/8); kil; masif strüktür; kuru iken çok sert, nemli iken sıkı; yaş iken yapışkan ve plastik; çok kireçli, orta orta yoğun açık gri düzensiz dağılmış yuvarlak kireç cepleri.

Şekil 5. Eski gözlü (Eg) serisi örnek profili ve horizon tanımlamaları  
Figure 5. Sample profile of the Eski gözlü (Eg) series and horizon descriptions

Çizelge 4. Eski gözlü serisi (Eg) topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları  
Table 4. Physical and chemical analysis results of Eski gözlü series (Eg) soils

Horizon	Derinlik (cm)	pH (1:1)	Kireç (%)	EC ( $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ )	DSY (%)	Tekstür (%)			Tekstür Sınıfı	Hacim Ağırl. ( $\text{g/cm}^3$ )	Fay. Su (V, %)
						Kum	Silt	Kil			
Ap	0 - 22	7.61	18.20	832	0.23	28.83	29.17	42.00	C	1.21	13.68
B1w	22-53	7.82	17.88	579	0.12	20.80	12.00	67.20	C	1.26	15.65
B2w	53-112	7.9	19.85	502	0.15	23.00	20.00	57.00	C	1.26	14.65
C	112+	7.94	22.18	473	0.22	24.80	16.00	59.20	C	1.28	14.59

Horizon	Değişebilir Katyonlar (me/100 g)			KDK (me/100g)	Org. M (%)	T.N (%)	mg kg <sup>-1</sup>						
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>				P	K	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Ap	0.09	1.14	39.16	40.40	1.80	0,21	12.02	447.73	0.227	1.52	4.36	13.91	0.26
B1w	0.05	0.86	39.82	40.73	1.09	0,13	3.08	336.08	<0.10	1.64	6.98	14.41	0.09
B2w	0.06	0.72	38.66	39.45	0.89	0,10	2.65	283.75	<0.10	1.84	8.82	15.17	0.05
C	0.07	0.60	33.42	34.10	0.58	0,07	3.28	236.71	<0.10	1.22	6.25	10.86	0.04



Hor.	Der. (cm)	Tanım
Ap	0 - 13	Kuru iken donuk sarı (2.5 Y 6/4), nemli iken koyu kahverengi (7.5 YR 3/4); kil; orta, küçük, granüler yapıdır; kuru iken çok sert, nemli iken sıkı; yaş iken yapışkan ve plastik; çok kireçli; çok az taşlı, çok yoğun ince saçak kökleri; belirgin düz sınırlı.
A2	13 - 36	Kuru iken donuk sarı (2.5 Y 6/4), nemli iken kahverengi (10 YR 4/6); kil; kuvvetli, orta, köşeli blok yapıdır; kuru iken sert, nemli iken sıkı; yaş iken yapışkan ve çok plastik; çok kireçli; taşsız; yoğun ince saçak kökleri; belirgin düz sınırlı.
Bk	36 - 75	Kuru iken parlak kahverengi (7.5 YR 5/6), nemli iken kahverengi (7.5 YR 4/6); kil; köşeli blok yapıdır; kuru iken çok sert, nemli iken çok sıkı; yaş iken yapışkan ve çok plastik; çok kireçli, küçük çok yoğun açık gri homojen dağılmış yuvarlak kireç cepleri; taşsız; seyrek ince saçak kökleri; geçişli düz sınırlı.
C1	75-128	Kuru iken donuk sarımsı turuncu (10 YR 7/4), nemli iken parlak kahverengi (7.5 YR 5/6); kil; masif yapıdır; kuru iken sert, nemli iken sıkı; yaş iken yapışkan ve plastik; çok kireçli; az taşlı (%2-5); köksüz; belirgin düz sınırlı.
C2r	128+	Çakıl katmanı; çok kireçli; yuvarlak 1-5 cm çaplı çimentolaşmış dere çakılları ve taşları; kesin düz sınırlı; örmeklenmedi.

Şekil 6. Bayramlı (By) serisi örnek profili ve horizon tanımlamaları  
Figure 6. Sample profile of the Bayramlı (By) series and horizon descriptions

Çizelge 5. Bayramlı serisi (By) topraklarının fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları  
Table 5. Physical and chemical analysis results of Bayramlı series (By) soils

Horizon	Derinlik (cm)	pH (1:1)	Kireç (%)	EC ( $\mu\text{mhos cm}^{-1}$ )	DSY (%)	Tekstür (%)			Tekstür Sınıfı	Hacim Ağırl. ( $\text{g/cm}^3$ )	Fay. Su (V,%)
						Kum	Silt	Kil			
Ap	0 - 13	7.78	20.31	827	0.503	22.13	18.67	59.20	C	1.24	12.68
A2	13 - 36	7.96	19.07	618	1.286	22.13	14.67	63.20	C	1.26	15.33
Bk	36 - 75	7.97	39.63	543	0.917	22.13	12.00	65.87	C	1.27	15.79
C1	75-128	8.1	30.04	491	0.546	24.80	16.00	59.20	C	1.25	17.45

Horizon	Değişebilir Katyonlar (me/100 g)			KDK (me/100g)	Org. M. (%)	T.N (%)	mg kg <sup>-1</sup>						
	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup> + Mg <sup>++</sup>				P	K	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Ap	0.16	1.09	29.86	31.11	1.91	0,22	15.70	425.63	0.061	1.29	5.97	16.58	0.26
A2	0.44	0.66	30.75	31.83	1.68	0,19	12.58	257.93	0.062	1.43	6.59	14.47	0.19
Bk	0.26	0.49	27.95	28.71	0.46	0,05	3.30	191.08	0.110	1.41	7.70	10.46	0.04
C1	0.13	0.39	22.97	23.49	0.28	0,03	3.11	153.85	0.213	0.60	6.23	4.49	0.03

Eski Gözlü serisine ait topraklar Bajadalar üzerinde oluşmuş, düz-düze yakın ve hafif eğimli, düz bir topoğrafyaya ve çeşitli derinliklere sahip topraklardır. Profil boyunca çok kireçlidir. Profilde sekonder kireç birikimi genelde kireç cepleri halinde C horizonunda görülmekte ve ana materyal kaynaklı olması nedeniyle Kalsik horizon tanımlaması için yeterli şartları sağlamamaktadır. Yüzeysel horizonlarında ince çok seyrek kök gelişimi görülmektedir. Eski Amerikan Toprak Sınıflama Sistemine göre Kırmızımsı Kahverengi büyükalt gruplarında seri düzeyinde ayrılmasını gerektirmiştir. Eski Gözlü serisi örnek profili ve tanımlamaları Şekil 5'de, toprakların fiziksel - kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4'de sunulmuştur.

Bayramlı serisine ait topraklar ova niteliği kazanmış yan dere alüvyalleri üzerinde oluşmuş, çeşitli eğimlerde, düz bir topoğrafyaya sahip, oldukça derin ve derin topraklardır. Profil boyunca yüksek kireç içeriği göstermektedir. Yüzeysel horizonlarında çok yaygın ince kök gelişimi görülmektedir. Eski Amerikan Toprak Sınıflama Sistemine göre Kırmızımsı Kahverengi büyük toprak grubu olarak tanımlanan kil- killi tın tekstüre sahip seri, toprak oluşum işlemlerinin bölgeye göre daha uzun süre etkisinin gözlemlendiği Kalsik B horizonu varlığı ve zamanla taşınmış birikmiş olan çakıl katmanı ile Typic Haplocalcids alt grubunda farklı bir seri olarak sınıflandırılmıştır. Bayramlı serisi örnek profili ve tanımlamaları Şekil 6'da, toprakların fiziksel - kimyasal analiz sonuçları Çizelge 5'de sunulmuştur.

Burgu kontrolleri ile kesin toprak sınırlarının belirlenmesi aşamasında serilerin bazı bölgelerinde az (% 2-5) ve orta derecede (% 5-15), 6-20 cm çaplı taşlık problemi olduğu ve toplam alanın % 12 sinde (234 ha) dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Taşlık problemi belirlenen arazilerin tamamında kültür bitkisi yetiştiriciliği yapılmaktadır. Eski Gözlü serisinin bazı bölgelerinde yetersiz drenaj koşulları tespit edilmiştir. Yaklaşık 293 ha alan kaplayan bu bölgeler toplam alanın %15'ini etkilemektedir. Çalışma alanı toprakları ağır bünyeli olup, kil içeriği bazı bölgelerde > %60' lara ulaşmaktadır. Bu durum toprak işleme zamanının çok iyi seçilmesini, toprakların uygun düzeyde su ve hava içerdiği tavlı dönemlerinde tohum yatağı hazırlamasını gerektirmektedir. Killi toprakların, toprak tavinin yetersiz olduğu dönemlerde işlenmeleri fiziksel yapılarında bozulmalar meydana getirirken, fazla nemli koşullarda işlenmeleri ise topraklarda iri kesekler meydana getirmektedir. Nitekim kil içeriği yüksek toprakların en uygun işleme zamanının tarla kapasitesine yakın seviyesindeki nem içeriğinde olması gerektiği belirtilmiştir (Gülser ve Candemir, 2006). Çalışma alanı topraklarının hacim ağırlığı değerlerinin (1.21-1.28 g cm<sup>-3</sup>) killi topraklar için uygun aralıklarda olduğu (Pagliai ve ark., 2003), özellikle sulu tarım alanlarında yoğun tarla trafiğinden kaynaklanan ve toprak işleme - yönetim uygulamalarında büyük sorun arz eden toprak sıkışmasının (Şeker ve Işıldar, 2000; Botta ve ark., 2010), meydana gelmediği belirlenmiştir. Özellikle sulu tarım alanlarında, bitkilerin sulama

zamanının belirlenmesi için büyük öneme sahip olan yarayıslı su içeriği değerleri proje alanında 150 cm toprak derinliğinde %12.68 - %17.45 değerleri arasında değişmekte olup ortalaması %15.98 olarak belirlenmiştir. Etüt alanı topraklarının pH ve EC (elektriksel iletkenlik) değerleri incelendiğinde EC, 473 - 832 µmhos cm<sup>-1</sup> aralığında değişmekte olup Jones Jr.(2001)'e göre bölgede tuzluluk problemi belirlenmemiştir. Ancak makro ve mikro besin elementlerinin yarayıslılığıyla doğrudan ilişkili olan pH, yüzeysel (0-30 cm) 7.61 - 7.96 değerleri arasında hafif alkalın sınırında değişmekte iken alt horizonlarda 8.10 değerlerinde alkalın özellik göstermektedir. Benzer şekilde bölge toprakları 0-30 cm derinlikte %17.88 -%20.31 değerleri arasında yüksek kireç içermektedir. Bu durum başta fosfor, çinko ve demir olmak üzere bitkilerde besin noksanlıklarına neden olmaktadır (Kacar ve Katkat, 2011). Fazla kireç içeriğinin olumsuzluklarını tolere edebilmek için topraklara hümik asit uygulaması ile birlikte dengeli gübreleme ve uygun gübreleme teknikleri önerilmektedir (Zengin ve Gezgin, 2013). Topraklarının değişebilir katyon içerikleri potasyum (K) (0.325 - 1.271 me/100 g ), kalsiyum (Ca) + magnezyum (Mg) (27.97-39.82 me/100 g ) yönünden (FAO, 1990)'a göre yeter - fazla sınıfına girmektedir. Değişebilir sodyum yüzdesi (DSY) değerleri incelendiğinde drenaj problemi tespit edilen alanlar bulunmasına rağmen bölge için potansiyel bir sodikleşme problemi oluşturmamaktadır. Etüt alanı içerisinde yüzeysel toprağın pH değerlerinin de 8.5'in altında belirlenmesi, mevcut durumda bir alkalilik problemi olmadığını göstermektedir. Toprak verimliliğinin en önemli göstergelerinden olan organik madde içeriği bölge toprakları için değerlendirildiğinde 0-30 cm toprak derinliğinde %1.26 - %1.8 arasında değişmekte olup, derinliğe bağlı olarak alt horizonlarda azalmaktadır. Belirlenen organik madde içerikleri K.O.P. bölgesi topraklarının genelinde benzerlik göstermekte olup yeşil gübrelemenin yapılamaması, münavebeye önem verilmemesi ve kuraklık bu durumun en önemli sebepleridir (Zengin ve Gezgin, 2013). Bölge topraklarının yarayıslı fosfor (P) içeriği alakalin reaksiyonlu topraklar için (Ulgen ve Yurtsever, 1984)' e göre değerlendirildiğinde 12.02 - 15.70 mg kg<sup>-1</sup> aralığında yeterli olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde azot (N) içerikleri %0.13 - %0.22 arasında değişmekte olup bölge toprakları için yeterli düzeydedir (Kacar ve Katkat, 2011). Serilerin mikro element kapsamı (Lindsay ve Norvell, 1978)'e göre bakır (Cu) ve mangan (Mn) sırasıyla 1.29-1.52 mg kg<sup>-1</sup> ve 14.41-16.58 mg kg<sup>-1</sup> değerleri arasında değişmekte olup fazla olarak belirlenmiştir. Demir (Fe) Eski Gözlü serisinde orta seviyede (5.67 mg kg<sup>-1</sup>), Bayramlı serisinde yeterli (6.28 mg kg<sup>-1</sup>) bulunmuştur. Çinko (Zn) içeriği 0.24-0.48 mg kg<sup>-1</sup> değerleri ile az olarak belirlenmiştir.

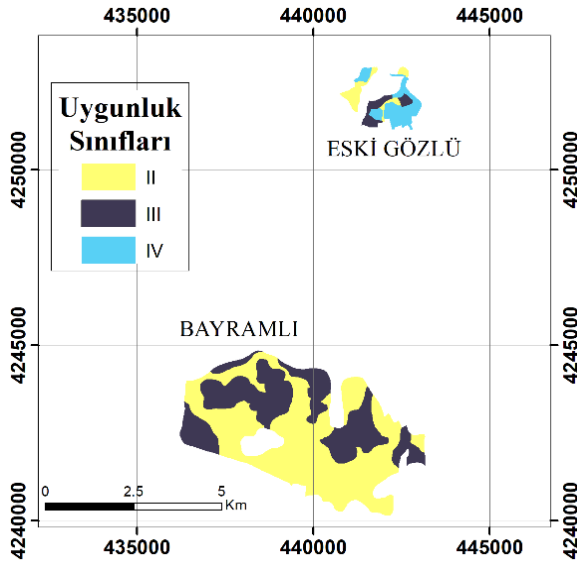
Beşgözlü proje alanında belirlenen Aridisol ordosuna ait toprakların haritalama birimi bazında FAO toprak verimlilik indeksine göre değerlendirmesi sonucu; II. sınıf (S2) iyi nitelikli tarım arazileri %60.50,

III. sınıf (S3) orta nitelikli tarım arazileri %39.32, IV. sınıf zayıf nitelikli tarım arazileri ise sadece Eski Gözlü serisinde %0.18 oranında alansal dağılım gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Serilerin toprak verimlilik indeksine göre alansal ve oransal dağılımları

Table 6. Areal and proportional distributions of series according to soil fertility index

Nitelik	Sınıf	Eski Gözlü Serisi		Bayramlı Serisi	
		Alan (ha)	Oran (%)	Alan (ha)	Oran (%)
Çok iyi	I	-	-	-	-
İyi	II	52.12	2.67	1127.71	57.83
Orta	III	20.23	1.04	746.42	38.28
Zayıf	IV	3.54	0.18	-	-
Çok Zayıf	V	-	-	-	-



Şekil 7. Toprak verimlilik indeksine göre Aridisollerin tarımsal uygunluk dağılımları

Figure 7. Agricultural suitability distributions of aridisols according to soil fertility index

Bölge Aridisolleri I. sınıf (S1) seçkin tarım arazisi niteliği göstermemektedir. “Zayıf” tarımsal uygunluk sınıfına giren alanlar yaklaşık 3.5 ha büyüklüğünde olup, ağır bünye, sıg toprak derinliği, taşlık, drenaj bozukluğu, organik madde yetersizliği ve hafif eğim tarımsal üretimi sınırlayıcı faktörler olarak belirlenmiştir. “Orta” uygunluk sınıfında tanımlanan alanlar her iki seride farklı büyüklüklerde dağılım göstermektedir. Bu alanların sıg toprak derinliği, ağır bünye ve hafif eğim faktörlerine sahip olmaları “orta” uygunluk sınıfında değerlendirilmelerini gerektirmiştir. Ayrıca bu sınıfa giren alanlarda derin ve killi-tın bünyede topraklar olmasına karşın taşlık problemi ve yetersiz drenaj tarımsal ürün yetiştiriciliğini kısıtlayıcı

faktörler olarak belirlenmiştir. Ancak potansiyel bir problem olarak değerlendirilen taşlık probleminin giderilmesi ve yetersiz drenaj belirlenen alanlarda fazla suyun uzaklaştırılması ile bu araziler “iyi” uygunluk niteliğinde değerlendirilebilir. “İyi” nitelikli alanlarda tarımsal yetiştiricilik açısından hafif yüzey taşlılığı ve ağır bünye dışında kısıtlayıcı faktör bulunmamaktadır. Etüt alanında tanımlanan Aridisollerin Toprak Verimlilik İndeksine göre oluşturulan tarımsal uygunluk haritası Şekil. 7’de sunulmuştur. Aridisol ordoları derin ve düz topografyalı topraklar barındırmasına rağmen uygunluk sınıflamasında değerlendirilen faktörler (yıllık nem indeksi ve kök bölgesi strüktürü) ilgili alanların model hesaplamaları sonucu “çok iyi” uygunluk sınıfında değerlendirilmemesini gerektirmiştir. Bölge Aridisollerine ait bazı haritalama birimlerinde belirlenen tarımsal üretimi kısıtlayıcı faktörlerin (yetersiz drenaj, taşlık, erozyon derecesi) etki derecelerinin azaltıla bileceği ve özellikle toprak organik maddesini artırıcı önlem ve uygulamaların yapılması ile bu alanların daha nitelikli tarımsal kullanıma uygunluk sınıflarında değerlendirilebileceği anlaşılmaktadır. Nitekim Dünya’da toprak verimlilik indeksi, mevcut ve potansiyel tarımsal arazi kullanımlarını değerlendirmenin yanında (Tekwa ve ark., 2011), arazi bozulma koşullarının etki derecelerini belirlemek için tercih edilen önemli bir metottur (Kawy ve Ali, 2012). Sürekli sulanan Nil deltasında arazi bozulma süreçlerinin, toprak verimliliğine olan etkilerini incelemek için toprak verimlilik indeksi kullanılmış ve çalışma sonucu Nil deltasının çevresinde 1975 - 2011 yılları arasında alanın %69.73 oranında arazi bozulma süreçlerinden aşırı derecede etkilendiği ve bu etkinin toprak kalitesini önemli derecede düşürdüğü belirtilmiştir (Kawy ve Ali, 2012). Toprak verimlilik indeksi farklı arazi değerlendirme metotları ile İspanya’nın yoğun tarım yapılan Castilla-La Mancha bölgesinde ürün verimleri ile karşılaştırılmış ve modelin toprakların mevcut niteliklerini belirlemede başarılı olduğu bildirilmiştir (González-Quinones ve ark., 2007). Çalışma sonucu elde edilen bulgular ve geçmiş araştırma sonuçları Toprak Verimlilik İndeksinin özellikle Ülkemiz tarım topraklarının uygunluk sınıflamalarında alternatif bir yaklaşım olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir.

#### 4. Sonuç

Türkiye bulunduğu konumu gereği farklı toprak oluşum süreçlerinden etkilenen ve bu sayede çok çeşitli toprak tiplerinin dağılım gösterdiği bir ülkedir. Bu çeşitliği sağlayan önemli faktörlerden biri de farklı iklim bölgelerine sahip oluşudur. Nitekim iklim tipi Toprak Taksonomisinde nem ve sıcaklık rejimlerine dayanan bir sınıflandırma kistası olarak kullanılmaktadır. Bu sayede farklı toprak sınıfları için planlanacak yönetimsel faaliyetlerin iklim özellikleri ile de ilişkilendirilmesine katkı sağlanmaktadır. Bu durum

Konya Ovası gibi su kıtlığı çeken ve büyük çaplı projeler ile yeni sulama sahalarının açılacağı Arid bölgelerimiz için büyük önem arz etmektedir. Öyleki 1970 yılı iklim verilerine göre yarı kurak iklim tipinde ve Xeric toprak nem rejiminde tanımlanan Konya – Sarayönü bölgesi, 1970-2015 yılı uzun yıllar ortalama iklim verilerinin Newhall simülasyon modeli kullanılarak değerlendirilmesi sonucu kurak iklim tipi ve Aridik nem rejiminde sınıflanmaktadır. Bu durum araştırmamızda Beşgözler KOP proje sahasında 1950 ha alanın Toprak Taksonomisine göre 2 farklı seride Aridisol ordosunun Typic Haplocalcids (1874.11) ve Typic Haplocambids (75.89 ha) alt toprak gruplarında sınıflandırılmasını gerektirmiştir. Tanımlanan Aridisol ordolarında Toprak Verimlilik İndeksi kullanarak haritalama birimi seviyesinde gerçekleştirilen arazi değerlendirme çalışması sonucu “iyi ve orta” nitelikli araziler %99 oranında geniş bir dağılım gösterirken, Arid bölgeler için bitki yetiştiriciliğine büyük önem arz eden toprak neminin kısıtlayıcı etkisi nedeniyle “çok iyi” nitelikli elit tarım arazileri belirlenmemiştir. Bu sonucun ileride K.O.P. kapsamında sulamaya açılacak bölge için karar vericiler düzeyinde kurgulanacak planlamalara altlık olarak değerlendirilebileceği öngörülmüştür. Çalışma sonucu belirlenen uygunluk sınıfları ile yer gerçeklerinin gözlemsel karşılaştırılması sonucu Aridisollerin orta ve iyi tarımsal uygunluk sınıflarında kuru şartlarda karlılık sırası ile buğday veya arpa, sulu şartlarda uygunluk sırası ile şeker pancarı, ayçiçeği, mısır veya fasulye yetiştiriciliğinin yapılabileceği önerilmiştir. Aynı zamanda çalışmada kullanılan Toprak Verimlilik İndeksinin arazilerin mevcut durum potansiyelini sınıflandırması, yapılabilecek iyileştirmelere yönelik fikirler vermesi, toprak karakteristikleri arasındaki etkileşimleri skorlaması, gelişen CSB teknolojilerine entegre edilebilirliği ve toprakların mevcut verimliliklerini ölçmekle birlikte bazı koruma ve iyileştirme tedbirleri ile arazilerin ulaşabileceği potansiyeli ölçmesi açısından arazi değerlendirme çalışmalarında kullanılması gerektiği önerilmiştir.

### Teşekkür

Bu çalışma Mert DEDEOĞLU’ nun “Sarayönü Beşgözler K.O.P. Alanı Detaylı Toprak Etüdü ve Farklı Yöntemlerle Arazi Değerlendirmesi” isimli Doktora Tezinin ve Selçuk Üniv. BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenen 14401018 nolu projenin bir bölümünden hazırlanmış, “1st International GAP Agriculture and Livestock Congress, 2018’de” Özet bildiri olarak sunulmuştur.

### Kaynaklar

Anonim, 2015. <http://www.dmi.gov.tr/iklim/>  
Başayığıt, L., Dinç, U., 2005. Toprak taksonomisine göre toprak iklim rejimleri ve Türkiye toprakları için örnekler. GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 22(1): 83-91.

- Black, C.A., 1965. Methods of soil analysis Part 1: Physical and mineralogical methods; Part 2. Chemical and microbiological properties. American Society Of Agronomy, Inc.; USA.
- Blum, W., 1993, Soil protection concept of the Council of Europe and integrated soil research, In: Integrated Soil and Sediment Research: A Basis for Proper Protection. Eds: Springer, p. 37-47.
- Botta, G., Tolon-Becerra, A., Lastra-Bravo, X., Tourn, M., 2010. Tillage and traffic effects (planters and tractors) on soil compaction and soybean (*Glycine max L.*) yields in Argentinean pampas. *Soil and Tillage Research*, 110(1): 167-174.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soils. *Agronomy Journal*. 43(9): 434-438.
- Bremner, J.M., 1965. Total nitrogen. In. C.A. Black et al (ed). *Methods of Soil Analysis. Part 2*, Am. Soc. of Agron, 9, 1149-1178.
- Çakmaklı, M., 2008. Harran Ovası topraklarının kökeni ve oluşum mekanizmaları (jeoloji ve toprak ilişkileri). Doktora Tezi. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Dengiz, O., 2007. Characteristics and classification of arid region soils: Salt lake specially protected area (Tuz Gölü Turkey). *Asian Journal of Chemistry*, 19(3): 2316-2324.
- Dengiz, O., Kurşun, G., 2018. Arid karasal ekosistem koşulları altında oluşmuş toprakların sınıflaması ve dağılımlarının belirlenmesi. *Toprak Su Dergisi*, 7(2): 1-11.
- Dengiz, O., Sarıoğlu, F., 2011. Samsun ilinin potansiyel tarım alanlarının genel dağılımları ve toprak etüd ve haritalama çalışmalarının önemi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(3): 241-253.
- ERDAS, 2004. 8.7 User’s Guide. Leica Geosystems GIS & Mapping Inc., USA.
- ESRI, 2010. ArcGIS user's guide, <http://www.esri.com>.
- FAO, 1976. A Framework for land evaluation, *Soils Bulletin: 32*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO., 1990. Macronutrient, assessment at the country level: An international study. *FAO Soil Bulletin* by Mikko Sillanpaa. Rome.
- González-Quñones, V., de la Torre, A., García, M., Polo, A., Jiménez-Ballesta, R., 2007. Application of the FAO quantitative and SINDI methods to assess the quality of different soils in Castilla-La Mancha (Spain). *Environmental Geology*, 53(3): 527-531.
- Gülser, C., Candemir, F., 2006. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit kampus topraklarının bazı mekaniksel özellikleri ve işlenebilirlikleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 213-217.
- Jackson, M.L., 1979. *Soil chemical analysis-advanced course*. 2nd ed, 11th Printing. Published by the author, Madison.

- Jones Jr, J.B., 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis. CRC press, Washington DC.
- Kacar, B., Katkat, A., 2011. Bitki Besleme. Nobel Yayınları (5. Baskı), p1-678, Ankara.
- Kapur, S., Aydın, M., Akça, E., Reich, P., 2017. The Soils of Turkey. In: Kapur S, Akça E and Günel H (Eds). Climate Change and Soils. World of Soils Book Series. Springer International Publishing Switzerland. pp. 45-55.
- Karlen, D., Andrews, S. ve Doran, J., 2001, Soil quality: current concepts and applications, *Advances in Agronomy*, 2001(74): 1-40.
- Kawy, W.A., Ali, R., 2012. Assessment of soil degradation and resilience at northeast Nile Delta, Egypt: The impact on soil productivity. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 15(1): 19-30.
- Lindsay, W.L., Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil Science Society of America Journal*, 42(3): 421-428.
- Mohit, M.A., Ali, M.M., 2006. Integrating GIS and AHP for land suitability analysis for urban development in a secondary city of Bangladesh. *Jurnal alam Bina Jilid*, 8(1): 1-20.
- MTA, 2009. Kadınhanı-Sarayönü-Sülüklü (Konya) dolayının jeolojisi. Maden Teknik Arama Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Kitapçık No:9030, Ankara.
- Mueller, L., Schindler, U., Mirschel, W., Shepherd, T. G., Ball, B. C., Helming, K., Rogasik, J., Eulenstein, F., Wiggering, H., 2010. Assessing the productivity function of soils. A review, *Agronomy for Sustainable Development*, 30(3): 601-614.
- Newhall, F., 1972. Calculation of soil moisture regime from climatic records. Inpublished. Soil Conservation Service, USDA. Rev. 4. Washington, D.C
- Olsen, S.R., Sommers, L.E., Page, A.L., 1982. Methods of soil analysis. Part 2, (1982): 403-430.
- Özbek, A.K., Öztaş, T., 2002. Karasu ovası taban suyu özelliklerinin yersel değişim parametrelerinin belirlenmesi. *Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu Bildiri Özetleri*, Antakya/Hatay, 2002.
- Pagliai, M., Marsili, A., Servadio, P., Vignozzi, N., Pellegrini, S., 2003. Changes in some physical properties of a clay soil in Central Italy following the passage of rubber tracked and wheeled tractors of medium power. *Soil and Tillage Research*, 73(1): 119-129.
- Pierce, F., Larson, W., Dowdy, R. ve Graham, W., 1983. Productivity of soils: Assessing long-term changes due to erosion. *Journal of Soil and Water Conservation*, 38 (1): 39-44.
- Randolph, J. (2004). Environmental land use planning and management. Island Press, London 2004.
- Rhoades, J., 1982. Cation exchange capacity, Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, p149-157.
- Richards, L.A., 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. *Soil Science*, 78(2): 154..
- Riquier, J., Bramao, D.L., Cornet, J.P., 1970. A new system of soil appraisal in terms of actual and potential productivity (first approximation). *FAO Soil Resources, Development and Conservation Service. Land and Water Development Division, Rome.*
- Rogowski, A., Wolf, J., 1994. Incorporating variability into soil map unit delineations. *Soil science society of America Journal*, 58(1): 163-174.
- Smyth, A., Dumanski, J., 1993. FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management. Rome:FAO, p.76.
- Soil Science Division Staff, 2017. Soil survey manual. United States Department of Agriculture. US Government Printing Office.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. US Government Printing Office.
- Şeker, C., Işıldar, A., 2000. Tarla trafiğinin toprak profilindeki gözenekliliğe ve sıkışmaya etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(2000): 71-77.
- Şenol, S., 1983. Arazi toplulaştırma çalışmalarında kullanılabilir niceliksel yeni bir arazi derecelendirme yönteminin geliştirilmesi üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 148s, Adana.
- Tekwa, I., Shehu, H., Maunde, S., 2011. Soil nutrient status and productivity potentials of lithosols in Mubi Area, Northeastern Nigeria. *Agric Biol J North Am.*, 2(6): 887-896.
- Tunçay, T., 2018. Kurak ekolojik koşullar altında oluşmuş toprakların detaylı toprak etüt haritalama çalışması ve sınıflaması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 8(1), 101-112.
- Ulgen, N., Yurtsever, N., 1984. Türkiye gübre ve gübreleme rehberi. Tarım Orman ve Köyşleri Bakanlığı. Topraksu Genel Müdürlüğü, Yayın No 47, Ankara.
- Van Wambeke, A.R., 2000. The Newhall simulation model for estimating soil moisture and temperature regimes. Department of Crop and Soil Sciences. Cornell University, Ithaca, NY.
- Verheye, W.H., 2009. Land use, land cover and soil sciences-volume IV: Land use management and case studies. EOLSS Publications/UNESCO, Oxford.
- Zengin, M., Gezgin, S., 2013. KOP bölgesi tarım topraklarının problemleri ve çözüm yolları. Ulusal KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu, 14-16 Kasım 2003, Konya.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.780741

**A research on determining the factors affecting organic tea production**

Nur İlkay Abacı<sup>a\*</sup>, Elif Keskin<sup>a</sup>, Kürşat Demiryürek<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Samsun, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ilkaysonmez55@gmail.com

Geliş/Received 14/08/2020

Kabul/Accepted 08/09/2020

**ABSTRACT**

This study aims to analyse the social and economic factors which affect the producers of tea farming in Rize province in making organic tea farming. In line with this purpose, primary data obtained through face-to-face interviews with producers who make organic and conventional tea production form the main material of the study. Simple random sampling method was used to determine the surveyed producers. Factors affecting producers in Rize province in making organic tea farming were found with the help of logistic regression analysis. According to the results of the analysis, it was found that producers' age, agricultural experience, size of tea lands, amount of production and income from the season were found as effective factors in starting organic tea production. Young producers should be supported in the region and they should be encouraged to participate in and be interested in organic farming. Since organic farming has many advantages over conventional farming such as environment, natural resources, animal and human health, producers should be directed to organic farming.

**Keywords:**  
Organic  
Tea  
Conventional  
Production  
Turkey

**Organik çay üretimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma**

**ÖZET**

Bu araştırma, Rize ilinde çay tarımı yapan üreticilerin organik çay tarımını yapmalarını etkileyen sosyal ve ekonomik faktörlerin analiz edilmesini amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda organik ve konvansiyonel çay tarımı yapan üreticilerle birebir görüşülerek elde edilen birincil veriler araştırmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Anket yapılan üreticilerin belirlenmesinde basit tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Rize ilindeki üreticilerin organik çay tarımı yapmalarını etkileyen faktörler lojistik regresyon analizi yardımıyla tespit edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre; üreticilerin yaşı, tarımsal deneyimi, çay arazilerinin büyüklüğü, üretim miktarı ve sezondan elde ettikleri gelir organik çay üretimine başlamada etkili faktörler olarak tespit edilmiştir. Bölgedeki genç üreticiler desteklenmeli ve organik tarıma katılmaları ve ilgilenmeleri teşvik edilmelidir. Organik tarımın geleneksel tarıma göre çevre, doğal kaynaklar, hayvan ve insan sağlığı gibi pek çok avantajı olduğu için, üreticiler organik tarıma yönlendirilmelidir.

**Anahtar Sözcükler:**  
Organik  
Çay  
Konvansiyonel  
Üretim  
Türkiye

© OMU ANAJAS 2020

**1. Introduction**

Organic farming is a production system which makes soil, ecosystem and human health more sustainable than conventional farming (IFOAM, 2008). For this reason, transition to organic farming provides economic and environmental benefits, especially for producers and therefore the society. However, transition of producers to organic farming is a difficult process

due to its social, economic, business and innovation features and producers should adopt the principles of organic farming correctly and make production accordingly. Nevertheless, it has been applied almost in all countries of the world recently and its share in agricultural lands is increasing gradually.

In Turkey, the most suitable region for tea cultivation is Eastern Black Sea region in terms of growing conditions. As a matter of fact, tea cultivation is the primary economic activity of producers in this

region and for this reason, it is thought that it should maintain its continuity. At the same time, as a result of intense and unconscious use of artificial fertilizers in the region, the soil ph of the region deteriorates causing the soil to become infertile and rivers, lakes and seas to be polluted. In order to ensure that the agricultural activities in the region are efficient and sustainable, it is important that organic agricultural practices have been initiated (Keskin, 2019). Karali tea, a private establishment, started organic tea production for the first time before 2002. Özçay Cooperative, one of the private sector organizations, started its production in 2002 with an area of 140 decares. ÇAYKUR started its operations in 2003 and it is now one of the greatest sectors in organic tea farming. Of the 1.295.934 tons of fresh tea production in Turkey, 68% is made in Rize, 20% is made in Trabzon, 10% in Artvin, 1,7% in Giresun and 0,3% is made in Ordu (TurkStat, 2017). While 135 thousand tons of dry tea was produced in Turkey in 2002, the production increased 93% in 2016 and reached 260 thousand tons. While the importance of organic tea production has increased in recent years, according to 2019 data of ÇAYKUR, a total of 6058.5 tons of organic tea, 6057 tons of organic black tea and 1,5 tons of organic green tea were produced in an organic area of 38.062 decares (Anonymous, 2019).

In the study, the literature about organic tea has been examined in three parts: adoption and spread of organic farming in the world by producers (Bolwig et al., 2009, Khaledi et al., 2010, Schneeberger et al., 2002, Sharifi et al., 2010, Ullah et al., 2015), adoption studies on product basis (Cukur, 2015, López and Requena, 2005, Parra-Lopez et al., 2007, Rana et al.,

2012, Thapa and Rattanasuteerakul, 2011) and studies conducted on the adoption of organic tea farming (Doanh et al., 2018, Karki et al., 2011, Mishra et al., 2019, Lampach et al., 2017, To The and Nguyen Tuan, 2019, Tran, 2009, Tran and Yanagida, 2011, Van Ho et al., 2019). These studies were generally conducted in regions where tea production is intense. As can be seen in literature, there are few studies conducted on organic tea farming in Turkey. It is thought that this is due to the fact that the conditions for growing tea are not suitable for every region. In regions where climatic conditions and land features are suitable for tea cultivation, it is important to expand organic tea cultivation which is an alternative, which is economically sustainable for small-scale tea enterprises and which protects natural resources since chemical fertilizers are not used. For this reason, the aim of this study is to show the factors affecting producers' making organic tea cultivation in regions where organic tea cultivation is intense.

## 2. Material and Method

### 2.1 Research area

Rize is located in Northeastern Anatolia, Turkey. It is located between 40°-22' and 41°-28' eastern meridians and 40°-20' and 41°-20' north parallels on the eastern coastline of the Black Sea. It is surrounded by of town of Trabzon from west, İspir town of Erzurum from south and Yusufeli and Arhavi towns of Artvin from the east. The area of Rize apart from lakes is 3920 km<sup>2</sup> (Anonymous, 2020b).



Figure 1. Geographical location of Rize province and its towns

### Şekil 1. Rize ili ve ilçelerinin coğrafi konumu

54.678,4 hectares (15.2%) of the total land of 359.991 hectares in Rize is suitable for agriculture. 45.322 hectares (12.58%) of the remaining land is a meadow and pasture land, 158.411 hectares (44%) is forest and shrubs, 101.573 hectares (28.21%) is non-agricultural and residential areas (Anonymous, 2020a). High annual precipitation, high relative humidity, insufficient sunlight and the roughness of agricultural

areas in general limit the diversity of agricultural production. 90% of agricultural land consists of tea land. Hazelnut production is made on an area of 3079.9 ha and it is the second product after tea. Citrus products and small amounts of vegetables, citrus fruits, kiwi (255.6 ha) and other fruits are grown in the city. Kiwi cultivation is an activity that has been expanding in production in Rize recently. Although the planting rate



of field crops is 70% in Turkey, this rate is 1.7 in Rize. The area for vegetables and ornamental plants is 0.02%, while the area for fruits and citrus is 4.4%. In Rize province, there are 126531 tea producers, 527715 decares of the tea field according to 2019 data (Anonymous, 2019).

There are a total of 63 cooperatives, 44 agricultural development and 19 aquaculture, 6 tea associations, 1 superior association, 1 bee growers association and 4 producers association affiliated to the Ministry of Agriculture and Forestry in Rize. ÇAYKUR, the largest and leading company in tea sector in Turkey, is in the province of Rize. ÇAYKUR has 46 fresh tea processing factories, 1 tea packaging factory, 1 marketing and production regional directorate, 8 marketing regional directorate, Anatamir Factory, Atatürk Tea and Garden Cultures Research Institute Directorate, 12541 employees and 9.095 ton/day fresh tea processing capacity. While the fresh tea produced in the area varies by years, about 50-55% is bought by ÇAYKUR. ÇAYKUR has a market share of about 45-50% in national dry tea market. In 2019, 1407 thousand tons of tea were bought by ÇAYKUR and the private sector in Turkey (Anonymous, 2019).

## 2.2 Method used in data collection

Rize, which is located in the Eastern Black Sea region, is both convenient for tea production in terms of soil and climatic conditions and also it is the city in which the highest tea production is made. For this reason, organic and conventional tea producers constitute the main material of the study. The data in the study were obtained through face-to-face surveys conducted with tea producers.

## 2.3 The method used in determining the producers surveyed

According to data taken from ÇAYKUR in January 2016, it was found that organic and conventional production is made in İkizdere, Hemşin, Çayeli, Ardeşen, Fındıklı, Güneysu, Kalkandere, Çamlıhemşin towns of Rize province. There are 1370 producers making organic production in 13 different villages of Hemşin town and 86 producers are making conventional production in 10 different villages. Since there is too much production, the sample of the present study consists of farmers making organic or conventional tea production in Hemşin town of Rize province.

In villages making organic and conventional tea production, the farmers to be surveyed were determined with "simple random sampling" based on the field they were producing tea (Yamane, 2001). According to this sampling method, the number of farmers to be surveyed was calculated as 115 for organic production and as 65 for conventional production with a confidence interval of 90% and an error margin of 5%. "Random numbers table" was used in order not to spoil randomness. The

field study was completed by surveying 115 organics and 50 conventional producers when producers to be surveyed were not found or because some of the producers did not accept the interview. The surveys were conducted between October 2015 and February 2016.

## 2.4 The method used in data analysis

In the study, in order to compare the social and economic characteristics of organic and conventional producers, t-test (normal distribution) was used according to the status of variables' meeting normality assumption. Logistic regression analysis was used to find out the socio-economic characteristics affecting producers' making organic production. The most important difference of logistic regression analysis from discriminant analysis and multiple regression analysis, which are other methods that can be used for this purpose, is that assumptions such as explanatory variables' showing normal or multiple normal distribution, linearity and equality of variance-covariance matrices are not sought (Tabachnick and Fidell, 2007). In logistic regression, maximum likelihood method is used instead of ordinary least square method in model prediction. This method is used to find out the maximum likelihood estimation of coefficients. Logistic regression is concerned with making the probability of an event to happen "maximum" rather than making it the "least" square of deviations (Hair et al., 2006). Logistic regression analysis is grouped into three according to the type of scale the response variable is measured and the number of options of response variable. If the response variable is a categorical variable with two options, "Binary Logistic regression analysis" is used, if it is a variable with a classification more than two categories (levels) "Multinomial logistic regression analysis" is used and if it is a variable obtained with ranking scale, "Ordered logistic regression analysis" is used (Stephenson et al., 2008).

In the present study, while the dependent variable was the state of making organic production or not making organic production (conventional production), Binary Logistic regression analysis" was used in model estimation. In this context, the functional form of the logistic regression model estimating the characteristics that affect organic and conventional producers' making organic production are as follows:

$$\log \left[ \frac{Y}{1-Y} \right] = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_{10}X_{10}$$

- Y : Conventional = 0, Organic = 1  
 b<sub>0</sub> : Regression constant  
 b<sub>1</sub>...b<sub>10</sub> : Regression coefficients  
 X<sub>1</sub> : Age (years)  
 X<sub>2</sub> : Total agricultural experience (years)

X <sub>3</sub>	: Non-agricultural income (TL)
X <sub>4</sub>	: Presence of tea land (decare-da)
X <sub>5</sub>	: Amount of tea production (kg/season)
X <sub>6</sub>	: Fertilizer expense (TL)
X <sub>7</sub>	: Workforce expense (TL)
X <sub>8</sub>	: Pruning expense (TL)
X <sub>9</sub>	: Transportation expense (TL)
X <sub>10</sub>	: Income from tea (TL/season)

The main purpose of this model is the selection of independent variables that best explain the variation in the dependent variable or that can be various in distinguishing the various levels of the dependent

variable from each other. Educational status of tea producers, one of the social and economic characteristics, was originally added in the model; however, it was omitted from the basic model since it failed in estimation. Logistic regression analysis was conducted by taking dependent and independent variables into consideration and the model was completed in 3 steps and with 8 variables. The model was found to be significant according to Hosmer and Lemeshow test results in general (Table 1). With the equation obtained in Step 3, an accuracy of 95.8% was obtained.

Table 1. Significance results of the model

Çizelge 1. Modelin önem sonuçları

Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square	Nagelkerke R Square	Hosmer and Lemeshow Test	
				Chi-square	p
1	40.570	0.625	0.884	5.904	0.658
3	42.795	0.620	0.877	7.593	0.474

p: Significance Level

### 3. Results and Discussion

#### 3.1 Socio-economic characteristics and characteristics of enterprises

It was found that organic tea producers in the research area were between the ages of 23 and 81 and their average age was 55, while conventional tea producers in the research area were between the ages of 26 and 67 and their average age was 51. While conventional tea producers were found to be engaged in agriculture for an average of 26 years, organic tea producers were found to be engaged in agriculture for an average of 35 years. When the agricultural experiences of organic producers were examined in more detail, it was found that they transferred to organic production after an average of 29 years of conventional tea production. It was found in the study that organic tea producers started organic production with an average of 6 years ago. Agricultural experiences of producers who made organic tea production for 2-13 years were found to be higher when compared with the agricultural experiences of conventional producers. Significant differences were found between organic and conventional producers in terms of age, agricultural experience and non-agricultural income ( $p < 0.05$ ). When the producers were compared in terms of non-agricultural income, it was found that conventional producers had higher non-agricultural income (17904.00 TL). In terms of educational level, it was found that producers in both groups were mostly primary school graduates and thus no significance was found between organic and conventional tea producers in terms of educational status. When the land and production characteristics of the producers were examined, it was

found that organic producers had an average property land of 5.8 da, an average of 4.44 da land where tea was produced and average tea production amount of 303 kg/da per shoot (Table 2). Average property land of conventional producers was found as 6.7 da, while they were found to have an average of 5 da land where tea was produced. The amount of conventional producers' tea production was found as 555 kg/da in one season. No difference was found in the study in terms of land size; however, there are studies which found that producers with small land size transferred to organic farming (Thapa and Rattanasuteerakul, 2011).

While calculating the total annual gross income of producers, the calculations were made based on the 2016 ÇAYKUR and private sector fresh tea prices, the year in which the survey was conducted. ÇAYKUR fresh tea leaf price was taken as 3.25 TL/kg for organic producers, as 1.9 TL/kg for conventional producers and as 1.2 TL/kg for private sector. It can be seen that ÇAYKUR provides better price in order to support and promote organic farming and to prevent producers' loss of income. It was found that the average amount of fresh tea sold in a year (total shoot) by organic producers was 2688 kg, average amount of fresh tea sold in a year (3 shoots) by conventional producers to ÇAYKUR was 5.389 kg, while average amount of fresh tea sold to private sector was 2931 kg.

According to these data, the average annual gross income of organic producers was calculated as 9460 TL, while the average annual gross income of conventional producers was calculated as 13756 TL. Similarly, in a study conducted in Thailand, it was found that the income of conventional producers from agriculture was higher than the income of organic producers and there was a significant difference between them (Thapa and

Rattanasuteerakul, 2011). Since ÇAYKUR provides guarantee for the purchase of organic tea, most of the organic growers sell their tea to ÇAYKUR. While 88%

of conventional producers sell tea both to ÇAYKUR and to private sector, 10% sell only to ÇAYKUR and 2% sell only to private sector.

Table 2. Characteristics of land  
*Çizelge 2. Arazi özellikleri*

Variables	Organic			Conventional			t-value	p
	n	Mean	SE	n	Mean	SE		
Land size (da)	115	4.44	0.28	50	5.09	0.53	1.198	0.233
Amount of production (kg/season)	115	2697.39	200.31	50	8330.00	1079.97	-5.128	<0.001
Amount of production per shoot (kg/da)	115	303.76	22.56	50	555.33	71.99	-3,334	0.001

SE: Standart Error p: Significance Level

Since tea is a perennial plant, tea gardens can have a life span of at least 50 years. During this time, the expenses in general are fertilizer, workload, pruning, transportation and equipment. When Table 3 is examined, it can be seen that the largest part of the expenses of organic tea producers is workload expenses with an average of 1857.04 TL/year. According to the results of the study, it can be seen that conventional producers have higher fertilizer expenses than organic producers. The main reason of this is the fact that a great majority of organic producers do not make

artificial fertilizing since the use of artificial fertilizers is forbidden. In addition, since there are no organic fertilizers completely suitable for tea production and since existing organic fertilizers are expensive, organic producers do not buy organic fertilizers from the market. Also since carrying farm fertilizers and applying them to the garden require too much strength and effort, they are not preferred much by producers. Since ÇAYKUR is collectively certified for organic producers on behalf of producers, there is no certification fee for producers.

Table 3. Expenses of producers  
*Çizelge 3. Üreticilerin gelirleri*

Expenses	Organic	Conventional	t-value	p
	Mean ± SE	Mean ± SE		
Fertilizer TL / Year	180.43 ± 44.75	835.4 ± 103.02	-5.831	<0.001
Workload TL / Year	1857.04 ± 238.39	6291.00 ± 2764.87	-1.598	0.018
Pruning TL/ Year	173.65 ± 17.53	170.20 ± 26.31	0.109	0.914
Transportation TL/ Year	163.46 ± 16.99	513.00 ± 56.81	-5.894	<0.001

SE: Standart Error; p: Significance Level; TL: Turkish Lira

Since the areas where tea is grown have a mountainous and rough structure, the use of machinery in agriculture is difficult. Therefore, all of the tea production is based on human workforce. Workforce is needed heavily during the harvest period. Pruning, fertilizing, and cleaning from weeds is generally carried out by members of the family. The presence of foreign workforce was found to be high in the research area. Large numbers of people come to the area to collect tea, especially from Georgia and Azerbaijan. Apart from

these, it was also found that workers came from surrounding cities also, although few in number. In the study, individuals such as neighbours and relatives, who are outside the family, were also evaluated as foreign workforce. According to the results of the study, 53% of organic tea producers and 44% of conventional tea producers use foreign workforce.

### 3.2 Characteristics affecting producers' making organic tea production

According to the results of the logistic regression analysis conducted to show the social and economic characteristics affecting producers' making organic tea farming, it was found that although organic tea producers had higher workload expenses when compared with other types of expenses (see Table 3 and Table 4), the effects of workload and transportation

expenses on the state of doing organic production were found to be insignificant. Apart from these variables, the effects of the variables of producers' ages, their agricultural experiences, non-agricultural incomes, size of the tea garden, amount of tea production, fertilizer and pruning expenses, and income from the season (income from tea) were found to be significant.

Similarly, it was found that the income from tea had positive effects on adapting organic tea farming for producers in studies conducted in North Vietnam (Doanh et al., 2018, Van Ho et al., 2019). In Rana et al. (2012)'s study, it was found that producers' age, agricultural experience, total land of agriculture, access to credit and state of making use of agricultural consultants were effective factors in adopting organic agricultural activities. Similarly, the result that land size, state of accessing extension services and agricultural experience had significant effects on the decisions of tea producers was a significant result of another study (To The and Nguyen Tuan, 2019).

While it was found in the study that the effects of age, amount of tea production and fertilizer expense were negative on making organic farming, the effects of total experience, tea land, pruning expenses and the income from the season were positive. In a study conducted in Nepal, it was found that amount of tea production and production costs were effective on producers' adopting organic farming (Mishra et al.,

2019). While the amount of tea land showed the largest positive effect in the study, it was found that the possibility of making organic farming increased 135.2% when tea land increased one unit. The effects of non-agricultural income and season income are little if any since the odds ratio (Exp B) is equal to 1. It is possible to have a coefficient that looks small, but in fact has a strong effect when absolute size is considered. This can occur when the estimation variable has a very large range (Bock, 2020). When this model was examined, it was found that non-agricultural income (0 - 50000 TL) and seasonal income (1250 TL - 45000 TL) had a wide range. It was found that the variable of age had the highest negative effect. An increase of one unit in the farmers' age decreases the possibility of transition to organic farming with a rate of 17.2%. Similar to the results of the study, it was found that younger producers in Spain adopted organic olive production (López and Requena, 2005). Unlike the results of this study, it was found in a study conducted in Nepal that older farmers adopted organic tea farming (Karki et al., 2011).

Table 4. Logistic regression analysis results  
Çizelge 4. Lojistik regresyon analizi sonuçları

Step	Variables	B	SE	Wald	p	Exp (B)	95% C.I.for EXP(B)	
							Lower	Upper
Step 1	Constant	7.152	3.731	3.675	0.055	1276.3	-	-
	Age	-0.187	0.101	3.410	0.065	0.829	0.680	1.012
	Agricultural Experience	0.199	0.092	4.613	0.032	1.220	1.018	1.462
	Non-agricultural income (TL)	0.000	0.000	4.722	0.030	1.000	1.000	1.000
	Tea Land	1.019	0.366	7.744	0.005	2.771	1.352	5.681
	Amount of tea production	-0.003	0.001	12.533	<0.001	0.997	0.995	0.999
	Fertilizer expense	-0.003	0.002	4.103	0.043	0.997	0.994	1.000
	Workload expense	0.000	0.000	0.624	0.430	1.000	0.999	1.000
	Pruning expense	0.014	0.007	4.213	0.040	1.014	1.001	1.027
	Transportation expense	-0.002	0.003	0.756	0.385	0.998	0.992	1.003
Income generated in the season	0.001	0.000	10.978	0.001	1.001	1.000	1.002	
Step 3	Constant	7.129	3.639	3.837	0.050	1247.4	-	-
	Age	-0.196	0.098	4.001	0.045	0.822	0.678	0.996
	Agricultural Experience	0.209	0.089	5.509	0.019	1.233	1.035	1.469
	Non-agricultural income (TL)	0.000	0.000	5.998	0.014	1.000	1.000	1.000
	Tea Land	0.855	0.284	9.057	0.003	2.352	1.348	4.106
	Amount of tea production	-0.003	0.001	16.790	<0.001	0.997	0.995	0.998
	Fertilizer expense	-0.004	0.001	9.083	0.003	0.996	0.993	0.999
	Pruning expense	0.015	0.006	5.150	0.023	1.015	1.002	1.028
	Income generated in the season	0.001	0.000	14.108	<0.001	1.001	1.001	1.002

B: coefficient; SE: Standart Error; p: Significance Level; CI: Confidence Interval

In the study, it was found that the seasonal income was an effective factor in producers' adopting organic tea. Similarly, in a study which examined the effects of organic farming on income and the state of adopting organic farming in farmers making organic farming in Africa, it was estimated that each additional organic technique used brought an income equal to approximately 9% of net coffee income. In addition, a positive association was found between organic

practices and yield per tree (Bolwig et al., 2009). Similarly, it was found in a study conducted in North Vietnam that farmers who were in high-income, natural and physical environments were more inclined to adopt organic tea production (Lampach et al., 2017). Thus, generalization of organic production, which is a more sustainable and healthier preference in terms of the environment and natural resources, will bring an increase in welfare in rural areas.

Since all of the producers in the region sold their tea to ÇAYKUR, they were not included in the model; however, based on previously conducted studies, it can be seen that ÇAYKUR is one of the factors affecting the producers' adoption of organic tea farming in the Eastern Black Sea region (Abacı et al., 2020). The fact that ÇAYKUR guarantees tea purchases to producers and also the application of area based incentives have contributed significantly to the spread of organic tea farming in the region. It has been proven in the study conducted in Thailand that these factors and extension trainings given by experts are important in transition to organic tea production (Tran, 2009, Tran and Yanagida, 2011). At the same time, issues such as producers' having a strong communication network about organic farming, increases in the support of government about the marketing of organic products, standards in the management of production being open and applicable by producers have been found as factors affecting organic farming's becoming widespread (Schneeberger et al., 2002, Sharifi et al., 2010).

#### 4. Conclusion

According to the results obtained from the study, average age of organic producers is higher than the average age of conventional producers and non-agricultural incomes of organic producers are lower than conventional producers. Organic producers have more agricultural experience than conventional producers. The main reason of this is the fact that since organic tea production is made in high areas and since generally retired individuals live in these places, they buy less tea from the tea gardens of organic tea producers. It is also seen that the individuals who are interested in organic farming are mostly older producers. Considering that older producers are loyal to traditions and conservative about innovations, it is obvious that young producers may be more effective in the spread and adaptation of innovations. For this reason, young producers should be supported in the region and they should be encouraged to participate in and be interested in organic farming.

When the business characteristics of organic and conventional tea producers are evaluated as a whole, it can be seen that tea farming is made in the form of small family business. At the same time, while there were no differences between organic and conventional producers in terms of land size, the yield and income of conventional producers per decare were higher than those of organic producers. However, it was also found that expenses are higher in conventional farming when compared with organic farming. In this case, when the expenses are subtracted from the total income of producers, the incomes of conventional and organic producers per decare are similar. In spite of this, since producers think that they have more product, thus more income, they prefer conventional farming more.

However, since organic farming has many advantages over conventional farming such as environment, natural resources, animal and human health, producers should be directed to organic farming. In addition, the fact that fertilization is not made in organic farming causes decrease in yield per decare. This situation affects producers' transition to organic farming negatively. However, the fact that ÇAYKUR guarantees organic tea purchases is important in terms of encouraging producers. ÇAYKUR, which is an important sector in the region, should be informed about organic farming through agricultural engineers and organic farming should become more widespread. Conventional and organic producers should be brought together with regular intervals and they should exchange information. At the same time, it was found that husbandry was not developed in the region although farm manure had an important place in agricultural activities, especially in organic farming. Therefore, it seems important to support husbandry in the region in order to increase yield.

#### Acknowledgements

This research has been funded with PYO.ZRT.1901.16.001 numbered scientific research Project at Ondokuz Mayıs University.

#### Conflict of Interests

The authors declare that they have no conflict of interests.

#### References

- Abacı, N.I., Keskin, E., Demiryurek, K., 2020. Innovation decision making process in organic tea agriculture: The case of Rize district, Turkey. *Black Sea Journal of Public and Social Science*, 3(1): 22-30.
- Anonymous, 2019. Tea sector report [online]. Available from URL: <http://www.caykur.gov.tr/Pages/Yayinlar/YayinDetay.aspx?ItemType=5&ItemId=721> (Accessed: 10.07.2020).
- Anonymous, 2020a. Economy [online]. Rize Directorate of Provincial Agriculture and Forestry. Available from URL: <https://rize.tarimorman.gov.tr/Menu/13/Ekonomi> (Accessed: 10.07.2020).
- Anonymous, 2020b. Geographical structure [Online]. Rize Directorate of Provincial Agriculture and Forestry. Available from URL: <https://rize.tarimorman.gov.tr/Menu/12/Cografik-Yapi> [Accessed: 10.07.2020].
- Bock, T., 2020. How to interpret logistic regression coefficients [online]. Available from URL:

- <https://www.displayr.com/how-to-interpret-logistic-regression-coefficients/> (Accessed: 25.05 2020).
- Bolwig, S., Gibbon, P., Jones, S., 2009. The economics of smallholder organic contract farming in tropical Africa. *World Development*, 37(6): 1094-1104. doi: 10.1016/j.worlddev.2008.09.012
- Cukur, T., 2015. Conventional dairy farmers converting to organic dairy production in Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(4): 1543-1551. doi: 10.15244/pjoes/41534
- Doanh, N. K., Thuong, N.T.T., Heo, Y., 2018. Impact of conversion to organic tea cultivation on household income in the mountainous areas of Northern Vietnam. *Sustainability*, 10(12): 4475. doi: 10.3390/su10124475
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., 2006. *Multivariate Data Analysis (6th Edition)*, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
- IFOAM, 2008. Definition of organic agriculture [online]. Available from URL: <https://www.ifoam.bio/why-organic/organic-landmarks/definition-organic> (Accessed: 08.07 2020).
- Karki, L., Schleenbecker, R., Hamm, U., 2011. Factors influencing a conversion to organic farming in Nepalese tea farms. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 112(2): 113-123.
- Keskin, E., 2019. Adoption of organic tea cultivation and innovation decision process in Rize province of Turkey. Master Master Thesis, Ondokuz Mayıs University.
- Khaledi, M., Weseen, S., Sawyer, E., Ferguson, S., Gray, R., 2010. Factors influencing partial and complete adoption of organic farming practices in Saskatchewan, Canada. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 58(1): 37-56. doi: 10.1111/j.1744-7976.2009.01172.x
- Lampach, N., Nguyen-Van, P., To-The, N., 2017. Determinants of the adoption of organic tea production in Northern Vietnam: A robustness analysis. *Bureau d'Economie Théorique et Appliquée, UDS, Strasbourg*.
- López, C.P., Requena, J.C., 2005. Factors related to the adoption of organic farming in Spanish olive orchards. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 5-16.
- Mishra, P., Kattel, R.R., Dhakal, S.C., Bhandari, P.L., 2019. Factors affecting the adoption of certification among the orthodox tea growers in Nepal. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 22(4): 1-6. doi: 10.19080/IJESNR.2019.22.556095
- Parra-Lopez, C., De-Haro-Giménez, T., Calatrava-Requena, J., 2007. Diffusion and adoption of organic farming in the Southern Spanish olive groves. *Journal of Sustainable Agriculture*, 30(1): 105-151. doi: 10.1300/J064v30n01\_09
- Rana, S., Parvathi, P., Waibel, H., 2012. Factors affecting the adoption of organic pepper farming in India. Conference on International Research on Food Security, Natural Resource Management and Rural Development, September 19-21, Göttingen, Germany.
- Schneeberger, W., Darnhofer, I., Eder, M., 2002. Barriers to the adoption of organic farming by cash-crop producers in Austria. *American Journal of Alternative Agriculture*, 17(1): 24-31.
- Sharifi, O., Sadati, S.A., Ghobadi, F.R., Sadati, S.A., Mohamadi, Y., Del, P.T.T., 2010. Barriers to conversion to organic farming: A case study in Babol County in Iran. *African Journal of Agricultural Research*, 5(16): 2260-2267.
- Stephenson, B., Cook, D., Dixon, P., Duckworth, W., Kaiser, M., Koehler, K., Meeker, W., 2008. Binary response and logistic regression analysis. Available from URL: <http://www.stat.wisc.edu/mchung/teaching/MIA/reading/GLM.logistic.Rpackage.pdf> (Accessed: 10.07.2020).
- Tabachnick, B. G., Fidell, L.S., 2007. *Using multivariate statistics*, 5th ed, Boston, MA, Allyn & Bacon/Pearson Education.
- Thapa, G.B., Rattanasuteerakul, K., 2011. Adoption and extent of organic vegetable farming in Mahasarakham province, Thailand. *Applied Geography*, 31(1): 201-209. doi: 10.1016/j.apgeog.2010.04.004
- To The, N., Nguyen Tuan, A., 2019. Efficiency and adoption of organic tea production: Evidence from Vi Xuyen district, Ha Giang province, Vietnam. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 3(1): 201-217. doi: 10.1007/s41685-018-0092-2
- Tran, N.D., 2009. Transition to organic tea production in the Thai Nguyen Province, Vietnam: economic and environmental impacts. *EAPSEA Research Report*, 71 pp.
- Tran, N.D., YANAGIDA, J., 2011. Adoption and promotion of organic tea production in the Thai Nguyen province, Vietnam: economic consequences and sustainability issues.
- TURKSTAT, 2017. *Turkish Statistical Institute (TurkStat)*.
- Ullah, A., Shah, S.N.M., Ali, A., Naz, R., Mahar, A., Kalhor, S.A., 2015. Factors affecting the adoption of organic farming in Peshawar-Pakistan. *Agricultural Sciences*, 6(6): 587-593. doi: 10.4236/as.2015.66057
- Van Ho, B., Nanseki, T., Chomei, Y., 2019. Profit efficiency of tea farmers: case study of safe and conventional farms in Northern Vietnam. *Environment, Development and Sustainability*, 21(4): 1695-1713. DOI: 10.1007/s10668-017-0073-z
- Yamane, T. 2001. *Temel örnekleme yöntemleri*, İstanbul, Literatür Yayıncılık.



## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.781309

# Şeker pancarı tohumlarında depolama koşullarının ve süresinin çimlenme üzerine etkileri

Songül Gürel\*

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü 14030 Bolu

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [songul.gurel@ibu.edu.tr](mailto:songul.gurel@ibu.edu.tr)

Geliş/Received 16/08/2020 Kabul/Accepted 25/09/2020

## ÖZET

Yüksek verim ve kalite standartlarına sahip şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) üretimi için kaliteli tohumluk kullanılması esastır. Şeker pancarı tohumları ya ham (işlenmemiş) ya da işlenmiş olarak depolanmaktadır. Tohumların depolama ömrü; tohum üretimi sırasında uygulanan kültürel işlemler, çevresel faktörler, çeşidin genetik özelliği, tohumun kimyasal içeriği, tohumun olgunluk düzeyi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu çalışmada, Türkiye’de üretimi yapılan şeker pancarı tohumlarının 17 yıl süre ile depolanmasının çimlenme oranları üzerine etkileri incelenmiştir. Hasat edildiklerinde %12 nem içeriğine sahip olan tohumlar, sıcaklığı ve nemi kontrol edilmeyen depolarda saklanmıştır. Depo sıcaklıkları Aralık (1 °C), Ocak (2 °C) ve Şubat (3 °C) aylarında en düşük olurken, Temmuz ve Ağustos aylarında 29 °C’ye yükselmiştir. Deponun nisbi nemi Ocak ayında %69, Temmuz ve Eylül aylarında ise %22 olarak kaydedilmiştir. Üretiminden sonra 17 yıl süre ile saklanan 12 farklı partiye ait ham tohumlarda en yüksek çimlenme oranı %92 ile 3, 6 ve 7 nolu partilerden elde edilmiş ve bu 3 partiye ait işlenmiş tohumlarda ise bu oran %93 ila %95 arasında değişmiştir. Uzun süre depolanan tohumların sera testlerinde, bütün tohum partilerinin çimlenme oranları %82 ila %94 arasında değişmiştir. Tohumların tarla çıkış oranları, laboratuvar ve sera çimlenme testleri ile bir paralellik göstermiş ve çimlenme oranları %88 ila %90 arasında değişmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Şeker pancarı  
*Beta vulgaris* L.  
Tohum depolama  
Tohum ömrü  
Çimlenme oranı

## Effects of storage conditions and duration on germination in sugar beet seeds

### ABSTRACT

It is essential to use quality seeds for the production of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) with high yield and quality standards. Sugar beet seeds are stored either raw (unprocessed) or processed form. Longevity of seeds in storage is affected by cultural processes applied during seed production, environmental factors, genetic characteristics of the variety, chemical content of the seed, and seed maturity status. In this study, the effects of storage period of 17 years on germination of stored sugar beet seeds produced in Turkey were investigated. When harvested, seeds with a moisture content of 12% were stored in storage whose temperature and humidity parameters were not controlled. While storage temperatures were the lowest in December (1 °C), January (2 °C) and February (3 °C), it increased to 29 °C in July and August. The relative humidity of the storage was 69% in January and 22% in July and September. The highest germination rate of raw seeds, which were stored for 17 years after production was obtained as 92% from the lots 3, 6 and 7 and 93-95% in processed seeds of these 3 lots. In the greenhouse tests of stored seeds, the values of germination rates in all seed lots were obtained between 82% and 94%. Field emergence rates of seeds showed a parallelism with laboratory and greenhouse germination tests, germination rates varying between 88% and 90%.

Keywords:  
Sugar beet  
*Beta vulgaris* L.  
Seed storage  
Seed longevity  
Germination rate

© OMU ANAJAS 2020



## 1. Giriş

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan şeker, dünyada en çok şeker kamışı (%76.1) ve şeker pancarı (%23.9)'ndan üretilmektedir. Türkiye; AB, ABD ve Rusya'dan sonra dünyanın dördüncü, AB ve Rusya'dan sonra ise Avrupa'nın üçüncü büyük pancar şekeri üreticisi konumundadır (Sektör Raporu, 2019).

Şeker pancarı iki yıllık bir bitkidir. Birinci yılda vejetatif gelişme göstererek içinde şekerin biriktirildiği kök kısmını oluşturur ve şeker üretimi için hasat edilir. İkinci yılda ise tohuma kalkarak çiçeklenme ve tohum üretiminin sağlandığı generatif gelişme gerçekleşir. Tohum üretimi için bitkilerin 15-20 hafta boyunca 4-10 °C sıcaklıklarda vernalize edilmeleri gerekmektedir (Longden, 1986; Milford, 2006). Vernalizasyondan hemen sonra 15 °C'nin üzerindeki yüksek sıcaklıklar, bitkileri devernalize ederek bitkilerin vejetatif dönemde kalmasına neden olabilir ve dolayısı ile bu bitkiler çiçek açamaz veya tohum üretemezler. Vernalizasyon gereksinimleri çeşitlere göre farklılık gösterebilmekte ancak Akdeniz iklimlerinde kış ve ilkbahar koşulları genellikle generatif gelişmeyi (tohuma kalkma ve çiçeklenme) indüklemek için yeterli olmaktadır (Kockelmann ve ark., 2011). Vernalizasyondan sonra bitkiler tohum dalı meydana getirmekte ve yaklaşık 5 ay sonra tohum hasadı yapılabilmektedir.

Günümüzde üretilen şeker pancarı bitkilerinin tamamına yakını hibrit çeşitlerdir. Bu çeşitler aynı zamanda monogerm karakterdedir ve her bir boğumda tek bir çiçek oluşmakta, bundan meydana gelen her bir meyve de sadece bir bitki oluşturmaktadır. Monogerm çeşitlerin şeker pancarı tarımında kullanılması ile bitkilerin teklenmesinde işçilik masrafları elimine edilmektedir. Monogerm tohumların ekimi kolay olmakta ve şeker pancarı yetiştiriciliğinde ekim ve bakım işlemlerinde mekanizasyona uygunluk önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Yüksek verim ve kaliteye sahip şeker pancarı üretimi için kaliteli tohumluk kullanılması esastır. Tohumların hasatından sonra; temizleme, boyutlandırma, yıkama, kurutma, perikarp (meyve kabuğu) inceltme, parlatma, kaplama veya peletleme gibi işlemler uygulanmaktadır (Sliwiska ve ark., 1999; Kockelmann ve Meyer, 2006; Steinbrecher ve Leubner-Metzger, 2017; Chomontowski ve ark., 2019). Tohum işleme teknolojileri tarlada şeker pancarı üretiminde bitki sayısını garantilemek ve bitkilerin daha güçlü çıkışını sağlamak için uygulanmaktadır (Kockelmann ve Meyer, 2006; Blunk ve ark., 2017). Şeker pancarı tohumları ya ham ya da işlenmiş olarak depolanmaktadır. Tohumların depolama ömrü; tohum üretimi sırasında uygulanan kültürel işlemler, çevresel faktörler, çeşidin genetik özelliği, tohumun kimyasal içeriği, tohumun olgunluk düzeyi gibi faktörlerden etkilenmektedir (Arın, 2018). Olgunlaşmamış ya da zarar görmüş tohumların depo ömrü kısa olurken, sert

tohum kabuğuna sahip tohumlar yumuşak kabuklu tohumlara göre daha uzun süre depolanabilmektedir (Şehirli, 1997). Ayrıca deponun nisbi nemi sıcaklıkla birlikte tohumların depolama ömrünü etkilemektedir. Ayrıca depo hastalıkları ve zararlılarının aktiviteleri ve tohumun nem içeriği de depolama süresini önemli ölçüde etkilemektedir. Şeker pancarında hasatta tohum nemi %12 ve altında olmalıdır (Sarıpınar, 2011). Tohum depo ömrü üzerine sıcaklık doğrudan etkili olup mümkün olduğu kadar düşük olmalıdır. Depo sıcaklığı yüksek olduğunda embriyoda solunum hızlanmakta ve zararlı organizmaların etkisi artmaktadır. Tohumların nem içeriği, tür ve çeşide, depolama amacına ve süresine, deponun fiziksel yapısına, paketleme materyaline vb. bağlı olarak güvenlik sınırları içerisinde olmalıdır (Copeland ve McDonald, 2001). Yüksek tohum nemi (genel olarak %12-14 üzeri) depo zararlılarının gelişimini ve kızılmayı teşvik ederken, düşük tohum nemi (%4'ten düşük) tohum canlılığına zarar vermektedir (Arın, 2018). Tohum neminde %1'lik ve ortam sıcaklığındaki 5°C'lik bir yükselme sonucunda tohum depo ömrü yarıya inmektedir (Harrington, 1973). Ayrıca izolasyonu uygun olmayan depolarda eğer depo iç ve dış sıcaklık farkı yüksek ise depodaki tohumlarda çimlenmenin başlamasına ve tohumlarda mikroorganizma gelişimine neden olmaktadır (Arın, 2018).

Bitkilerin birçoğu düşük sıcaklık ve nem koşullarında saklanabilen tohumlar üretmektedirler. Tohumun uzun ömürlülüğü hakkındaki bilgilerin çoğu, tohumlarla ilgili yapılan yapay yaşlanma deneylerine dayanmaktadır. Bu deneylerde, tohumlar birkaç hafta boyunca yüksek sıcaklık ve nem gibi optimum olmayan koşullara maruz bırakılmakta ve tohumların ömrü, tohumun nem içeriği, depolama sıcaklığı ve tohum partilerinin karakterlerine göre tahmin edilmektedir (Zinsmeister ve ark., 2020; Walters ve ark., 2005). Bu tür hesaplamalar ile yüksek kaliteli tohumların ideal koşullarda yüz yıllar boyunca canlı kalabileceği tahmin edilmiş ancak bu sonuçların birçoğu uzun süreli depolama çalışmalarında nadiren doğrulanmıştır. Uzun süreli tohum depolaması *ex situ* gen bankasının korunması için çok önemlidir (Li ve ark., 2009; Long ve ark., 2015). Gen bankaları ürün çeşitliliğini korumakta ve bitki üretimi, araştırma, eğitim ve diğer amaçlar için tohumların kullanımını kolaylaştırmaktadır (Merritt ve ark., 2014; LePrince ve ark., 2017).

Tohum ömrü, tohum depolanmasından sonraki tohum canlılığı olarak tanımlanır (Rajjou ve Debeaujon, 2008). Tohum ömrünü başlıca iki temel faktör belirlemektedir; sıcaklık ve nem içeriği (Priestley, 1986). Depolama sırasındaki yüksek sıcaklıklar, tohumun bozulmasını hızlandırarak depolama ömrünü azaltmaktadır. 0-50 °C arasındaki depolama sıcaklıklarında sıcaklığın her 5 °C azaltılması ile tohum ömründe iki kat artış sağlanabilmektedir. Bu nedenle 0-5 °C arasındaki sıcaklıklar tohum depolaması için uygundur. Uygulamada ise, daha ekonomik olması

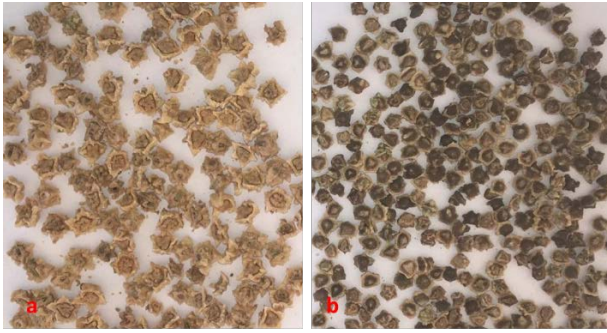
nedeni ile depo sıcaklığının 10 °C olması çoğunlukla tercih edilmektedir (Arın, 2018).

Bu çalışmada sıcaklık ve nemin kontrol edilmediği depolarda uzun süre saklanan Ansa isimli ticari şeker pancarı çeşidinin laboratuvar koşullarında çimlendirme testleri yapılmıştır. Ayrıca seralarda ve arazide tohumların çıkış yüzdeleri belirlenmiş ve çimlenme oranlarının zaman içerisindeki değişimleri incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Bitkisel Materyal

Bu çalışmada, ticari bir şeker pancarı çeşidi olan Ansa (KWS, Almanya)'nın tohumları kullanılmıştır. 2001 yılında Türkiye'de üretilen 12 farklı partiye ait ham (işlenmemiş) tohum (Şekil 1a) veya 3 partiye ait işlenmiş tohumlar (Şekil 1b) Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. Şeker Enstitüsüne ait tohum depolarında saklanmıştır.



Şekil 1. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumları: a) Ön temizliği yapılmış ham (işlenmemiş) tohum, b) İşlenmiş tohum.

Figure 1. Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seeds: a) pre-cleaned raw (unprocessed) seeds, b) processed seeds.

Hasadı yapılan ham tohum partilerinin ön temizleme işleminde, içerdikleri sap, saman, çok büyük veya çok küçük şeker pancarı tohumları ile diğer yabancı maddeler, çöp, yabancı ot tohumlarının temizliği yapılmıştır. Ön temizliği yapılan ham şeker pancarı tohumlarının işlenmesi aşamasında dağıtıcı eleme, hava ile ayırma, perikarp inceltme (cılalama), eleme, hava akımıyla ayırma ve gravite eleğiyle ayırma uygulamaları yapılmıştır. İşlemeye tabi tutulan bu tohumların nem içeriği %12'nin altında olmuştur.

Şeker pancarı tohumu girintili çıkıntılı olup yüzey şekli düzensizdir ve perikarp (meyve kabuğu) çimlenme inhibitörlerini içermektedir. Bu nedenle işleme sırasında kalın olan perikarp tabakası inceltilmiş ve böylece çimlenmeye engel olan inhibitörler uzaklaştırılmış ve tam dolu, normal büyüklükte ve ağırlıkta olan tohumlar daha sonraki işlemler için ayrılmıştır.

### 2.2 Depoların Sıcaklık (°C) ve Nem (%) Değerleri

Tohumlar sıcaklığı ve nemi kontrol edilmeyen depolarda depolanmıştır. Depolama ortamının sıcaklık

ve nem değerleri her yıl 12 ay boyunca en düşük ve en yüksek olarak kaydedilmiştir (Çizelge 1 ve Çizelge 2).

Tohumların depo ömrünü etkileyen en önemli etmenler ortamın nem ve sıcaklık değerleridir. En düşük sıcaklık 2013 yılının Aralık ayında (-1 °C) olarak kaydedilmiştir. 2013-2018 yılları arasında ayların ortalamalar dikkate alındığında, en düşük sıcaklıklar 11-12 °C arasında değişmiştir. En yüksek ortalama sıcaklıklar 18-20 °C arasında gerçekleşmiştir. Aylara göre ortalamalar dikkate alındığında, en düşük sıcaklık ortalaması Aralık ayında 1 °C olarak ölçülürken en yüksek sıcaklık ortalaması Temmuz ve Ağustos aylarında 29 °C olarak kaydedilmiştir. Yine Temmuz ve Ağustos aylarında en yüksek sıcaklık 31 °C olarak gerçekleşmiştir.

Depoların nem oranları yıllara ve aylara göre değişim göstermiştir. 12 ayın ortalamaları dikkate alındığında nisbi nem oranı en düşük 2013 yılında %27 olurken en yüksek 2014 yılında %65 olmuştur. Bütün yılların ortalamalarına göre en yüksek nisbi nem oranı Ocak ayında %69 olurken en düşük nisbi nem oranı Temmuz ve Eylül aylarında %22 olmuştur. Nisbi nem değeri en yüksek 2016 yılının Şubat ayında %86, en düşük ise 2013 yılının Mart ayında %14 olarak gerçekleşmiştir.

### 2.3 Laboratuvarda Çimlenme Testleri

Çimlenme testleri ham tohumlarda 2007; işlenmiş tohumlarda ise 2005 yılından itibaren yapılmıştır. Testler 2018 yılına kadar devam etmiştir. Çimlenme testleri yılda iki kez 6 ay aralıklarla yapılmıştır.

Çimlenme testleri için her bir partiden 400 tohum olacak şekilde örnekler alınarak testler 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her bir tekerrürde 100 tohum kullanılmıştır. Çimlendirilecek tohumlar 4 saat süre ile saf suda ön yıkamaya tabi tutulmuş ve oda sıcaklığında kurutulduktan sonra fungusit ile ilaçlanmıştır. Tohumlar çimlendirme kabında pileli kâğıt arasında, 40 ml saf su ile nemlendirilerek, karanlık koşullarda 20°C sıcaklığa sahip çimlendirme odasında çimlenmeye bırakılmıştır. 1 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiş ve sayımlar 14. günde yapılarak, çimlenme oranları (%) belirlenmiştir. Çimlenme denemeleri ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) kurallarına göre yapılmıştır (ISTA, 1985) (Şekil 2a).

### 2.4 Seralarda Çimlenme Testleri

2001 yılında üretilen tohumlar 2015 yılında toprakta çimlenme testine tabi tutulmuştur. Çimlenme denemesinde 15 partinin tohumları kullanılmıştır. Her bir parti için her bir sırada 20 tohum olacak şekilde toplam 400 tohum kullanılmış ve torf içeren kasalara ekimler yapılmıştır. Çimlenme testleri serada 25 °C sıcaklıkta yürütülmüştür. Tohumlar 2 cm derinliğe ekilmiştir. 14. gün sonunda çıkan bitkiler sayılarak çıkış oranı (%) hesaplanmıştır. Çıkış oranı, kotiledon yaprakları toprak yüzeyine çıkan bitkilerin sayılması ile belirlenmiştir (Şekil 2b).



Şekil 2. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarının çimlenmesi; a) Laboratuvarında çimlendirme testi, b) Seralarda toprakta çimlendirme testi, c) Tarlada çimlendirme testi.

Figure 2. Germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seeds; a) Germination test in laboratory, b) Germination test in soil in greenhouse, c) Germination test in field

### 2.5 Tarla Koşullarında Çimlenme Denemeleri

Tohum depolarında işlenmiş olarak depolanan 10 partiye ait tohumlar denemelerde kullanılmıştır. Her bir partiye ait tohum örnekleri, ilaçlandıktan sonra ekimler yapılmıştır. Tarla denemeleri Eskişehir ve Ilgın (Konya) lokasyonlarında 4 tekerrürlü olarak kurulmuş ve çimlenen bitki sayımları ilk bitkilerin çıkışından sonraki 21. günde yapılmıştır (Şekil 2c).

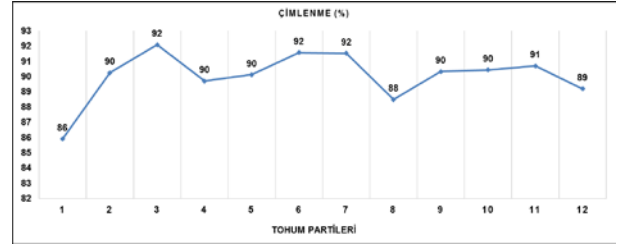
## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Laboratuvarında Çimlenme Testleri

#### 3.1.1 İşlenmemiş tohumlarda çimlenme oranları

Farklı partilere ait tohum örneklerinde yapılan çimlenme testlerinde sayımlar 14. günde yapılmıştır. İşlenmemiş tohumlarda sayımlar 2007 ile 2018 yılları arasında yapılan çimlenme testlerine göre en yüksek çimlenme oranı %95 ile 3 nolu partinin tohumlarında 2007 ile 2008 yıllarında elde edilmiştir. 1 nolu partinin tohumlarında 2010 yılında yapılan çimlenme testlerinde %82 çimlenme oranı ile en düşük değer elde edilmiştir. Bu partinin tohumlarında çimlenme oranları %82-87 arasında gerçekleşmiştir (Çizelge 3). Üretim yılı farklı olan 1 nolu partinin çimlenme oranlarının düşük olması, depolama ömrünün tohumun başlangıç kalitesine bağlı olduğunu ve farklı yıllarda üretilen tohumlar arasındaki çimlenme oranı farklılıkları tohum üretimi sırasında uygulanan kültürel işlemler ve çevresel faktörlerin (özellikle stres koşulları), tohumun depo ömrünü etkilediğini belirten Rao ve ark. (2017) ile uygunluk göstermektedir.

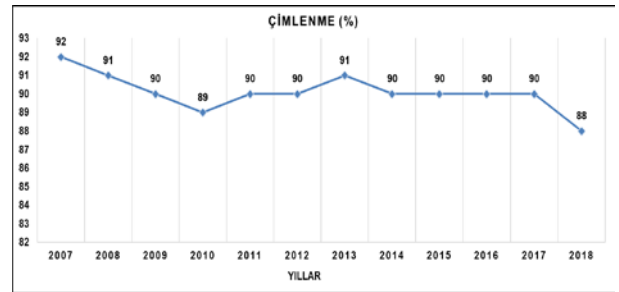
Çimlenme oranları bütün yılların ortalamaları dikkate alındığında 1 nolu partide %86 ile en düşük olmuş, bunu %88 ile 8 nolu parti ve %89 ile 12 nolu partinin tohumları izlemiştir. En yüksek çimlenme oranları ise %92 ile 3, 6 ve 7 nolu partilerden elde edilmiş, diğer partilerde ise bu oranlar %90 ile 91 olarak elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. İşlenmemiş şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarında farklı tohum partilerinin çimlenme oranları (%).

Figure 3. Germination rates (%) of different sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seed lots in unprocessed seeds

Yıllara göre bütün partilerin ortalamaları dikkate alındığında çimlenme oranları en yüksek 2007 yılında %92 olarak elde edilmiştir. Depolama süresinin uzamasıyla birlikte çimlenme oranları 2017 yılına kadar 10 yıllık bir sürede %1-2 oranında azalmış ve %90-91 olarak gerçekleşmiştir. 2018 yılında ise 2007 yılı ile karşılaştırıldığında tohumların çimlenme oranlarında %4'lük bir azalma olmuş ve çimlenme oranı %88'e düşmüştür (Şekil 4).



Şekil 4. İşlenmemiş şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarının yıllara göre çimlenme oranları (%).

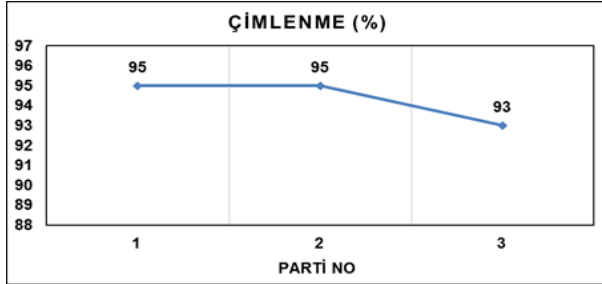
Figure 4. Germination rates (%) of unprocessed sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seeds by years.

#### 3.1.2 İşlenmiş tohumlarda çimlenme oranları

İşlenmiş tohumlarda çimlenme testleri 2005 ile 2018 yılları arasında 3 tohum partisinde yapılmıştır. Depolarda uzun yıllar işlenmiş bir şekilde tutulan şeker pancarı tohumlarındaki çimlenme oranları ham tohumlara göre daha yüksek olmuştur. Yapılan çimlenme testleri sonucunda 2009 yılında 13 ve 14 nolu partiye ait tohumlar ile 2012 yılında 13 nolu partiye ait tohumların çimlenme oranları %97 ile en yüksek olmuştur. İşlenmiş tohumlarda en düşük çimlenme

(%90) ise 2018 yılında 15 nolu partinin tohumlarından elde edilmiştir (Çizelge 4).

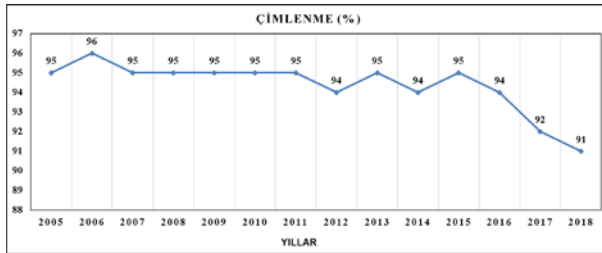
Her bir partiye ait tohumların çimlenme oranları bütün yılların ortalaması dikkate alındığında 1 ve 2 nolu partilerin tohumlarında %95 olarak elde edilmiştir. 3 nolu partinin tohumlarında çimlenme oranı %93 ile daha düşük olmuştur (Şekil 5).



Şekil 5. İşlenmiş şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarında farklı tohum partilerinin çimlenme oranları (%).

Figure 5. Germination rates (%) of different sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seed lots in processed seeds.

Üç partiye ait işlenmiş tohumların ortalamalarına göre en yüksek çimlenme oranı %96 ile 2006 yılında elde edilmiştir. Bu oranlar son iki yıla kadar %1-2 oranında azalmıştır. Çimlenme oranları 2017 yılında %4 lük bir düşüşle %92'ye gerilemiş ve 2018 yılında ise bu oran %91 olarak elde edilmiş ve %4 lük bir azalma görülmüştür (Şekil 6).



Şekil 6. İşlenmiş şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarının yıllara göre çimlenme oranları (%).

Figure 6. Germination rates (%) of processed sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seeds by years

İşlenmiş tohumların çimlenme oranı 2005 yılında %95 olurken bu oran 2018 yılında %91'e düşmüştür. En yüksek çimlenme oranı 2006 yılında %96 olarak elde edilmiş ve 2016 yılına kadar tohumların çimlenme oranı %94-95 arasında gerçekleşmiştir. İşlenmiş tohumların 14 yıllık depolama süresi boyunca çimlenme oranında %4 oranında bir düşüş görülmüştür (Şekil 6).

Toksik maddelerin üretimi, çimlenme fizyolojisini engelleyen en önemli nedenlerden birisidir (Leprince ve ark., 2017; Righetti ve ark., 2015; Salimi ve Boelt, 2019). Şeker pancarı tohumunun kabuğu kalın ve girintili çıkıntılı bir yapıya sahiptir. Pancarda ise bu toksik maddeler kapakçıkta (operkulum'da) ve meyve

kabuğunda birikmektedir ve inhibitörler olarak bilinen bu maddeler arasında en çok dikkat çekenler fenolik bileşikler veya bunların türevleridir (Klyachenko ve ark., 2018; Wang ve ark., 2018). Bizim çimlendirme denemelerimizde de işlenmemiş ham tohumlarda çimlenme oranı işlenmiş tohumlara göre daha düşük olmuş ve işlenmiş tohumlarda perikarpta bulunan çimlenme inhibitörlerinin yıkanması ile çimlenmenin arttığını belirten Rajjou ve Debeaujon (2008) ve Orzeszko-Rywka ve ark. (2003)'nın çalışmaları ile benzerlik göstermektedir. Yıkama işlemi ile inhibitörlerin dışarı atılması, homojen ve hızlı çimlenmeyi sağlayacak fizyolojik süreçlerin teşvik edilmesi, suyun emilmesinde odunsu şeker pancarı tohumunun çimlenmesine yardımcı olmak için tohum işlemenin etkin olduğunu belirten araştırmacıların (Liu ve ark., 2018; Wozny ve ark., 2018) bulguları, işlenmiş tohumlarda elde ettiğimiz çimlenme oranının daha yüksek olduğu sonuçlarımız ile uyumludur. Ayrıca perikarpın girintili çıkıntılı kısımları da işleme sırasında uzaklaştırılarak inhibitörlerin bir kısmı bu atıklarla atılmaktadır (Zinsmeister ve ark., 2020). Bunlara ilaveten işleme sırasında boş tohumlar da atıldığından çimlenme oranı artmaktadır.

Tohum nem içeriği ise depolamada bir diğer önemli faktördür. Bizim kullandığımız tohumların nem içeriği %12 olup depolanan tohumlarda çimlenme oranını artırmada önemli rol oynamıştır. Şeker pancarında tohumların kalitesini muhafaza edebilmek için harmanlamayı takiben, %12'den fazla nem içeren tohumların hemen kurutulması gerekmektedir (Kockelmann ve Meyer, 2006). Tohumların nem içeriği yükseldiğinde enzimlerinin aktiviteleri artmakta ve tohum kalitesinde bozulmalar yaşanmaktadır (Walters ve ark., 2005). Solberg ve ark. (2020)'nın çalışmasında ise -20 °C'de depolanan tohumların nemi oldukça düşük tutulmuş (%3-5) bu nedenle çimlenme oranı daha yüksek olmuştur.

### 3.2 Serada Çimlenme Testleri

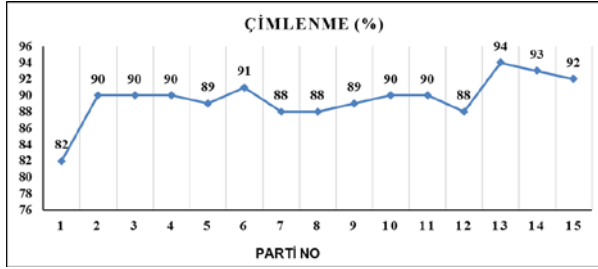
İşlenmiş ve işlenmemiş tohumlar seralarda torf içerisinde çimlendirilmiştir. Bütün tohum partilerinde çimlenme oranlarına ait değerler %82 ile %94 arasında olmuştur. Laboratuvar testlerinde elde edilen sonuçlara paralel olarak sera koşullarındaki çimlendirme testlerinde de işlenmiş tohumlarda çimlenme oranları, işlenmemiş tohumlara göre daha yüksek bulunmuştur. İşlenmemiş tohumlarda en düşük çimlenme oranı %82 ile 1 nolu partiden elde edilirken en yüksek çimlenme oranı %91 ile 6 nolu partinin tohumlarından elde edilmiştir. İşlenmiş tohumlarda ise (parti no 13-15) bu oran %92 ile %94 arasında gerçekleşmiştir (Şekil 7).

### 3.3 Tarla Koşullarında Çimlenme Testleri

Tarla koşullarında çimlendirme denemeleri Eskişehir ve Iğın olmak üzere iki farklı lokasyonda yapılmıştır. Tohumların ekiminden sonra çimlenme başlangıcından 21 gün sonra çimlenen bitkiler



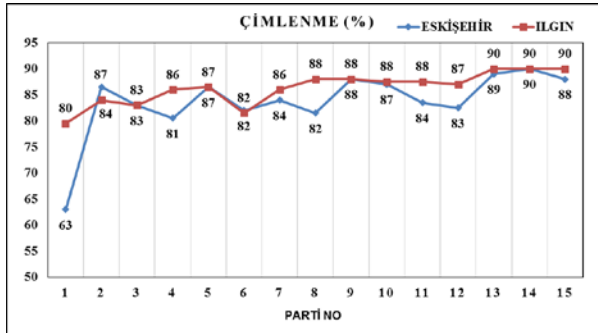
sayılmıştır. İşlenmemiş tohumlarda 1 nolu partinin tohumları Eskişehir’de (%63) ve Iğın’da (%80) en düşük çimlenme oranına sahip olmuştur. En yüksek çimlenme oranı Iğın’da 8, 9, 10 ve 11; Eskişehir’de ise 9 nolu partilerin tohumlarında %88 olmuştur (Şekil 8).



Şekil 7. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarının serada çimlendirilmesi (Parti No: 1-12 işlenmemiş tohumlar, Parti no:13-15: işlenmiş tohumlar).

Figure 7. Germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seeds in the greenhouse (Lot # 1-12 unprocessed seeds, Lot # 13-15: processed seeds).

Tarladaki işlenmiş tohumların çimlenme oranları laboratuvar ve sera çimlenme testleri ile bir paralellik göstermiş ve çimlenme oranları %88 ile %90 arasında değişmiştir. Eskişehir’de yapılan denemelerde işlenmiş tohumlarda laboratuvar testlerine göre %5-6 oranında, Iğın’da ise %3-5 oranında laboratuvar testlerine göre bir düşüş olmuştur (Şekil 8).



Şekil 8. Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohumlarının tarlada çimlendirilmesi (Parti No: 1-12 işlenmemiş tohumlar, Parti no:13-15: işlenmiş tohumlar).

Figure 8. Germination of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seeds in the field (Lot # 1-12 unprocessed seeds, Lot # 13-15: processed seeds).

Laboratuvarda yapılan testler, tohumun optimum koşullarda çimlenme gücüne sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Sera ve tarla testleri tohumluk kalitesini hem genel bir değerlendirmeye tabi tutmak ve hem de bir stres testi olarak kullanılabilir. Tarla koşullarında sıcaklık, toprak nemi, toprak bünyesi, toprak yapısı, tohumun tohum yatağına yerleştirilmesi ve toprak patojenleri gibi unsurların hepsi birden çıkışı

etkilemektedir. Verim üzerinde doğrudan etkili olan tarladaki bitki çıkışı ise laboratuvarlarda belirlenen değerlerden genellikle daha düşük olmaktadır (Hacıseferoğulları, 2005). Bu değerlendirmeye uyumlu olarak tarla testlerinde elde ettiğimiz bitki çıkışları laboratuvar testlerinden elde ettiğimiz çimlenme oranlarına göre daha düşük (işlenmiş tohumlarda %3-6) gerçekleşmiştir. Tarla çıkış oranı ekim ve sayım arasında geçen süre; ekim derinliği, toprak sıcaklığı ve toprak nemine bağlıdır. Çıkış genellikle 1-4 hafta arasında gerçekleşmiştir. Çıkış testi, ilk gerçek yaprakların oluşmasını takiben, son bir bitki sayımı ile tamamlanmıştır (Kockelmann ve Meyer, 2006). Yaptığımız tarla testlerinde 15 yıllık tohumların ekilmesi ile optimum verim elde etmek için yeterli bitki sıklığı sağlanmıştır.

Ancak elde ettiğimiz sonuçlara göre, şeker pancarı tohumlarının kontrolsüz depolarda 17 yıl boyunca 1-29 °C ortalama sıcaklıkta depolanması sonucunda tohumların laboratuvar, sera ve tarla koşullarında yapılan testlerde çimlenme oranının özellikle işlenmiş tohumlarda ekimlerde kullanılabilir seviyede (%88-90) olmasının nedeni, şeker pancarı tohumlarının kalın ve sert kabuklu olması ve olumsuz koşullardan kolaylıkla etkilenmemesi ile açıklanabilir. Ayrıca Rajic ve ark. (2006)’nın yaptığı çalışmada laboratuvarda altı ay süre ile sürekli %65-75 nisbi nem ve 20 °C sıcaklıkta yapay yaşlanma testine tabi tutulan şeker pancarı tohumlarının kalitesinin düştüğü görülmüştür. Yine aynı çalışmada silolarda kontrolsüz koşullarda saklanan şeker pancarı tohumlarının kalitesinin yapay yaşlanma testine tabi tutulan tohumlardan daha iyi olduğu belirtilmiştir. Rajic ve ark. (2006)’nın bu bulguları bizim doğal ortamlarda kontrolsüz koşullarda depo ortamı neminin (%22-71) ve sıcaklığının (1-29 °C) kontrol edilemediği depolarda 17 yıl saklanan tohumlardan elde ettiğimiz yüksek çimlenme (işlenmiş tohumlarda %91-93) sonuçları ile uyum halindedir.

İskandinav Gen Bankasında kullanılmayan bir maden ocağında don koşulları altında (-20 °C) 100 yıl süre ile depolanması hedeflenen ve tohumların depo ömürlerinin incelendiği çalışmada 30 yıl süren depolama sürecinden sonra pancar tohumlarında %97 oranında çimlenme sağlanmış ve pancar tohumlarının çimlenme oranlarındaki değişim sıfır olmuştur (Solberg ve ark., 2020). Ayrıca, Maude ve Bambridge (1985), kırmızı pancar tohumlarının 13 yıl süreyle 10 °C sıcaklık ve %50 nisbi nem koşullarında saklandığında yüksek bir çimlenme seviyesini koruduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise söz konusu bu araştırmalara göre depo ortamının sıcaklığı çok yüksek olmakla birlikte başlangıçtaki çimlenme oranlarına göre işlenmiş tohumlarda çimlenme oranında %2-6 arasında bir düşüş görülmüştür.

Çizelge 1. Tohum depolarının en düşük ve en yüksek sıcaklık değerleri (°C).

Table 1. The lowest and the highest temperature values (°C) of the seed stores.

YILI		OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	ORTALAMA
														SICAKLIK (°C)
2013	EN DÜŞÜK	3	9	9	14	19	25	22	23	17	10	6	-1	13
	EN YÜKSEK	8	12	16	23	21	30	25	26	24	21	14	8	19
2014	EN DÜŞÜK	2	2	6	9	14	18	23	25	16	12	8	3	12
	EN YÜKSEK	7	10	12	18	21	24	27	28	27	18	17	11	18
2015	EN DÜŞÜK	3	2	6	7	14	17	21	23	23	12	8	1	11
	EN YÜKSEK	6	9	10	14	26	23	31	31	28	23	14	8	19
2016	EN DÜŞÜK	1	3	6	10	15	17	23	21	17	13	6	1	11
	EN YÜKSEK	9	11	12	20	21	30	30	31	27	22	14	8	20
2017	EN DÜŞÜK	1	1	7	8	15	16	25	25	21	12	7	2	12
	EN YÜKSEK	5	9	15	18	20	26	30	31	30	20	14	11	19
2018	EN DÜŞÜK	2	3	5	10	17	19	22	22	20	13	8	1	12
	EN YÜKSEK	8	9	15	18	22	28	29	28	28	22	16	8	19
ORTALAMA	EN DÜŞÜK	2	3	7	10	16	19	23	23	19	12	7	1	12
	EN YÜKSEK	7	10	13	19	22	27	29	29	27	21	15	9	19

Çizelge 2. Tohum depolarının en düşük ve en yüksek nisbi nem değerleri (%).

Table 2. The lowest and the highest relative humidity values (%) of the seed stores.

YILI		OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK	ORTALAMA
														NEM (%)
2013	EN DÜŞÜK	16	28	14	27	23	19	21	30	30	32	38	41	27
	EN YÜKSEK	38	41	43	50	42	28	41	44	48	55	74	65	47
2014	EN DÜŞÜK	62	48	40	38	43	40	32	30	26	34	38	50	40
	EN YÜKSEK	82	76	69	64	70	70	43	47	52	69	66	73	65
2015	EN DÜŞÜK	58	48	49	31	20	35	16	20	17	36	28	47	34
	EN YÜKSEK	75	76	80	71	63	64	54	47	43	62	64	67	64
2016	EN DÜŞÜK	42	45	41	30	36	26	20	20	20	25	30	34	31
	EN YÜKSEK	80	85	65	54	60	52	36	40	44	45	56	60	56
2017	EN DÜŞÜK	38	37	28	24	30	30	20	21	17	25	31	40	28
	EN YÜKSEK	70	78	65	57	53	58	39	35	35	49	56	70	55
2018	EN DÜŞÜK	50	49	48	31	30	30	22	24	22	30	33	42	34
	EN YÜKSEK	68	70	73	55	58	54	43	43	44	56	63	67	58
ORTALAMA	EN DÜŞÜK	44	43	37	30	30	30	22	24	22	30	33	42	32
	EN YÜKSEK	69	71	66	59	58	54	43	43	44	56	63	67	58

Çizelge 3. Farklı şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohum partilerindeki işlenmemiş (ham) tohumların ortalama çimlenme oranları (%).Table 3. Mean germination rate (%) of raw (unprocessed) sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seeds in different seed lots.

PARTİ NO	YILLAR												ORTALAMA
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
1	85	84	83	82	86	87	87	88	87	87	87	85	86
2	90	88	90	89	90	93	92	90	90	89	90	89	90
3	95	95	93	93	94	90	92	92	93	90	89	88	92
4	91	90	87	86	89	92	92	92	92	90	89	87	90
5	93	90	91	90	90	88	90	90	90	91	91	88	90
6	93	94	92	93	89	93	91	91	92	92	91	90	92
7	91	91	90	88	91	92	93	92	92	93	93	92	92
8	92	90	89	89	86	86	89	89	87	88	89	87	88
9	92	93	91	91	91	92	90	87	90	89	89	88	90
10	92	94	90	90	90	92	91	89	89	90	90	89	90
11	94	91	93	91	92	87	91	90	91	90	90	89	91
12	93	91	92	91	89	89	90	87	84	87	88	89	89
ORTALAMA	92	91	90	89	90	90	91	90	90	90	90	88	90

Çizelge 4. Farklı şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) tohum partilerindeki işlenmiş tohumların ortalama çimlenme oranları (%).

Table 4. Average germination rates (%) of processed sugar beet (*Beta vulgaris* L.) seeds in different seed lots.

PARTİ NO	YILLAR														ORTALAMA
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
13	94	96	96	96	97	94	93	97	94	93	96	95	94	92	95
14	94	96	98	95	97	96	96	94	96	95	96	93	93	92	95
15	96	96	93	95	92	94	95	93	94	95	94	94	91	90	93
ORTALAMA	95	96	95	95	95	95	95	94	95	94	95	94	92	91	

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, depolama ömrünün çok fazla uzamasının tohum canlılığı üzerindeki etkisinin negatif olduğunu göstermektedir. Düşük sıcaklıklarda bile saklanan tohumların canlılığı zamanla azalmaktadır. Şeker pancarı tohumlarının kalın ve sert olan kabukları nedeniyle depolamaya uzun süre dayanabildikleri görülmektedir. Daha düşük sıcaklık ve nem değerlerinde depolama koşullarının modifikasyonu ile şeker pancarı tohumunun uzun yıllar bozulmadan depolanması mümkün görülmektedir. Şeker pancarı ve yabani pancar tohumlarının maksimum depolanma potansiyeli uzun vadeli ıslah çalışmalarına ve bitkilerin korunmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Düşük nem içeriğine sahip tohumların, uygun şekilde paketlenerek, nem ve sıcaklık değerlerinin kontrol edildiği depolarda saklanması ile ilgili daha detaylı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

#### Kaynaklar

Arın, L. 2018. Tohum depolama. *Türktob*, 26:8-10.

Blunk, S., Malik, A.H., de Heer, M.I., Eklabad, T., Bussell J., Sparkes D., Fredlund K., Sturrock C., Mooney S. 2017. Quantification of seed-soil contact of sugar beet (*Beta vulgaris*) using X-ray Computed Tomography. *Plant Methods*, 13:71. <https://doi.org/10.1186/s13007-017-0220-4>

Chomontowski, C., Wzorek, H., Podlaski, S. 2020. Impact of sugar beet seed priming on seed quality and performance under diversified environmental conditions of germination, emergence and growth. *Journal of Plant Growth Regulation*, 39:183-189. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-09973-2>.

Copeland, L.O., McDonald, M.B. 2001. Seed Longevity and Deterioration. Copeland LO, McDonald MB. (eds.). Principles of seed science and technology. 4th edn. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, pp. 181-220.

Haciseferogulları, H. 2005. Vakumlu tip pnömatik hassas ekim makinası ile şeker pancarı ekiminde sıra üzeri bitki dağılımı düzgünlüğü ve tarla çıkış oranları üzerine ekim mesafelerinin ve ilerleme hızlarının etkisi. *S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(35):30-40.

Harrington, J.F. 1973. Biochemical Basis of Seed Longevity. *Seed Science & Technology*, 1:453-461.

ISTA. 1985. International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association (ISTA),

Zürich, Switzerland. *Seed Science and Technology*, 13 (2):299-513.

Kameswara, R. N., Dulloo, M.E., Engels, J.M.M. 2017. A review of factors that influence the production of quality seed for long-term conservation in genebanks. *Genet. Resour. Crop Evol.*, 64:1061–1074. <https://doi.org/10.1007/s10722-016-0425-9>

Klyachenko, O., Likhonov, A., Volodymyr, G. 2018. Tissue and biochemical barriers of sugar beet (*Beta vulgaris* L. Provar. Altissima doell.) Pericarp. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 8(1):663-667.

Kockelmann, A., Meyer, U. 2006. Seed Production and Quality. In: Draycott, A.P. (ed). Sugar beet. Blackwell Publishing Oxford, pp. 89–113.

Kockelmann, A., Tilcher, R., Fischer, U. 2011. Seed Production and Processing. *Sugar Tech*, 12:267–275. <https://doi.org/10.1007/s12355-010-0039-z>

Leprince, O., Pellizzaro, A., Berriri, S., Buitink, J. 2017. Late seed maturation: drying without dying. *Journal of Experimental Botany*, 68:827–841. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw363>

Li, D.Z., Pritchard, H.W. 2009. The science and economics of ex situ plant conservation. *Trends in Plant Science*, 14:614–621. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2009.09.005>

Liu, W., Pan, X., Li, Y., Duan, Y., Min, J., Liu, S., Sheng, X., Li, X. 2018. Detection and validation of QTL s associated with seed longevity in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Breeding*, 137:546–552. <https://doi.org/10.1111/pbr.12611>.

Long, R.L., Gorecki, M.J., Renton, M., Scott, J.K., Colville, L., Goggin, D.E., Commander D.A., Westcott H.C., William E. 2015. The ecophysiology of seed persistence: a mechanistic view of the journey to germination or demise. *Biological Rev.*, 90:31-59. <https://doi.org/10.1111/brv.12095>

Longden, P.C. 1986. Influence of the seed crop environment on the quality of sugar beet seed. Proc. 49th IIRB Congress, Brussels, pp. 1-16.

Maude, R.B., Bambridge, J.M. 2007. Effects of seed treatments and storage on the incidence of *Phoma betae* and the viability of infected red beet seeds. *Plant Pathology*, 34:435-437. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1985.tb01384.x>.

Merritt, D.J., Martyn, A.J., Ainsley, P., Young, R.E., Seed, L.U., Thorpe, M. 2014. A continental-scale study of seed lifespan in experimental storage



- examining seed, plant, and environmental traits associated with longevity. *Biodivers. Conserv.*, 23:1081-1104. <https://doi.org/10.1007/s10531-014-0641-6>.
- Milford, G. 2006. Plant structure and crop physiology. In: Draycott, A.P. (Ed), *Sugar Beet*. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, pp. 30-49.
- Orzeszko-Rywka, A., Podlaski, S, 2003. The effect of sugar beet seed treatments on their vigour. *Plant, Soil and Environment*, 49(6):249–254.
- Priestley, D.A. 1986. Seed aging: implications for seed storage and persistence in the soil. NCROL; 1st Edition (April 1, 1986).
- Rajjou, L, Debeaujon, I. 2008. Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. *Comptes Rendus Biologies*, 331:796–805.
- Righetti, K., Vu, J.L., Pelletier, S., Vu, B.L., Glaab, E., Lalanne, D. 2015. Inference of longevity related genes from a robust coexpression network of seed maturation identifies regulators linking seed storability to biotic defense-related pathways. *Plant Cell*, 27:2692-2708. <https://doi.org/10.1105/tpc.15.00632>
- Salimi, Z., Boelt, B. 2019. Classification of processing damage in sugar beet (*Beta vulgaris*) seeds by multispectral image analysis. *Sensors*, 19 (10):2360. <https://doi.org/10.3390/s19102360>
- Sarıpınar, Z. 2011. Şeker pancarı tohumluğunda elektrostatik ayırma olanakları. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 71s, Ankara.
- Sektör Raporu. 2019. Türkşeker 2020. Ankara. [https://www.turkseker.gov.tr/data7dokumanlar/2019\\_Sektor\\_Raporu.pdf](https://www.turkseker.gov.tr/data7dokumanlar/2019_Sektor_Raporu.pdf). (Erişim tarihi: 27 Temmuz 2020).
- Sliwinska, E., Jing, H.C., Job, C., Job, D., Bergervoet, J.H.W., Bino, R.J., Groot, S.P.C. 1999. Effect of harvest time and soaking treatment on cell cycle activity in sugar-beet seeds. *Seed Science Research*, 9:91-99.
- Solberg, S.Ø., Yndgaard F, Andreassen C, Bothmer R, Loskutov I.G., Asdal A. 2020. Long-Term Storage and Longevity of Orthodox Seeds: A Systematic Review. *Frontiers in Plant Sciences*, 11:1007. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.01007>
- Steinbrecher, T, Leubner-Metzger G. 2017. The biomechanics of seed germination. *Journal of Experimental Botany*, 68(4):765-783. <https://doi.org/10.1093/jxb/erw428>.
- Şehirali, S. 1997. Tohumluk ve Teknolojisi, Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. Tekirdağ.
- Walters, C., Wheeler, L.M. and Grotenhuis, J.M. 2005. Longevity of seeds stored in a genebank: species characteristics. *Seed Science Research*, 1:1-20. <https://doi.org/10.1079/SSR2004195>
- Wang, T., Hou, L., Jian, H., Di, F., Li, J. and Liu, L. 2018. Combined QTL mapping, physiological and transcriptomic analyses to identify candidate genes involved in *Brassica napus* seed aging. *Molecular Genetics and Genomics*, 293:1421–1435. <https://doi.org/10.1007/s00438-018-1468-8>
- Wozny, D., Kramer, K., Finkemeier, I., Acosta, I.F., Koornneef, M. 2018. Genes for seed longevity in barley identified by genomic analysis on near isogenic lines. *Plant Cell Environ.*, 41:1895-1911. <https://doi.org/10.1111/pce.13330>
- Zinsmeister, J., Leprince O., Buitink J. 2020. Molecular and environmental factors regulating seed longevity. *Biochemical Journal*, 477:305-323. <https://doi.org/10.1042/BCJ20190165>



## Bazı Çeltik Çeşitlerinin Fiziksel, Kimyasal ve Pişme Özelliklerinin Belirlenmesi

Hasan Akay<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Bafra Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Samsun, Türkiye  
<sup>\*</sup>Sorumlu yazar/corresponding author: hasan.akay@xxxxxx

Geliş/Received 01/09/2020 Kabul/Accepted 07/09/2020

### ÖZET

Çeltik, dünya nüfusunun üçte birinin ana besin kaynağı olan pirinç ürününün elde edildiği bir tahıldır. Pirincin kalitesi genetik ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir. Bu çalışma, 14 çeltik çeşidinin fiziksel, kimyasal ve pişme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Yapılan bütün analizlerde çeşitler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Araştırmada, pirinç bin tane ağırlığı 23.14 – 32.41 g; pirinç tane uzunluğu 5.85 – 7.03 mm, tane uzama oranı % 1.58 – 1.99; dağılmayan tane oranı % 67.67 – 98.33; jel konsistansı 33.84 – 97.67 mm, pişme süresi 17 – 25 dk; amiloz içeriği % 15.53 – 21.38 olarak tespit edilmiştir. Biplot grafiği incelendiğinde Halilbey, Opale ve Ribaldo çeşitleri birden fazla özellik açısından ön plana çıkmaktadır. Araştırmada jelatinleşme sıcaklığı ile pişme süresi arasında çok önemli negatif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Pirinçte tane şekli, pişirme süresi, uzama oranı gibi özellikler pirinç pilavının lezzeti ve görünüşü önemli derecede etkilemektedir.

### Anahtar Sözcükler:

Amilaz  
Çeltik  
Kalite  
Pirinç  
Pişme Süresi

### Determination of Physical, Chemical and Cooking Properties of Some Paddy Varieties

### ABSTRACT

Paddy is a grain from which rice product, the main food source of one third of the world's population, is obtained. The quality of rice is affected by genetic and environmental factors. This study was carried out to determine the physical, chemical and baking properties of 14 paddy rice varieties. In all the analyzes made, it was determined that there are statistically significant differences between varieties. In the research, a thousand grain weight of rice 23.14 - 32.41 g; rice grain length 5.85 - 7.03 mm, grain elongation rate 1.58 - 1.99%; non-dispersion grain rate 67.67 - 98.33%; gel consensus 33.84 - 97.67 mm, cooking time 17 - 25 min; The amylose content was determined to be 15.53 - 21.38%. When the biplot chart is examined, Halilbey, Opale and Ribaldo varieties come to the fore in terms of more than one feature. In the study, it was determined that there is a very significant negative relationship between gelatinization temperature and cooking time. Features such as grain shape, cooking time, elongation rate in rice significantly affect the taste and appearance of rice pilaff.

### Keywords:

Amylase  
Paddy  
Quality  
Rice  
Cooking Time

## 1. Giriş

Çeltik (*Oryza sativa L.*) su içerisinde yetiştirilen tek yıllık sıcak iklim tahıllıdır. dünyada tahıllar arasında en fazla üretilen çeltik, buğdaydan sonra en fazla ekim alanına sahip olan tahıl türüdür. Dünya nüfusunun üçte biri çeltikten elde edilen pirinç ürünü ile beslenmektedir (Sezer ve ark., 2011). Çeltiğin anavatanı Güneydoğu Asya'dır ve Büyük İskender'in Asya seferleri sonunda M.Ö 300 yıllarında da Avrupa'ya tanıtılmıştır. Türkiye'ye girişine baktığımızda ise günümüzden yaklaşık olarak 500 yıl önce girdiği belirlenmiştir (Kün, 1997).

Çeltikten dünya genelinde 167 milyon hektar alandan 782 milyon ton üretim yapılmaktadır. Dünyada tarım yapan ülkelerin 119'unda çeltik yetiştiriciliği yapılmakta olup, toplam çeltik üretiminin yaklaşık % 87'si Asya kıtasında gerçekleştirilmektedir. Türkiye'de 2018 yılında 120 bin hektar alandan 940 bin ton çeltik üretimi gerçekleşmiştir (FAO, 2020). Çeltikten elde edilen ana ürün pirinç olması yanında pirinç kabuğu, pirinç kepeği, pirinç kepeği yağı, kırık taneler, pirinç unu gibi yan ürünleri endüstriyel gıda sanayinde kullanılmaktadır. Genel olarak, 100 kg çeltik üretimi ile 90-110 kg saman, 50-60 kg pirinç, 3-5 kg pirinç cila unu, 10-12 kg kırık pirinç, 18-20 kg pirinç kabuğu ve 10-13 kg pirinç kepeği elde edilmektedir (Sürek, 2002). Çeltikte kaliteyi tarif etmek çok zordur, çünkü kalite tercihi ülkeden ülkeye ve hatta bölgeden bölgeye göre değişmektedir. Ayrıca kalite denildiğinde üretici (çiftçi), işleme tesisi, tüccar ve tüketici açısından bile değişiklik göstermektedir. Tüketici açısından pirinç kalite özellikleri fiziksel, kimyasal ve pişme özellikleri olmak üzere üç ana başlıkta toplanmaktadır. Pirincin kalitesini; genetik, çevre ve bu iki faktörün etkileşimi etkilemektedir (Sezer ve ark., 2007). Fiziksel özellikler (saydamlık, tane boyutları, yabancı madde, tebeşirlenme) yüksek oranda çevre faktörlerinden, kimyasal (Amiloz içeriği, jel konsistansı ve jelatinleşme sıcaklığı) ve pişme özellikleri ise daha çok genetik yapıdan etkilenmektedir (Bahmaniar ve Ranjbar, 2007). Ancak, jelatinleşme sıcaklığı genetik faktörler yanında çevre faktörlerinden de yüksek oranda etkilenmektedir (Kishine ve ark.,2008). Araştırmanın amacı, ulusal ve uluslararası öneme sahip olan çeltik çeşitlerinin fiziksel, kimyasal ve pişme özellikleri belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırma Samsun Bafra ilçesinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezinde 2019 yılından yürütülmüştür. Araştırmada, ülkemizde yetiştirilen Baldo, Cammeo, Efe, Halilbey, Kikko, Osmancık-97, Ronaldo ve Vasco çeşitleri ile Yurt dışından getirilen Borandotto, Fedra, Onice, Opale, Proteo ve Ribaldo çeşitleri olmak üzere toplam 14 çeltik çeşidi kullanılmıştır. Pirinç bin tane ağırlığı Şişman (2016)'a, pirinç uzunluğu ve pirinç

uzunluk/genişlik oranı parametreleri Khush ve ark. (1979)'un bildirdiği metoda göre belirlenmiştir. Tane uzunluğu ölçülen pirinç örnekleri 30 dk oda sıcaklığında su içerisinde bekletilmiş, bekletilen taneler 10 dk 100 °C 'de kaynayan su içerisinde koyulmuş, ardından kurutma kağıdı üzerine alınan tanelerin dağılmamış olanlarının tane uzunlukları ölçülerek pişmiş tane uzunluğu belirlenmiştir. Bu pişme testinde dağılan taneler sayılıp toplam tane sayısına oranlanarak dağılmayan tane oranı tespit edilmiştir. Tane uzama oranı pişmiş tane uzunluğu ile pişmemiş tane uzunluğu oranlanarak hesaplanmıştır (Jennings ve ark., 1979). Pişme süresi (dakika) Bajaj ve Sidhu (1989)'un, jelatinleşme sıcaklığı Oko ve ark. (2012)'nın, jel konsistansı Cagampang ve ark. (1973)'nın, amiloz içeriği Juliano (1971)'nun bildirdiği yöntemlere göre tespit edilmiştir. Veriler Tesadüf Parseller Deneme Desenine göre 3 tekrarlı olarak analiz edilmiştir. ANOVA analizi JMP (2007) istatistikî paket programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar TUKEY çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Biplot grafikleri ve korelasyon analizi JMP (2007) programı kullanılarak yapılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada 14 adet çeltik çeşidine ait pirinç bin tane ağırlığı, pişmiş tane uzunluğu, tane uzama oranı, dağılmayan tane oranı ve pirinç pişme testi ortalama değerleri ve varyans analizi sonuçları çizelge 1'de verilmiştir.

Çeltik çeşitlerinden elde edilen pirinçlerin bin tane ağırlığı arasında önemli ilişki tespit edilmiştir. Bin tane ağırlığı 24.21(Borandotto) ile 32.41 g (Baldo) arasında değişmiştir. Fedra (32.16 g) çeşidi istatistikî olarak en yüksek bin tane ağırlığına sahip Baldo çeşidi ile aynı istatistikî grupta yer almıştır (Çizelge 1). Çeşitli araştırmalarda araştırmacılar bin tane ağırlığını çeşitlere göre değiştiğini bildirmiştir. Bin tane ağırlığını Simonelli ve ark., (2016) Ronaldo çeşidinde 25.30±0.16 g; TTSM (2015) Osmacık-97 çeşidinde 25.2 g, Ronaldo çeşidinde 24.7 g, Cammeo çeşidinde 30.3 g; Yazman (2014) Baldo çeşidinde 31.41 g, Osmancık-97 çeşidinde 25.87 g, Akay ve ark. (2018) Baldo çeşidinde 31.97±0.77 g, Cammeo çeşidinde 30.03±0.88 g, Efe çeşidinde 27.51±0.30 g, Osmancık-97 çeşidinde 26.74±0.57 g, Ronaldo çeşidinde 24.78±0.46 g ve Vasco çeşidinde 25.08±0.26) olarak belirlemişlerdir. Genetik ve ekolojik faktörler bin tane ağırlığına etkili iki önemli faktördür. Özellikle tane dolun döneminde yaşanacak abiyotik stres faktörleri çeşitlerin bin tane ağırlığını etkilemektedir (Kün, 1997).

Çeşitlerin pişmiş tane uzunluğu 10.18 (Kikko) ile 12.42 mm (Baldo) arasında değiştiği, genel ortalamasının 11.59 mm olduğu tespit edilmiştir. Baldo, Halilbey, Proteo, Ribaldo ve Ronaldo çeşitleri en yüksek tane uzunluğuna sahip olmuş ve aynı istatistikî grupta yer almıştır. Cammeo ve Kikko çeşitleri en

düşük tane uzunluğuna sahip olmuştur (Çizelge 1). Pişmiş tane uzunluğu pirincin tane su absorpsiyonu, tane uzama oranı ve su kaldırma oranı gibi bazı kalite parametreleri ile doğrudan ilişkilidir. Pişmiş tane uzunluğu genetik ve çevresel faktörlerden etkilenmektedir (Şişman, 2016).kullanıldığında kontrole göre spor çimlenmesini yaklaşık %12, çim tüp uzunluğunu ise %82 oranında azalttığını

belirlemişlerdir. Shi ve ark. (2012), tarafından yapılan bir çalışmada hasat sonu mango meyvelerinde antraknoz hastalığına neden olan *C. gloeosporioides*'e karşı kullanılan PTB'ın 20 mM konsantrasyonunun etmenin spor çimlenmesini ve çim tüp uzunluğunu sırasıyla yaklaşık %72 ve %94 oranlarında engellediği tespit edilmiştir.

Çizelge 1. 14 çeltik çeşidinin bazı incelenen özelliklerinin ortalama değerleri

Table 1. Average values of some examined characteristics of 14 paddy varieties.

Çeşitler	BTA **	PTU **	UO **	DTO **	PST **
<b>Baldo</b>	32.41 a	12.42 a	1.77 c-f	78.00 ef	00:18:12 de
<b>Borandotto</b>	24.21 h	11.22 ef	1.78 c-f	96.00 ab	00:25:40 a
<b>Cammeo</b>	29.68 c	10.60 gh	1.58 g	97.33 a	00:18:05 de
<b>Efe</b>	27.84 de	11.01 fg	1.74 def	98.33 a	00:18:45 d
<b>Fedra</b>	32.16 a	11.93 bcd	1.74 def	78.67 ef	00:22:58 c
<b>Halilbey</b>	27.55 ef	12.24 ab	1.94 ab	85.67 cde	00:18:26 d
<b>Kikko</b>	23.14 ı	10.18 h	1.71 efg	98.33 a	00:18:16 de
<b>Onice</b>	28.62 cd	11.03 fg	1.68 fg	67.67 g	00:18:32 d
<b>Opale</b>	26.60 f	11.92 bcd	1.86 a-d	89.00 bcd	00:18:14 de
<b>Osmancık-97</b>	27.77 de	11.63 cde	1.99 a	87.67 cd	00:17:54 de
<b>Proteo</b>	30.84 b	12.19 ab	1.77 c-f	81.00 def	00:23:46 bc
<b>Ribaldo</b>	25.40 g	12.26 ab	1.83 b-e	92.33 abc	00:17:02 e
<b>Ronaldo</b>	25.38 g	12.06 abc	1.95 ab	75.00 fg	00:24:34 ab
<b>Vasco</b>	25.50 g	11.50 de	1.89 abc	83.33 de	00:23:37 bc
<b>Ortalama</b>	<b>27.65</b>	<b>11.59</b>	<b>1.80</b>	<b>86.31</b>	<b>00:20:17</b>

\*\*= p< 0.01; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında % 5 seviyesinde farklılık yoktur. BTA= Bin Tane Ağırlığı (g), PTU= Pişmiş Tane Uzunluğu (mm), UO= Tane Uzama Oranı (%), DTO= Dağılmayan Tane Oranı (%), PST= Pişme Süresi Testi (dk).

Çeltik çeşitlerinin tane uzama oranı parametresi açısından istatistiki olarak önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Araştırmada en yüksek tane uzama oranı Osmancık-97 (% 1.99) çeşidinde iken, en düşük Cammeo (%1.58) çeşidinde tespit edilmiştir. Osmancık-97, Opale, Halilbey, Ronaldo ve Vasco çeşitleri aynı grupta yer almıştır (Çizelge 1). Tane uzama oranını Danbaba ve ark., (2011) %1.24-1.75 arasında, Shilpa ve Krihnan (2010) % 1.83-4.78 arasında ve Yazman (2014) Baldo ve Osmancık-97 çeşitlerinde sırasıyla % 1.71 ve % 1.68olarak belirlemişlerdir. Akay ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada % 1.55 ile 2.02 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bu çalışmada, tane uzama oranının en yüksek Osmancık-97 çeşidinden elde edilmesi amilopektin bağlarının esnek ve su çekme kapasitesinin yüksek olduğunu göstermektedir (Sürek, 2002; Şişman, 2016). Dağılmayan tane oranı genetik faktörler yanında çevresel faktörlerden etkilenmektedir (Juliano ve Villareal, 1993). Dağılmayan tane oranına % 67.67 (Onice)ile 98.33 (Efe) arasında değişmektedir. İstatistiki açıdan Borandotto, Cammeo, Efe, Kikko ve Ribaldoçeşitleri aynı grupta olup, aralarında farklılık yoktur (Çizelge 1).

Pişme süresine etkili faktörler olan amiloz içeriği ile jelatinleşme sıcaklığı arasında önemli bir ilişki vardır. Tüketiciler için pişme süresinin kısa olması tercih edilmektedir (Akay ve ark., 2018). Çeşitlerin pişme

süresi 00:17:02 (Ribaldo) – 00:25:40dk (Borandotto) arasında değişiklik göstermektedir (Çizelge 1). Pişme süresi açısından Ribaldo, Osmancık-97, Opale, Kikko, Cammeo ve Baldo çeşitleri en kısa sürede pişen çeşitler olmuşlardır (Çizelge 1). Çalışmamızda bulunan pişme süresi değerleri çeşitli araştırmalarda bulunan değerlere yakın bulunmuştur (Thomas ve ark., 2013; Danbaba ve ark., 2011; Fofana ve ark., 2011; Anıl ve Koca 2006; Koca ve Anıl 1997; Yazman 2014; Şişman, 2016; Akay ve ark., 2018).

Pirinç tane uzunluğunun 5.85 (Osmancık-97) ile 7.03 mm (Baldo) arasında değiştiği ve genel ortalamasının ise 6.44 mm olduğu tespit edilmiştir (Beşer ve ark., 2015; Simonelli ve ark., 2016; TTSM, 2015; Yazman, 2014; Şişman, 2016). Baldo (7.03 mm), Fedra (6.85 mm) ve Proteo (6.88 mm) çeşitleri tane uzunluğuna en uzun çeşitler olmuşlardır. Uluslararası standartlara göre pirinç uzunlukları yuvarlak (< 5.50 mm), orta (5.51 – 6.60 mm), uzun (6.61 – 7.50 mm) ve çok uzun (> 7.50 mm) tane olarak ayrılmaktadır. Araştırmadaki çeşitler incelendiğinde 5 adet çeşidin uzun tane (Baldo, Cammeo, Fedra, Proteo ve Ribaldo) ve diğerleri orta tane uzunluğunda olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2). Pirinç tane uzunluğunu Beşer ve ark.(2015) Baldo çeşidinde 6.9 mm; TTSM (2015) Osmancık-97, Halilbey, Ronaldo ve Cammeo çeşitlerinde sırasıyla6.4, 6.4, 6.5 ve 7.3 mm; Yazman (2014) Baldo

ve Osmancık-97 çeşitlerinde sırasıyla 6.33 ve 6.96 mm olarak belirlemişlerdir.

Pirinç tane uzunluğu pirincin kalitesi açısından tek başına bir anlam ifade etmemekte olup, pirinç tane uzunluğu ile pirinç genişlik oranı birlikte değerlendirildiğinden pirincin uluslararası ve ulusal sınıflandırılmasının yapılmasını sağlamaktadır. Araştırmada incelenen çeşitlerin hepsi uluslararası sınıflandırmada orta tane olarak sınıflandırılmaktadır. Araştırmada çeşitlerin tane uzunluk ile genişlik oranı % 2.11 (Onice) ile 2.44 (Borandotto) arasında değişmiş ve bu özellikler bakımından çeşitler arasında istatistiki açıdan önemli ilişkiler tespit edilmiştir (Çizelge 2). Borandotto (% 2.44), Cammeo (% 2.40), Fedra (% 2.36), Preteo (% 2.39), Ribaldo (% 2.43), Ronaldo (% 2.41) ve Vasco (% 2.38) çeşitleri aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 2). Bazı araştırmacılar tane uzunluk ile genişlik oranını % 1.99 – 3.07 (Koca ve Anıl, 1997), % 1.50 – 3.50 (Shilpa ve Krihnan, 2010),

% 2.22 – 2.27 (Yazman, 2014), % 1.55 – 3.43 (Şişman, 2016) arasında değiştiğinin bildirdirmişlerdir. Pirinç tane uzunluk ile genişlik oranının dikkate alındığında pirinç tane uzunluğu Türk Gıda Kodeksi Pirinç Tebliğine (Tebliğ No: 2010/60) bakıldığında, pirinçler Uzun Taneli Pirinç Tip A (tane uzunluğu >6.7 mm; uzunluk/geniş oranı  $2 \leq - \leq 3$ ), Uzun Taneli Pirinç Tip B (tane uzunluğu > 6.7 mm; uzunluk/geniş oranı >3), Uzun Taneli Pirinç Tip C (tane uzunluğu 6.0 ≤ - ≤6.7 mm; uzunluk/geniş oranı  $2 \leq - \leq 3$ ), Orta Taneli Pirinç (tane uzunluğu 5.2 ≤ - ≤6.0 mm; uzunluk/geniş oranı <3) ve Kısa Taneli Pirinç (tane uzunluğu ≤5.2 mm; uzunluk/geniş oranı <2) olarak sınıflandırılmaktadır (TTSM, 2015). Araştırmadaki çeşitlerden Baldo, Fedra, Proteo ve Ribaldo çeşitleri uzun tane tip A, Kikko ve Osmancık-97 çeşitleri orta taneli ve geriye kalan çeşitler ise uzun tane tip C sınıfında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** 14 çeltik çeşidinin bazı incelenen özelliklerinin ortalama değerleri

Table 2. Average values of some examined characteristics of 14 rice varieties.

Çeşitler	PU **		PUGO **			JK **	
	Ort.	Sınıf	Ort.	Sınıf	PTGS	Ort.	Sınıf
Baldo	7.03 a	Uzun	2.28 de	Orta	Uzun Tane TipA	70.67 bc	Uzun
Borandotto	6.30 def	Orta	2.44 a	Orta	Uzun Tane TipC	47.10 g	Orta
Cammeo	6.69 bc	Uzun	2.40 abc	Orta	Uzun Tane TipC	69.29 cd	Uzun
Efe	6.34 def	Orta	2.32 cd	Orta	Uzun Tane TipC	74.50 b	Uzun
Fedra	6.85 ab	Uzun	2.36 a-d	Orta	Uzun Tane TipA	33.84 h	Kısa
Halilbey	6.31 def	Orta	2.34 bcd	Orta	Uzun Tane TipC	71.95 bc	Uzun
Kikko	5.94 gh	Orta	2.31 cd	Orta	Orta Tane	66.33 de	Uzun
Onice	6.57 bcd	Orta	2.11 f	Orta	Uzun Tane TipC	51.15 g	Orta
Opale	6.42 cde	Orta	2.34 bcd	Orta	Uzun Tane TipC	60.23 f	Orta
Osmancık-97	5.85 h	Orta	2.22 e	Orta	Orta Tane	71.44 bc	Uzun
Proteo	6.88 ab	Uzun	2.39 abc	Orta	Uzun Tane TipA	51.07 g	Orta
Ribaldo	6.70 bc	Uzun	2.43 a	Orta	Uzun Tane TipA	50.64 g	Orta
Ronaldo	6.20 efg	Orta	2.41 ab	Orta	Uzun Tane TipC	62.33 ef	Uzun
Vasco	6.07 fgh	Orta	2.38 abc	Orta	Uzun Tane TipC	97.67 a	Uzun
<b>Ortalama</b>	<b>6.44</b>		<b>2.34</b>			<b>62.73</b>	

\*\*= p< 0.01; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında % 5 seviyesinde farklılık yoktur. PU= Pirinç Tane Uzunluğu (mm), PUGO= Pirinç Tane Uzunluk Genişlik Oranı (%), PTGS= Pirinç Tebliğine Göre Sınıfı JK= Jel Konsistansı (mm).

Jel konsistansı, pişmiş pirincin jel kıvamını (yoğunluğunu) belirleyen kimyasal bir özelliktir. Pirincin sert ya da yumuşak olmasını etkileyen faktördür. genellikle tercih edilen pirinçler yumuşak jel konsistensli olanlardır. Jel konsistansı, jel uzunluğu ile belirlenmekte ve jel uzunluğuna göre sert (< 40 mm), orta (41 – 61 mm) ve yumuşak (> 61 mm) olarak sınıflandırılmaktadır (Cagampang ve ark., 1973; Kasai ve ark., 2007). Jel konsistansı bakımından çeşitler arasında çok önemli (p<0.01) farklar belirlenmiştir. Çeşitlerin jel konsistansı ortalaması 33.84 (Fedra) ile 97.67 mm (Vasco) arasında değişmektedir. Jel konsistansı açısından Fedra çeşidi kısa sınıfta, Borandotto, Onice, Opale, Proteo ve Ribaldo çeşitleri orta sınıfta ve diğerleri uzun sınıfta yer almaktadır

(Çizelge 2). Yapılan çalışmada, jel konsistansı Baldo çeşidinde 57.5 mm ve Osmancık-97 çeşidinde 54.5 mm olduğu tespit edilmiştir (Yazman, 2014).

Pirinçteki amiloz miktarı pirincin kuru ve kırılğan yapılı ya da nemli ve yapışkan yapılı olmasını belirleyen kimyasal bir özelliktir (Danbaba ve ark., 2011). Bu çalışmada çeşitlerin amiloz içeriği % 16.76 ile 21.38 arasında değişmiştir. Yapılan bir araştırmada, çeşitlerin amiloz içeriğininin % 15.53 ile 21.38 arasında olduğu, yapılan istatistiksel analiz sonucunda Efe ve Ronaldo çeşitleri ilk aynı grupta yer aldığı bildirilmiştir (Danbaba ve ark., 2011; Shilpa ve Krihnan, 2010). Yapılan çalışmalarda Baldo çeşidi % 20.79 - % 21.87; Osmancık-97 % 16.87 – 18.93; Halilbey % 19.46 – 19.68; Efe % 18.93 – 19.56; Ronaldo % 20.87 – 21.25;

Cammeo % 18.36 – 19.11 arasında değişen amiloz içeriğine sahip olmuştur (Anıl ve Koca, 2006; Donduran, 2014; Simonelli ve ark.,2016; Şişman, 2016; Akay ve ark., 2016). Amiloz içeriği amilozsuz (<2%), çok düşük amilozlu (% 2 – 10), düşük amilozlu (% 10 – 20), orta amilozlu (% 20 – 25) ve yüksek amilozlu (%

>25) olarak sınıflanmaktadır (Cruz ve Khush, 2000; Kasai ve ark., 2007). Çeşitler bu bakımdan incelendiğinde 11 adet genotipin düşük amilozlu, 3 adet genotipin orta amilozlu olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** 14 çeltik çeşidinin amilaz içeriği ve jelatinleşme sıcaklığına ait ortalama değerler

Table 3. Average values for amylase content and gelatinization temperature of 14 paddy varieties

Çeşitler	Amilaz İçeriği (%)		Jelatinleşme Sıcaklığı (°C)	
	Ort.	Sınıf	Ort.	Sınıf
<b>Baldo</b>	18.66 efg	Düşük	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Borandotto</b>	18.07 fgh	Düşük	> 74.1 °C	3 veya daha az tane dağılır
<b>Cammeo</b>	17.84 ghı	Düşük	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Efe</b>	20.68 ab	Orta	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Fedra</b>	18.08 fgh	Düşük	> 74.1 °C	3 veya daha az tane dağılır
<b>Halilbey</b>	19.83 bcd	Düşük	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Kikko</b>	18.94 def	Düşük	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Onice</b>	15.53 j	Düşük	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Opale</b>	20.21 bc	Orta	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Osmancık-97</b>	16.76 ı	Düşük	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Proteo</b>	19.85 bcd	Düşük	> 74.1 °C	3 veya daha az tane dağılır
<b>Ribaldo</b>	17.22 hı	Düşük	< 69.5 °C	Tanelerin tamamı dağılır
<b>Ronaldo</b>	21.38 a	Orta	> 74.1 °C	3 veya daha az tane dağılır
<b>Vasco</b>	19.58 cde	Düşük	> 74.1 °C	3 veya daha az tane dağılır
<b>Ortalama</b>	<b>18.76</b>			

\*\*= p< 0.01; Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında % 5 seviyesinde farklılık yoktur.

Nişastanın tekrar eski halini almayacak şekilde, sıcak suda kabarmaya başladığı ve kristallini kaybettiği sıcaklıktır (Sürek, 2002) olan jelatinleşme sıcaklığı, nişastanın fiziko-kimyasal bir özelliğidir. Yüksek jelatinizasyon sıcaklığının pirincin çok yumuşak olmasına neden olmaktadır. Ülkemizde en çok düşük jelatinizasyon sıcaklığına sahip çeşitler tercih edilmektedir. Bu çalışmada jelatinleşme sıcaklığı <69.5 °C (Tanelerin tamamı dağılır), 70-74 °C(4-5 adet tane

dağılır) ve >74 °C (3 ve daha az tane dağılır) olarak sınıflandırılmaktadır (Juliano, 1979, 1985). Çeşitler bu bakımdan incelendiğinde 9 adet çeşidin<69.5 °C, 5 adet çeşidinde>74 °C olduğunu görülmüştür (Çizelge 3). Yapılan çalışmalarda, çeşitlerin ortalama jelatinleşme sıcaklığına bakıldığında <69.5 °C – >74 °C arasında değiştiği görülmektedir (Anıl ve Koca, 2006; Yazman, 2014; Şişman, 2016, Akay ve ark., 2016).

**Çizelge 4.** Özellikler arasındaki korelasyon katsayıları

Table 4. Correlation coefficients between traits

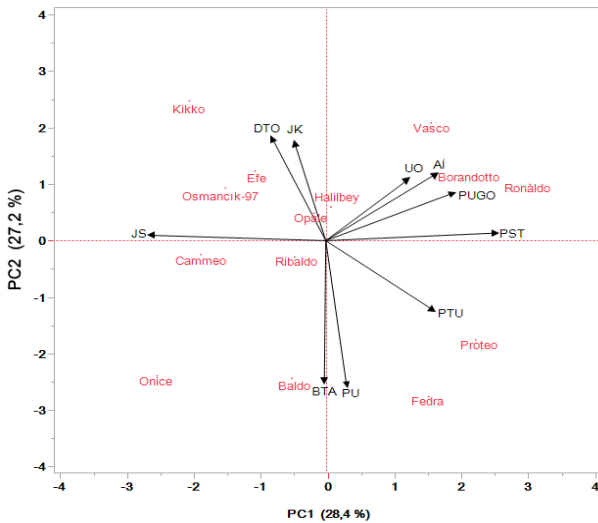
	BTA	PU	PUGO	PTU	UO	DTO	PST	JK	JS
PU	0.72**								
<b>PUGO</b>	<b>-0.23</b>	<b>0.11</b>							
PTU	0.37*	0.40**	0.21						
<b>UO</b>	<b>-0.28</b>	<b>-0.52**</b>	<b>0.09</b>	<b>0.58**</b>					
DTO	-0.42**	-0.30	0.41**	-0.47**	-0.18				
<b>PST</b>	<b>-0.08</b>	<b>-0.03</b>	<b>0.47**</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>-0.23</b>			
JK	-0.12	-0.32*	0.09	-0.25	0.05	0.35*	-0.21		
<b>JS</b>	<b>0.09</b>	<b>-0.04</b>	<b>0.50**</b>	<b>-0.22</b>	<b>-0.16</b>	<b>0.28</b>	<b>-0.97**</b>	<b>0.27</b>	
AI	-0.15	-0.12	0.49**	0.21	0.28	0.13	0.33*	-0.42**	0.30

\*= p< 0.05, \*\*= p< 0.01; BTA= Bin Tane Ağırlığı (g), PU= Pirinç Tane Uzunluğu (mm), PUGO= Pirinç Tane Uzunluk Genişlik Oranı (%), PTU= Pişmiş Tane Uzunluğu (mm), UO= Tane Uzama Oranı (%), DTO= Dağılmayan Tane Oranı (%), PST= Pişme Süresi Testi (dk), JK= Jel Konsistensi (mm), JS= Jelatinleşme Sıcaklığı, AI= Amilaz İçeriği.

Özellikler arasındaki ilişkiler Çizelge 4’de verilmiştir. Korelasyon katsayılarına göre, bin tane ağırlığı ile pirinç tane uzunluğu (r = 0.72\*\*) ve pişmiş

tane uzunluğu (r = 0.37\*) arasında önemli ve pozitif, dağılmayan tane oranı (r = - 0.42\*\*) arasında önemli ve negatif korelasyon saptanmıştır. Pirinç uzunluğu ile

pişmiş tane uzunluğu ( $r = 0.40^{**}$ ) arasında önemli ve pozitif, uzama oranı ( $r = -0.52^{**}$ ) ve jel konsistensi ( $r = -0.32^{**}$ ) arasında önemli ve negatif ilişki bulunmuştur. Pirinç tane uzunluğu genişliği oranı ile dağılmayan tane oranı ( $r = 0.41^{**}$ ), pişme süresi testi ( $r = 0.47^{**}$ ) ve amilaz içeriği ( $r = 0.49^{**}$ ) arasında önemli ve pozitif, jelatinleşme sıcaklığı ( $r = -0.50^{**}$ ) arasında önemli ve negatif korelasyon saptanmıştır. Pişmiş tane uzunluğu ile uzama oranı ( $r = 0.58^{**}$ ) arasında önemli ve pozitif, dağılmayan tane oranı ( $r = -0.47^{**}$ ) arasında önemli ve negatif korelasyon saptanmıştır. Dağılmayan tane oranı ile jel konsistensi ( $r = 0.35^*$ ) arasında önemli ve pozitif korelasyon saptanmıştır. Pişme süresi testi ile amilaz içeriği ( $r = 0.33^*$ ) arasında önemli ve pozitif, jelatinleşme sıcaklığı ( $r = -0.97^{**}$ ) arasında önemli ve negatif korelasyon saptanmıştır. Jel konsistensi ile amilaz içeriği ( $r = 0.42^{**}$ ) arasında önemli ve pozitif korelasyon saptanmıştır (Çizelge 4). Yapılan çalışmalarda da çalışmamıza benzer olarak amilaz içeriği ile jel konsistensi arasında negatif, pirinç tane uzunluk/genişlik oranı ve pişme süresi arasında ise pozitif ilişki belirlemişlerdir (Julinao, 1979; Khatun ve ark., 2003; Sheng ve ark., 2015). Başka bir çalışmada ise pişmiş tane uzunluğu ile uzama oranı arasında ise pozitif ilişki tespit edilmiştir. (Akhter ve ark., 2017).



**Şekil 1.** İncelenen özelliklerin biplot analiz yöntemi ile gruplandırılması ve çeşitlerin incelenen özelliklerle ilişkisi

*Figure 1. Categorization of the examined features by biplot analysis method and the relationship of the varieties with the examined features*

Biplot analizi özellikler arasındaki ilişkileri anlamaya, ilişkinin yönünün pozitif veya negatif olmasını tanımlamaya grafiksel olarak yardımcı olan bir yöntemdir (Yan ve Tinker, 2006).

Bu çalışmada, 14 adet çeltik çeşidinin fiziko-kimyasal kalite parametreleri ile çeşitler arasındaki çoklu değişken ilişkilerini tespit etmek amacıyla biplot grafiği oluşturulmuştur (Şekil 1). Araştırmada, Biplot

grafliğini oluşturan ana bileşen 1 değeri % 28.4 ve ana bileşen 2 değeri % 27.2 olmuş ve bu iki bileşen toplam varyasyonun % 55.6'ını açıklamıştır. Biplot grafiğinde vektörler arasındaki açı  $90^\circ$ 'den küçük ise o çeşidin performansının ortalamadan daha iyi olduğunu, vektörler arasındaki açı  $90^\circ$ 'den büyük ise çeşidin performansının ortalamadan daha düşük olduğunu, açı  $90^\circ$ 'ye eşit ise ortalamaya yakın olduğu göstermektedir (Yan ve Tinker, 2006). Şekil 1 incelendiğinde ele alınan özellikler bakımından hangi çeşitlerin daha yüksek değerlere sahip olduğu, bu özelliklerin birbirleri ile olumlu veya olumsuz ilişkide olduğu görülebilmektedir. Araştırmada yer alan 14 çeşit için bin tane ağırlığı ile pirinç tane uzunluğu ve pişmiş tane uzunluğu arasında, pişmiş tane uzunluğu ile pişme süresi testi, pirinç tane uzunluğu/genişliği oranı, amiloz içeriği ve uzama oranı arasında, dağılmayan tane oranı ile jel konsistensi arasında, amiloz içeriği ile uzama oranı, pişme süresi testi arasında güçlü pozitif ilişki ( $<90^\circ$ ) olduğu belirlenmiştir. Pişme süresi testi ile jelatinleşme sıcaklığı, dağılmayan tane oranı ve jel konsistensi arasında, amilaz içeriği ile jelatinleşme sıcaklığı, bin tane ağırlığı arasındaki açı  $90^\circ$ 'den büyük olduğundan negatif ilişki göstermiştir. Uzama oranı en kısa vektöre sahip olduğundan en az ayırt edici özellik olarak belirlenmiştir. Ronaldo çeşidi ortalamanın üstünde uzama oranına, pirinç tane uzunluk/genişlik oranı, amilaz içeriği, pişme süresine sahiptir. Baldo çeşidi ise ortalamanın üstünde bin tane ağırlığı ve pirinç tane uzunluğuna sahip olmuştur. Merkeze doğru yaklaşan Halilbey, Opale ve Ribaldo çeşitleri birden fazla özellik açısından öne çıkmıştır (Şekil 1).

#### 4. Sonuç

Ülkemizde tüketiciler pişme ve yeme kalitesi bakımından iri taneli, camsı ve lapalaşmayan çeşitleri tercihleri etmektedir. Pirinç Tebliğinde çeşitlerin birbirine karıştırılması yasaklanmasına rağmen, aynı sınıftaki ve aynı görünüşteki pirinç çeşitleri birbiriyle karıştırılmaktadır. Bu karışımların fiziksel olarak ayrılması zordur. Ancak bu karışımından yapılan pirinç pilavında kimi tanenin piştiği kimi taneni pişmediği görülmektedir. Bu durum ise çeşitlerin fiziko-kimyasal özelliklerin birbirinden farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Araştırmada pirinçte yapılan bazı fiziko kimyasal özellikleri ve pişme testleri ülkemizde yetiştirilen ve yurt dışından getirilen çeşitlere göre değişmiştir. Biplot grafiği sonucunda, Baldo çeşidi en yüksek bin tane ağırlığı ve pirinç tane uzunluğu sahip olmuştur. Biplot grafiğinde merkeze doğru yaklaşan Halilbey, Opale ve Ribaldo çeşitler birden fazla özellik açısından öne çıkmıştır. Araştırma sonucundan jelatinleşme sıcaklığı ile pişme süresi arasında çok önemli negatif ilişki olduğu tespit edilmiştir.



**Kaynaklar**

- Akay, H., Mut, Z., Erbaş Köse, O. D., Sezer, İ., 2018. Türkiye de yetiştirilen bazı çeltik çeşitlerinin tane kalitesinin belirlenmesi. Uluslararası Tarım, Çevre Ve Sağlık Kongresi, Cilt I, 1123 – 1131, 26 - 28 Ekim, Aydın.
- Akhter, M., Sher, H., Raza, M. A., Haider, Z., Saleem, U., Khan, R. A. R., Mahmood, A., 2017. Multivariate analysis of physico-chemical, grain shape and cooking quality parameters of some advance Indica Rice (*Oryza Sativa* L) lines under Irrigated Condition. Int J Nutr Sci & Food Tech. 3:2, 53-56.
- Anıl, M., Koca, A. F., 2006. Pirinç kalitesi üzerine farklı ambalaj tipi ve depolama süresinin etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi Bildirileri, Cilt I, 883-886, 24-26 Mayıs, Bolu.
- Bahmaniar, M. A., Ranjbar, G. A., 2007. Response of rice (*Oryza sativa* L.) cooking quality properties to nitrogen and potassium application. Pakistan journal of Biological sciences, 10(11), 1880-1884. DOI: 10.3923/pjbs.2007.1880.1884
- Bajaj, M., Sidhu, J.S., 1989. Extended milling of Indian rice II. effect on cooking and sensory quality characteristics. Chem Mikrobial Techn Lebensm, 12: 46-51.
- Beşer, N., Surek, H., Kaya, S., 2015. Yield and yield components, morphological and quality characteristics of aromatik-1 rice variety: the first aromatic rice in turkey. Ekin Journay Crop Breed and Genetic, 1(1):42-46.
- Cagampang, G.B., Perez, C.M., Juliano, B.O., 1973. A gel consistency test for the eating quality of rice. Food Agric, 24: 1589-1594.
- Cruz, N. D., Khush G.S., 2000. Rice grain quality evaluation procedures. In: Aromatic rices R.K. Singh, U.S. Singh and G.S. Khush(eds.), Oxford and IBH publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, Calcutta, pp. 15-28.
- Danbaba, N., Anounye, J. C., Gana, A. S., Abo, M. E., Ukwungwu, M. N., 2011. Grain quality characteristics of Ofada rice (*Oryza sativa* L.): Cooking and eating quality. International Food Research Journal, 18(2).
- Donduran, D., 2014. Ülkemizde işlenen bazı çeltik çeşitlerinin kalite ve biyoaktif özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s98, Çanakkale.
- FAO, 2020. Birleşmiş milletler gıda ve tarım örgütü. <http://www.fao.gov/> (Erişim tarihi: 15.08.2020).
- Fofana, M., Futakuchi, K., Manful, J. T., Yaou, I. B., Dossou, J., Bleoussi, R. T. M., 2011. Rice grain quality: A comparison of imported varieties, local varieties with new varieties adopted in Benin. Food Control, 22(12): 1821-1825.
- Jennings, P. R., Coffman, W. R., Kauffman, H. E., 1979. Rice improvement. International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines.
- JMP., 2007. JMP User Guide, Release 7 Copyright© 2007, SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Juliano, B. O., 1979. The chemical basis of rice grain quality. Chemical aspects of rice grain quality, 69-90.
- Juliano, B. O., Villareal, C. P., 1993. Grain quality evaluation of world rices. [http://books.irri.org/9712200396\\_content.pdf](http://books.irri.org/9712200396_content.pdf) (Erişim tarihi: 23.08.2019).
- Juliano, B.O., 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Science Today, 16(10): 334-340.
- Juliano, B.O., 1985. Criteria and test for rice grain qualities. In: Rice Chemistry and Technology, B.O. Juliano (ed.), 2nd ed., AACC, St Paul, MN., pp. 443-524.
- Kasai, M., Lewis, A. R., Ayabe, S., Hatae, K., Fyfe, C. A., 2007. Quantitative NMR imaging study of the cooking of Japonica and Indica rice. Food Research International, 40: 1020-1029, DOI:10.1016/j.foodres.2007.05.010
- Khatun, M., Hazrat Ali, M., Quirino, D. C. D., 2003. Correlation studies on grain physicochemical characteristics of aromatic rice. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6: 511-513.
- Khush, G.S., Paule, C.M., De La Cruz, N.M. (1979). Rice grain evaluation and improvent at IRRI. Pages 21-31 In: Proceedings of the workshop on chemical aspects of rice grain quality. International Rice Research Instutide, Las Banas, Laguna, Philippines.
- Kishine, M., Suzuki, K., Nakamura, S., Ohtsubo, K. I., 2008. Grain qualities and their genetic derivation of 7 new rice for Africa (NERICA) varieties. Journal of agricultural and food chemistry, 56(12), 4605-4610. DOI: 10.1021/jf800141y
- Koca, A. F., Anıl, M., 1997. Samsun ekolojik koşullarında yetiştirilen bazı çeltik çeşitlerinde kalite özellikleri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(2): 61-71.
- Kün, E., 1997. Tahıllar-II (Sıcak iklim tahılları). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları:1452 Ders Kitabı: 432 Ankara Üniversitesi Basımevi, 97, Ankara.
- Oko, A.O., Ubi, B.E., Dambaba, N., 2012. Rice cooking quality and physico-chemical characteristics: a comparative analysis of selected local and newly introduced rice varieties in Ebonyi State, Nigeria. Food Public Health, 2(1): 43-49. DOI: 10.5923/j.fph.20120201.09
- Sezer, İ., Akay, H., Mut, Z., Öner, F., 2011. Karadeniz bölgesinde çeltik tarımı ve sorunları. Uluslararası Katılımlı I. Ulusal Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı, Cilt III, 2317-2325, 27-30 Nisan Eskişehir.
- Sezer, İ., Mut, Z., Öner, F., 2007. Çeltikte (*Oryza sativa* L.) kırıklı randımana etkili faktörler. Türkiye VII.

- Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt I, 145-148, 25-27 Haziran, Erzurum.
- Sheng, W., Zhou, I., Wu, L., Bai, B., Deng, Q., 2015. Evaluation of genetic effect on physicochemical properties changes of Wx near isogenic lines of Y58S in Rice. *Chilean Journal Of Agricultural Research* 75(4).
- Shilpa, J. B., Krishnan, S., 2010. Grain quality evaluation of traditionally cultivated rice varieties of Goa, India. *Recent Research in Science and Technology*, 2(6): 88-97.
- Simonelli, C., Abbiati, A., Cormegna, M., 2016. Physicochemical characterization of some Italian rice varieties. *The Journal of Food Science and Nutrition*, 45(1), 9-23.
- Sürek, H., 2002. Çeltik tarımı. Hasat yayıncılık Ltd. Şti, 85-105, İstanbul.
- Şişman, A., 2016. Türkiye’de yetiştirilen bazı çeltik genotiplerinin tane kalite parametrelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 188s, Samsun.
- Thomas, R., Wan-Nadiah, W. A., Bhat, R., 2013. Physicochemical properties, proximate composition, and cooking qualities of locally grown and important rice varieties marketed in Penang, Malaysia. *Int Food Res J*, 20(3): 1345-1351.
- TTSM, 2015. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü. <http://www.tarim.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Duyuru%20Belgeleri/2015%20tescil/S%C4%B1cak%20%C4%B0klm/%C3%A7eltik/2015> (Erişim tarihi: 25.08.2020).
- Yan, W., Tinker, N.A., 2006. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications. *Can. J. Plant Sci.*, 86:623–645. doi:10.4141/P05-169.
- Yazman, M. M., 2014. Pirinçte tağşişin kalite özelliklerine göre belirlenmesi ve piyasadaki pirinçlerin türk gıda kodeksine uygunluğunun saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 130s, Şanlıurfa.

**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.790698

## Kuraklık stresi altındaki buğdayda eksojen Glisin Betain'in fizyolojik ve biyokimyasal etkileri

● Okan Acar<sup>a,\*</sup>, ● Müge Teker Yıldız<sup>b</sup>, ● Eda Günay<sup>b</sup>, ● Gamze Baltacı<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çanakkale, Türkiye

<sup>b</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: oacar@comu.edu.tr

Geliş/Received 04/09/2019

Kabul/Accepted 08/09/2020

### ÖZET

Kuraklık, bitki büyümesini ve verimini olumsuz etkileyen bir abiyotik stres faktörüdür. Buğday gibi tahıllar kuraklık stresinden olumsuz etkilendiklerinden verim azalmaktadır. İyi bir osmo-tolerant olan Glisin-Betain (GB) ozmotik stres koşullarında eksojen olarak uygulandığında yaprak dokularına kolaylıkla alınır, kloroplastlarda fotosentetik aktivite ve zar bütünlüğünün sürdürülmesini sağlar ve membran zararını azaltır. Bu çalışmada 5 mM GB uygulamasının kuraklığa farklı toleransa sahip iki buğday çeşidinde (kurağa duyarlı Sultan-95, kurağa-dayanıklı Tosunbey) kök ve gövde uzunluğu, klorofil miktarı (SPAD), bağıl su içeriği, lipid peroksidasyon (TBARS), hücre zarı geçirgenliği (HZG), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve antioksidan savunma sistemi enzim aktiviteleri (peroksidaz (POX), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz (GR), katalaz (CAT)) üzerine etkisi araştırılmıştır. Sonuçlarımız göre, eksojen GB uygulaması ile her iki çeşit kuraklığa bağlı klorozisten ve kök uzunluğundaki inhibisyonundan korunmuştur. Her iki çeşitte kuraklığa bağlı oksidatif stres nedeniyle TBARS ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarının eksojen GB uygulamasıyla azaldığı belirlenmiştir. Oksidatif stresin bastırılmasında, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> detoksifikasyonunun Tosunbey çeşidinde POX aktivitelerindeki artış ile Sultan-95'te ise APX ve CAT aktivitelerindeki artış ile gerçekleştiği saptanmıştır. Sonuç olarak, eksojen GB uygulaması her iki buğday çeşidinde kuraklık stresiyle ortaya çıkan oksidatif zarardan korunma sağlamıştır.

Anahtar Sözcükler:  
Kuraklık stresi  
Antioksidan savunma sistemi  
Buğday  
Glisin-Betain

### Physiological and biochemical effects of exogenous Glycine Betaine in wheat under drought stress

#### ABSTRACT

Drought is an abiotic stress factor that negatively affects plant growth and productivity. Drought stress reduces the yield of cereals such as wheat. Glycine-Betaine (GB), which is a good osmo-tolerant, is easily absorbed into leaf tissues when applied exogenously under osmotic stress conditions. Thus, it maintains photosynthetic activity and membrane integrity in chloroplasts and reduces membrane damage. In this study, root and stem length, chlorophyll content (SPAD), relative water content, lipid peroxidation (TBARS), cell membrane permeability (HZG), hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) and antioxidant defense system enzyme activities (peroxidase (POX), ascorbate peroxidase (APX), glutathione reductase (GR), catalase (CAT)) were investigated in two wheat varieties (drought tolerant, Sultan-95; drought-resistant, Tosunbey) of 5 mM GB application. According to our results, both varieties were protected from drought-related chlorosis and root length inhibition with exogenous GB application. It was determined that the amount of TBARS and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> increased with drought-dependent oxidative stress in both wheat varieties decreased with exogenous GB application. In reducing oxidative stress, it was determined that H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> detoxification occurred with the increase in POX activities in Tosunbey variety and with the increase in APX and CAT activities in Sultan-95. As a result, exogenous GB application provided a protection from oxidative damage caused by drought stress in both wheat varieties.

Keywords:  
Drought stress  
Antioxidant defense system  
Wheat  
Glycine-Betaine

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından açıklanan rapora göre, hızla artan dünya nüfusunu beslemek için daha fazla sürdürülebilir gıda kaynağına ihtiyaç duyulacaktır. Diğer yandan, Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar yaklaşık 9 milyara ulaşacağı ve ürün verimliliğinin iki katına çıkması gerektiği de kabul edilmektedir. (Jaganathan ve ark., 2018). Gelecekte, tahıl yetiştirmek için gerekli arazilerin yetersiz kalabileceği ve bu konunun artan gıda ihtiyacının karşılanması için bir problem olabileceği düşünülmektedir. İklim değişiklikleri, tarım arazilerinin azalması, tarımda kullanılabilecek su kaynaklarının yetersizliği, biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin artması, giderek şiddetlenen küresel iklim değişikliği tarım ve gıda üretimi için önemli engeller arasındadır (Mickelbart ve ark., 2015). Dünya’da ekilebilir tarım arazileri 2000 yılında 4.92 milyar hektar iken 2017 yılında 4.83 milyar hektara gerilemiştir (FAOSTAT, 2020). Bu arazilerin üçte biri ise halen bozulmaktadır.

Tek yıllık otsu bir bitki olan buğday hem Türkiye’de hem de Dünya’nın pek çok ülkesinde temel ve stratejik bir besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda çiftlik hayvanları için yem olarak yetiştirilmektedir. Buğday; mineral maddeler, B vitamini ve mikro besin maddelerince zengin olduğundan küresel nüfusun besin ve enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamaktadır (Cummins ve Thomson, 2009). 2016 yılı verilerine göre Türkiye’nin yaklaşık olarak 200 ekmeklik buğday çeşidine sahip olduğu bildirilmiştir. Dünya genelinde en yoğun olarak üretilen ve tüketilen tahıl ürünleri buğday, pirinç ve mısırdır. Toplam tahıl alanları içerisinde ise yaklaşık %70’lik pay ile buğday ilk sırada yer almaktadır (TMO, 2018). 2000’den 2018 yılına kadar buğday ekim alanlarımız ise %20 azalmıştır. Buğday ekili arazilerdeki hızlı azalma beraberinde üretimde azalmaya neden olmuştur. Son yıllarda verimdeki olumlu gelişmelere rağmen, Türkiye’nin birim alan verimi, dünya ortalama veriminden daha düşüktür. İklim değişikliğiyle birlikte biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin şiddetlenmesi buğdayın verim ve kalite özelliklerini olumsuz etkilemektedir (Gençtan ve ark., 2020).

Kuraklık, bitkinin büyüme döneminde, kuraklığın süresine ve kuraklık stresi yoğunluğuna bağlı olarak, buğdayda %92 oranında verim azalmasına neden olmaktadır (Farooq ve ark., 2014). Bitkilerin su stresine tepkileri bitkinin türü, yaşı, büyüme ve gelişme evreleri, kuraklık seviyesi ve sürekliliğe ek olarak fiziksel faktörlere de bağlıdır. Kuraklık stresi nedeniyle, buğday tane sayısının en çok etkilendiği dönemin bitki üreme gelişiminin meydana geldiği dönem olduğu gösterilmiştir (Dolferus ve ark., 2011; Dong ve ark., 2017; Ma ve ark., 2017). Bitkinin üreme gelişimi boyunca kuraklık stresine dayanıklı buğday çeşitlerinin

geliştirilmesi buğday yetiştiricilerinin öncelikli sorunları arasında yer almaktadır (Cattivelli ve ark., 2008; Mwadzingeni ve ark., 2016).

Abiyotik stresler; bitkide neden oldukları morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler değişimlerle verimde azalmaya neden olurlar (Büyük ve ark., 2012). Öyle ki; fotosentetik pigmentlere, membran lipitlerine, proteinlere ve nükleik asitlere zarar vererek, bitkide normal seviyede üretilen reaktif oksijen türlerini (ROT)’nin üretimini artırır (Demirbaş ve Acar, 2008). ROT artışı hücrede çok ciddi hasarlara neden olur ve hücrenin ölümüne yol açabilir. Bu nedenle, kuraklıkta dahil olduğu birçok abiyotik stres faktörü aynı zamanda bitkide oksidatif stres meydana getirmektedir (Moller ve ark., 2007). Bitkilerde oksidatif strese neden olan ROT, fotosentez sırasında oksijenin suya indirgenmesi, mitokondride suyun oksidasyonu ve kloroplastlarda elektron aktarımı anında oluşmaktadır (Kacar ve ark., 2002). ROT protein, DNA, lipid ve karbonhidratlar gibi birçok biyolojik molekülün kararlı yapısını bozmaktadır. Oksijen indirgenmesinin ilk aşamasında oluşan hidroperoksil ( $HO_2$ ) ve süperoksit radikali ( $O_2^-$ ), hücrede lipid peroksidasyonuna neden olmaktadır. Üretildiği bölgeden daha uzak mesafelere difüze olabilen ve diğerlerine kıyasla daha uzun ömürlü olan hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ), aminoasitlerin sülfidril (SH) gruplarının oksidasyonu aracılığıyla biyolojik toksisiteye yol açmaktadır (Dat ve ark., 2000).

Ozmotik düzenleme ile bitkideki su potansiyelini korumak önemlidir (Blum, 2017). Ozmolitler, bitkilerdeki diğer biyokimyasal reaksiyonlara müdahale etmeden abiyotik strese yanıt olarak hızla biriken uyumlu çözünen maddelerdir. Ozmolitlerin ozmotik ayarlamayı desteklemek, hücre turgorunu sürdürmek, hücresel yapıları korumak, stoma açıklığını korumak ve hücresel redoks potansiyelini düzenlemek için ozmoprotektan olarak rol oynadıkları bilinmektedir (Hare ve ark., 1998; Alves ve Setter, 2004). İyi bilinen organik ozmolitler arasında prolin, glisin betain (GB), şekerler ve polioller bulunur (Verbruggen ve Hermans, 2008). Prolin ve GB uygulamalarının hücre zarı hasarlarını indirdiği,  $K^+$  alınımını ve klorofil içeriğini artırdığı saptanmıştır (Gadallah 1999). Eksojen GB uygulaması abiyotik streslere karşı çeşitli bitki türlerinde toleransı, bitki büyümesini ve verimi artırabilir. GB bitkilerin yapraklarına uygulandığı zaman, yaprak dokuları tarafından kolaylıkla alınır (Chen ve Murata, 2008).

Bu araştırmada kuraklığa maruz bırakılan iki buğday varyetesinde (kuraklığa dayanıklı (*Triticum aestivum*, cv. Tosunbey) ve duyarlı (*Triticum aestivum*, cv. Sultan-95)) GB ilavesinin kök ve gövde uzunluğu, klorofil miktarı (SPAD), bağıl su içeriği, lipid peroksidasyon (TBARS), hücre zarı geçirgenliği (HZG) ve antioksidan savunma sistemi enzim aktivitelerinde (peroksidaz (POX), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon redüktaz

(GR), katalaz (CAT)) neden olduğu değişimlerin belirlenmesine odaklanılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Bitki materyalleri ve büyüme koşulları

*Triticum aestivum* L. türü, *Poaceae* familyasına ait olup ekmeklik buğday olarak bilinmektedir. Bu araştırmada kuraklığa duyarlı Sultan-95 ve kuraklığa dayanıklı Tosunbey kültür varyetelerine ait tohumlar sırasıyla Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden ve Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

Tohumların yüzey sterilizasyonu %5'lik sodyum hipoklorit çözeltisi ile gerçekleştirilmiştir. Nemli kurutma kâğıtları içerisinde çimlendirilen tohumlar, yıkanmış perlit bulunan saksılara transfer edilmiştir. Bitkiler İn vitro şartlardaki bitki kabininde, 24±2 °C sıcaklıkta ve 16/8 saat fotoperiyotta yetiştirilmiştir. Fideler Hoagland besin solüsyonu (%100) ile sulanmıştır (Steward, 1983). Üç haftalık fideler; hiçbir uygulama yapılmayan kontrol grubu (K), deney süresince su kıtlığı uygulanan kuraklık grubu (D), sadece glisin betain uygulanmış grup (GB) ve GB uygulaması sonrası su kıtlığı uygulanmış grup (GB+D) olmak üzere toplam 4 gruba ayrılmışlardır (Şekil 1). Glisin betain uygulaması (tween içeren 5 mM GB) 21 günlük buğday fidelerinin yapraklarına püskürtme ile uygulanmıştır.

Bitkilerden alınan örneklerden kök-gövde uzunluğu, bağıl su içeriği testi (BSİ), klorofil miktarı (SPAD), toplam protein miktarı, hücre zarı geçirgenliği (HZG), malondialdehit miktarı (TBARS), hidrojen peroksit miktarı (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), katalaz (CAT), glutasyon redüktaz miktarı (GR), peroksidaz miktarı (POX), askorbat peroksidaz miktarı (APX) belirlenmiştir.

### 2.2 Bitki ölçümleri ve analiz yöntemleri

#### 2.2.1 Gövde ve kök uzunluğu

Kontrol ve stres grubundaki buğday bitkilerinde kökle birleştiği yere kadar olan yeşil kısım gövde uzunluğu olarak (cm) ve kök uzunluğu (cm) cetvel ile ölçüldü (Şekil 1, Şekil 2a).

#### 2.2.2 Bağıl su içeriğinin belirlenmesi

Yaş ağırlık ölçümü için bitki fidelerinin olgun yaprakları (bayrak yaprak altındaki birinci yaprak) kullanılmıştır. Yaş ağırlığı alınan bitkiler filtre kâğıtlarının arasına konularak 4 saat saf su içeren küvette bekletildikten sonra turgor ağırlıkları kaydedilmiştir. Bu işlemin ardından yapraklar etüvde 70 °C'de 24 saat kurutulduktan sonra kuru ağırlıkları saptanmıştır. Bu değerler formüle uygulanarak bağıl su içerikleri hesaplanmıştır (Hesaplamaya ilişkin formül 448

Eşitlik 1'de verilmiştir) (Smart ve Bingham 1974) (Şekil 2b)

$$BSİ = \frac{(YA - KA)}{(TA - KA)} \times 100 \quad (1)$$

BSİ: Bağıl su içeriği                      YA: Yaş ağırlık  
TA: Turgor ağırlığı                      KA: Kuru ağırlık

#### 2.2.3 Pigment içeriğinin belirlenmesi

Toplam klorofil miktarı klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile gerçekleştirilmiştir (Peryea ve Kammereck 1997). Gelişmesini tamamlamış genç yapraklarda her bir grubun 5 saksısındaki 3 farklı fideden, 15 tekerrürlü olarak hasat günlerinde ölçüm yapılmıştır (Şekil 2c).

#### 2.2.4 Protein içeriğinin belirlenmesi

Yaprak ve kök dokuları 1 mM EDTA içeren 3 ml 0.05 M sodyum fosfat tamponunda (pH 7.8) homojenize edildi. Özütlere +4 °C' de 13000 rpm' de 30 dk santrifüj edildikten sonra süpernatant kısmı protein analizinde kullanıldı. Tüm işlemler +4 °C' de gerçekleştirildi. 100 µL süpernatant ve 5 ml reaktif vortekste karıştırıldıktan 5 dk ile 60 dk arasında 595 nm' de spektrofotometrede köre karşı belirlendi (Şekil 2d) (Bradford, 1976).

### 2.3 Antioksidan enzim aktivitelerinin belirlenmesi

#### 2.3.1 Askorbat peroksidaz (APX; EC 1.11.1.11) aktivitesi

Soğuk yaprak ve kök dokuları 1 ml 2 mM askorbik asit, 1 mM EDTA<sub>Na2</sub>.2H<sub>2</sub>O içeren 50 mM Na-P tamponu (pH 7.8) ile homojenize edildi. Elde edilen süpernatant analizde kullanıldı (Nakano ve Asada, 1981) (ekstinksiyon katsayısı 2.8 mM<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>). 1 enzim ünitesi, dakikada okside olan 1 µmol ml<sup>-1</sup> askorbat miktarıdır (Şekil 2i).

#### 2.3.2 Glutasyon redüktaz (GR; EC 1.6.4.2) aktivitesi

NADPH varlığında okside glutasyon miktarındaki azalma 3 dk süre ile 340 nm'deki absorbans azalmasından hesaplandı. (ε = 6,2 mM<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>) 1 enzim ünitesi, dakikada okside olan glutasyon (µmol ml<sup>-1</sup>) miktarıdır (Şekil 2k) (Foyer ve Halliwell, 1976).

#### 2.3.3 Peroksidaz (POX; EC 1.11.1.7) aktivitesi

Aktivite 465 nm'de, DAB (3,3' Diaminobenzidine tetrahydrochloride) oksidasyonu ile absorbansta meydana gelen artış takip edilerek hesaplanır. Spesifik enzim aktivitesi dakikada tüketilen µmol ml<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> olarak ifade edilir (Şekil 2h) (Kanner ve Kinsella 1983).

#### 2.3.4 Katalaz (CAT; EC 1.11.1.6) aktivitesi

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarındaki azalma; 240 nm' de gösterdiği maksimum absorbanstaki azalma saptanır. CAT

aktivitesi dakikada harcanan  $\mu$  mol  $\text{ml}^{-1}$   $\text{H}_2\text{O}_2$  olarak ifade edilir (Şekil 2m) (Bergmeyer, 1970).

### 2.3.5 Lipit peroksidasyonu miktarının belirlenmesi

Lipit peroksidasyonunun son ürünü olan malondialdehit (TBARS) seviyesinin ölçülmesi ile lipit peroksidasyon derecesi ( $\text{nmol g}$  yaş ağırlık $^{-1}$ ) belirlenmektedir ( $\text{€}155 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ) (Şekil 2e) (Madhava Rao ve Sresty, 2000).

### 2.3.6 Hücre zarı geçirgenliği

100 mg yaprak örneği 10 mL de-iyonize su içeren falkon tüplerine transfer edildikten sonra su banyosunda ( $32^\circ\text{C}$ ) 2 saat inkübe edildi. Ortamın elektrik iletkenliği EC metre ile ölçüldü (EC1). Daha sonra örnekler  $121^\circ\text{C}$ 'de 20 dk boyunca tüm dokuların ölmesi ve elektrolitlerin dışa çıkması için otoklavlandı. Oda sıcaklığında  $25^\circ\text{C}$ 'ye kadar soğutulmuş bu ortamdaki elektrik iletkenliği ölçüldü (EC2). Elektrolit sızıntısı (ES) aşağıdaki formüle uygulanarak hesaplandı. Ölçümler sırasında İsolab masa tipi EC metre cihazı kullanıldı (Şekil 2f) (Dionisio-Sese ve Tobita, 1998).

### 2.3.7 Hidrojen peroksit analizi

138  $\mu\text{L}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  (Sülfirik Asit) %100'lük soğuk aseton ile 100 mL'ye tamamlanır. 0.1 g örnek 3 mL ile homojenize edilir. 4000 g'de 5 dk santrifüjlenir. 138  $\mu\text{L}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$  100 mL saf su ile tamamlanır. Daha sonra çözeltinin içerisinde 250 mM 0.01 g Ferrus amonium sülfat, 100 mM 0.007 g Xsenol orange, 100 mM 0.002 g sorbitol ve 1 mL etanol eklenir. Elde edilen süpernatant 30 dk beklendikten sonra 550-800 nm'de polistren küvette köre (su) karşı okunur (Şekil 2g) (Cheeseman, 2006).

### 2.3.8 İstatiksel analizler

Tüm veriler ilk önce varyans analizine (ANOVA) göre test edildi. Sultan-95 ve Tosunbey çeşitlerinin yaprak dokusunda, incelenen parametrelerin verilerine ait tek yönlü varyans analizi (ANOVA) gerçekleştirildi.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Kök

Sultan-95 çeşidinde gövde uzunlukları kontrole kıyasla kuraklık (D) uygulaması ile %14 anlamlı şekilde azalırken Glisin-Betain (GB) ve D+GB uygulamalarında sırasıyla %10 ve %3 artmıştır. Tosunbey çeşidinde ise kontrole kıyasla D uygulaması kök uzunluğunu anlamlı şekilde %21 azaltırken GB uygulaması anlamlı şekilde %20 arttırmıştır.

Sonuçlar her iki çeşidin kuraklık ile meydana gelen kök uzunluğundaki azalmayı GB uygulaması ile telafi edebildiklerini göstermektedir. Kontrole kıyasla, tek başına GB uygulaması ise sadece kuraklığa dayanıklı Tosunbey çeşidinde önemli bir artışa neden olmuştur. Diğer yandan, GB uygulamasının kuraklık etkisindeki her iki çeşide ait fidelerde kök uzunluklarının kontrol bitkilerle aynı seviyede olmasını sağladığı belirlenmiştir.

### 3.2 Gövde

Gövde uzunlukları kurağa duyarlı Sultan-95 çeşidinde tüm uygulamalar ile azalmıştır. Bu azalışlar kontrole kıyasla D, GB ve D+GB gruplarında sırasıyla %5, %7,6 ve %9,2'dir. Bunlardan sadece D+GB grubundaki azalma istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna zıt olarak Tosunbey çeşidinde ise tüm uygulamalar ile gövde uzunluklarının arttığı belirlenmiştir. Bu artışlar kontrole kıyasla D, GB ve D+GB gruplarında sırasıyla %2, %2,5 ve %1,7 olup istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Sonuçlar kuraklığa dayanıklı çeşit olan Tosunbey' in tüm uygulamalarla dayanıklılığını koruduğunu göstermektedir.

### 3.3 Toplam protein miktarı

Kuraklık uygulaması toplam protein miktarını Sultan-95 çeşidinde kontrole kıyasla %26 arttırırken, GB uygulamasıyla %76 arttırmıştır. Bu çeşitte D+GB uygulamasının protein miktarını kontrole kıyasla 2 kat arttığı saptanmıştır. Kuraklığa toleranslı Tosunbey çeşidinde ise D uygulamasıyla kontrole kıyasla %15 azaltmıştır. Bununla birlikte GB ve D+GB uygulamalarında ise sırasıyla %21 ve %9 artış tespit edilmiştir.

Buna göre her iki çeşitte protein miktarının GB ve GB+D uygulamalarıyla kontrole kıyasla istatistiksel olarak anlamlı şekilde arttığı ve bu artışın Sultan-95 çeşidinde daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

### 3.4 Bağlı su içeriği

Kuraklık uygulaması Sultan-95 çeşidinde bağlı su içeriğini kontrole kıyasla %30, Tosunbey çeşidinde ise %27 azaltmıştır. GB ve GB+D uygulamaları BSI'yi her iki çeşitte de kontrol bitkilerin seviyesine getirmiştir.

Sonuç olarak GB+D uygulamasında Tosunbey çeşidinin BSI' yi korumada Sultan-95'ten daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

### 3.5 Toplam klorofil miktarı

Sultan-95 çeşidinde tüm uygulamalar ile toplam klorofil miktarı azalmıştır. Bu azalışlar kontrole kıyasla D, GB, D+GB grupları için sırasıyla %30, %15, %10 oranındadır. Kuraklığa dayanıklı Tosunbey çeşidinde ise

D uygulamasıyla %8 azalan klorofil miktarı diğer uygulamalar ile artmıştır. Özellikle D+GB uygulaması ile bu artış 1,2 kat olarak belirlenmiştir.

Sonuçlar Tosunbey çeşidinin, Sultan-95 çeşidine kıyasla kuraklığın neden olduğu oksidatif hasara bağlı klorozisten daha iyi korunduğuna ve GB uygulamasının destekleyici etkisine işaret etmektedir.

### 3.6 Hücre zarı geçirgenliği

Tüm uygulamaların Sultan-95 çeşidinde hücre zarı geçirgenliğinde anlamlı bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir. İlginç şekilde, Tosunbey çeşidinde ise tüm uygulamalar HZG'yi azaltmıştır. Bu azalmalar D, GB, D+GB uygulamalarında kontrole kıyasla sırasıyla %20, %14 ve %24'tür.

Sonuçta, Sultan-95 çeşidine kıyasla Tosunbey çeşidinin GB uygulamasıyla kuraklığa bağlı membran hasarını sınırlayabildiği belirlenmiştir.

### 3.7 Hidrojen peroksit miktarı

Sultan-95 çeşidinde H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarı D ve GB uygulamalarında kontrole kıyasla sırasıyla %10 ve %14 artmış, GB+D uygulamasıyla bu artış kontrol seviyesinde sınırlanmıştır. Tosunbey çeşidinde ise D uygulamasıyla %26 artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarı ise her iki GB uygulamasıyla azalarak kontrol seviyesinde sınırlanmıştır.

Sonuçlar her iki çeşitte GB ilavesinin H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarını azalttığına ve bu azalmanın Tosunbey çeşidinde daha belirgin olduğuna işaret etmektedir.

### 3.8 Lipit peroksidasyon miktarı

Lipit peroksidasyon miktarı D uygulaması ile Sultan-95 çeşidinde kontrole kıyasla %20 artarken, diğer uygulamalar ile azalmıştır. Bu azalma özellikle D+GB uygulamasında %13 oranındadır. Tosunbey çeşidinde ise D uygulamasında kontrole kıyasla %3 azalan lipit peroksidasyon miktarı D+GB uygulaması ile kuraklık sonucu meydana gelen azalmayı telafi ederek %3 artmıştır.

Sonuç olarak kuraklık ile her iki çeşitte artan lipit peroksidasyon miktarı GB ilavesiyle azalmıştır. Bu azalma duyarlı çeşitte daha fazladır.

### 3.9 Glutatyon redüktaz miktarı

Kuraklığa hassas Sultan-95 çeşidinde GR aktivitesi kuraklık uygulaması ile kontrole kıyasla %9 artmıştır. Öte yandan diğer tüm uygulamalarda azalan değerler saptanmıştır. Özellikle D+GB uygulamasıyla bu azalma

%40 olarak belirlenmiştir. Tosunbey çeşidinde de Sultan-95 çeşidindeki gibi kontrole kıyasla kuraklık ile %16 artan GR aktivitesini GB ve D+GB uygulamalarında sırasıyla %30 ve %18 oranında azalmalar takip etmiştir.

Sonuçlar her iki çeşitte kuraklık ile ortaya çıkan oksidatif hasarla baş etmede GR aktivitesinin arttığını, ancak GB ilavesinin GR aktivitelerini kontrole kıyasla arttırmadığına işaret etmektedir.

### 3.10 Katalaz aktivitesi

Katalaz aktivitesi Sultan-95 çeşidinde D ve GB uygulamasıyla kontrole kıyasla sırasıyla %20 ve %22 azalmıştır. D+GB uygulama grubunda ise %32 artmıştır. Tosunbey çeşidinde tüm uygulamalar katalaz aktivitesini %2-4 oranında arttırmıştır.

Sonuç olarak GB ilavesinin duyarlı çeşitte kuraklık ile artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'i temizlemede CAT aktivitelerini arttırdığı, duyarlı çeşitte ise anlamlı bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

### 3.11 Askorbat Peroksidaz aktivitesi

Sultan-95 çeşidinde APX aktivitesi tüm uygulamalar ile artmıştır. Özellikle D+GB uygulamamasında kontrole kıyasla %66 artış tespit edilmiştir. Tosunbey çeşidinde ise APX aktivitesi D uygulaması ile kontrole kıyasla 2 kat artarken, D+GB uygulamasında bu artış %14 seviyesindedir.

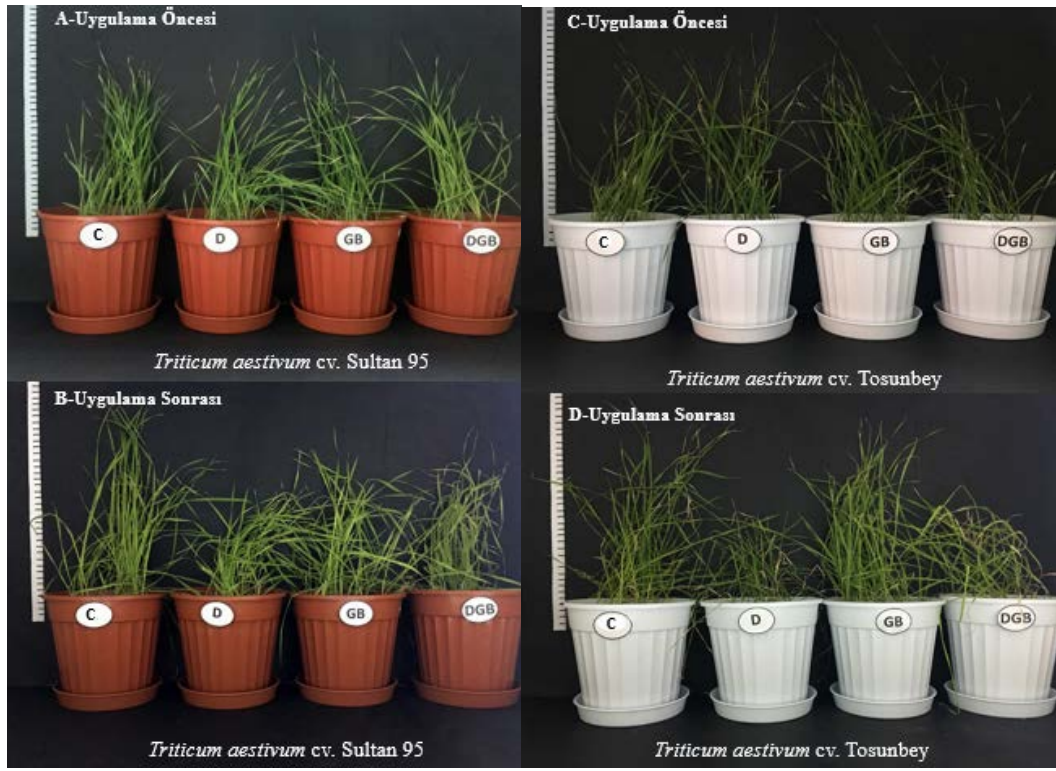
Sonuç olarak duyarlı çeşitte GB ilavesinin H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'yi temizlemede APX aktivitesini neredeyse 2 kat arttırdığı, tersine aynı uygulamanın dayanıklı çeşitte sınırlı bir artış gösterdiği belirlenmiştir.

### 3.12 Peroksidaz aktivitesi

Peroksidaz aktivitesi kuraklığa hassas çeşitte D uygulaması ile kontrole kıyasla %30 artmıştır. Aynı çeşitte GB uygulamasında 1.5 kat artan POX aktivitesi, D+GB uygulaması ile %8 azalmıştır. Tosunbey çeşidinde ise kontrole kıyasla D ve GB uygulaması sırasıyla %21 ve %51 oranında azalan POX aktivitesi saptanmıştır.

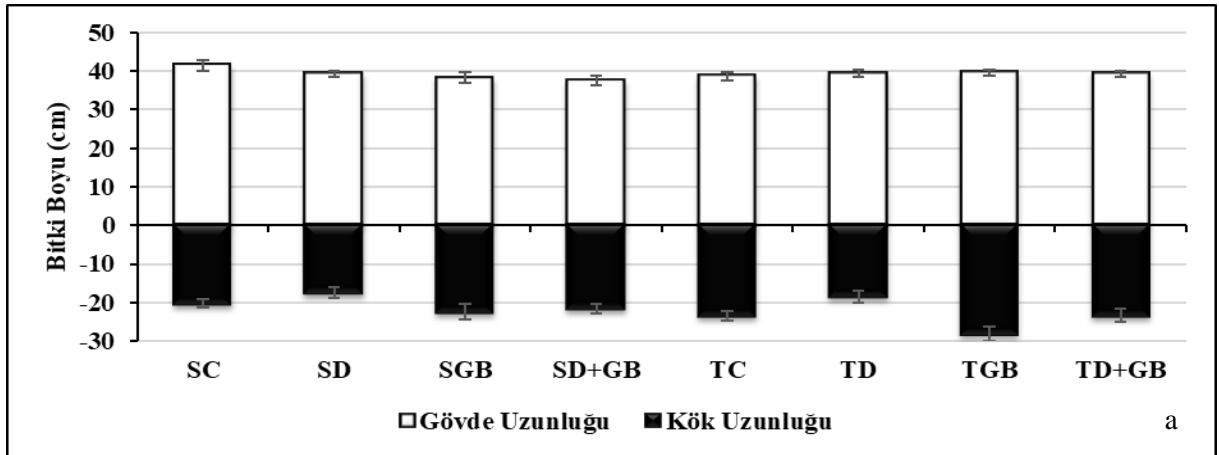
Sonuçlarımız Sultan-95 çeşidinin kuraklık ile artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'in temizlenmesinde GB ilavesinin etkili olmadığına, kuraklığa dayanıklı Tosunbey çeşidinin ise pozitif etkilendiğine işaret etmektedir. Bu sonuç H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin temizlenmesinde GB ilavesi ile Tosunbey çeşidinde POX aktivitesinin indüklendiğini göstermiştir.

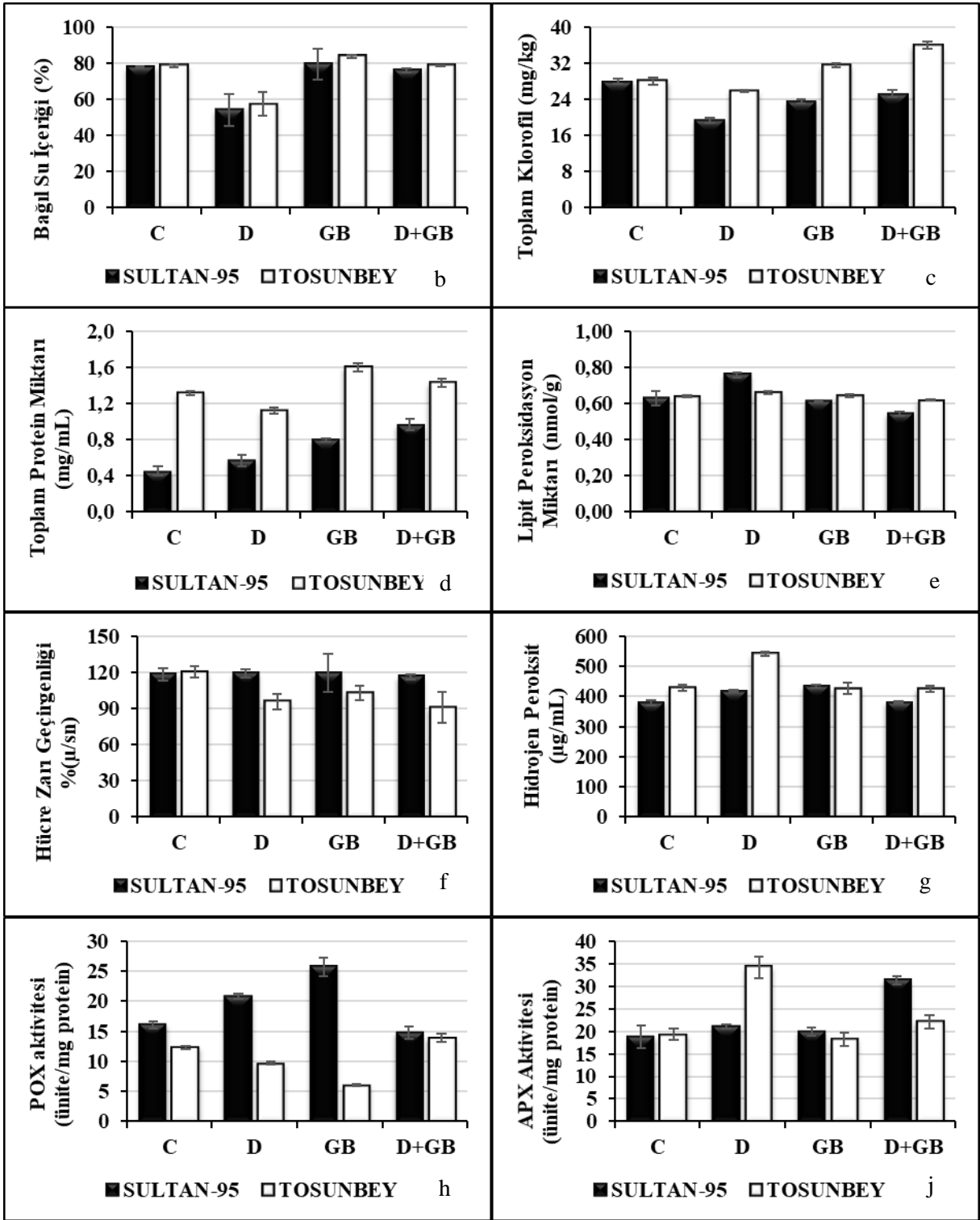


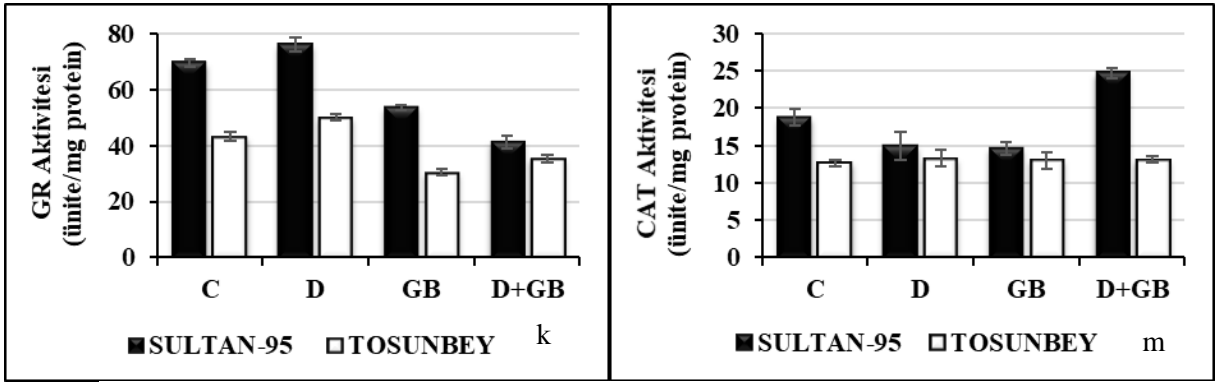


Şekil 1. Kuraklık uygulaması ve Glisin-Betain'in buğday fideleri üzerindeki etkileri. A: *Triticum aestivum* cv. Sultan-95 uygulama öncesi B: *Triticum aestivum* cv. Sultan-95 uygulama sonrası C: *Triticum aestivum* cv. Tosunbey uygulama öncesi D: *Triticum aestivum* cv. Tosunbey uygulama sonrası (C: Kontrol D: Kuraklık GB: Glisin-Betain DGB: Kuraklık + Glisin-Betain).

Figure 1. The effects of drought treatment and Glycine-Betaine on wheat seedlings. A: *Triticum aestivum* cv. Sultan-95 before treatment B: *Triticum aestivum* cv. Sultan-95 after treatment C: *Triticum aestivum* cv. Tosunbey before treatment D: *Triticum aestivum* cv. Tosunbey after treatment (C: Control D: Drought GB: Glycine-Betaine DGB: Drought + Glycine-Betaine).







Şekil 2. Kuraklık uygulaması ve Glisin-Betain'in kök ve gövde uzunluğu (Tosunbey: T, Sultan-95: S), bağlı su içeriği, toplam klorofil miktarı, protein miktarı, hücre zarı geçirgenliği (HZG), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), lipid peroksidasyon (TBARS) ve antioksidan enzimlerin aktiviteleri (POX, APX, GR, CAT) üzerine etkileri. C: Kontrol D: Kuraklık GB: Glisin-Betain DGB: Kuraklık+ Glisin-Betain.

Figure 2. The effects of Glycine-Betaine treatment and drought stress on shoot and root elongation, relative water content, total chlorophyll content, protein content, cell membrane permeability, hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) lipid peroxidation (TBARS) and activities of antioxidant enzymes (POX, APX, GR, CAT). C: Control D: Drought GB: Glycine-Betaine DGB: Drought+ Glycine-Betaine.

#### 4. Sonuç

Kuraklık, bitki büyümesini ve verimini en çok olumsuz etkileyen abiyotik streslerden biridir. Buğday gibi stratejik öneme sahip tahıllar kuraklık stresinden olumsuz etkilendiklerinde biyokütle ve verim azalır (Liu ve ark., 2019). Bu çalışmada 5 mM GB püskürtülmesinin kuraklığa farklı toleransa sahip iki buğday çeşidinin antioksidan sistemine etkisi araştırılmıştır. Kuraklık altındaki buğday fidelerine GB ilavesi her iki çeşitte kök uzunluğundaki azalmayı telafi etmiş, gövde uzunluğu ise sadece kurağa dayanıklı genotipte korunduğu belirlenmiştir. Ek olarak Sultan-95 çeşidinde daha yüksek olmak üzere her iki çeşitte protein miktarı GB uygulamalarıyla artmıştır. Diğer yandan GB ilavesinin Tosunbey çeşidini kuraklık kaynaklı klorozisten Sultan-95'e kıyasla daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni GB ilavesiyle artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> seviyelerini ve lipid peroksidasyonu azaltan Tosunbey çeşidinin membran stabilitesini hassas çeşide kıyasla daha iyi koruması olabilir. Buğdayda kuraklık stresiyle GB'nin arttığı, TBARS ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin azaldığı rapor edilmiştir (Shanazari ve ark. 2018). Sonuçlarımız Tosunbey'de membran stabilitesinin korunmasında kuraklıkla artan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin POX aktivitesinin indüklenmesine bağlı detoksifikasyonu ile ilişkili olduğuna işaret etmektedir. Kuraklığa hassas çeşit Sultan-95'te ise kuraklıkla ortaya çıkan oksidatif stresin bastırılmasında CAT ve APX aktivitelerinin etkili şekilde kullanıldığı belirlenmiştir. Bu durum kurağa zıt toleranslı iki çeşit arasında farklı H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> temizlenme

mekanizmalarına işaret etmektedir. İlginç şekilde her iki çeşitte de GB ilavesinin GR aktiviteleri üzerinde etkisiz olduğu saptanmıştır. Kuraklığa dayanıklılıkta antioksidan savunma sisteminde etkili bir mekanizma olan askorbat-glutasyon yolağında hem APX hem de GR'nin etkili çalıştığı bilinmektedir (Lascano ve ark., 2001). Tosunbey çeşidi bu yolak yerine POX aktivitesini artırarak oksidatif stresin etkisini azaltmaktadır. Sultan-95'in ise sadece APX aktivitesini artırabilmesi, bu çeşidin kuraklığa hassas doğasına ilişkin temel problemlerden birisinin GR aktivitesindeki yetersizlik olabileceğini düşündürmektedir.

Kuraklık (Shanazari ve ark., 2018) ve tuzluluk (Ciarmiello ve ark., 2018) gibi stresler buğdayda GB birikimini teşvik ederek ozmotik dengeyi sağlamakta ve oksidatif stresi azaltmaktadır. Ayrıca eksojen GB ilavesinin buğdayda antioksidan enzim aktivitelerini arttırdığı, TBARS ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> miktarını azalttığı ve sonuçta membran stabilitesinin korunduğu gösterilmiştir (Ahmed ve ark., 2019). Benzer şekilde, araştırmamızda eksojen GB uygulaması kuraklık stresi altındaki buğday bitkilerinde TBARS ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'i azaltarak her iki çeşitte oksidatif strese bağlı lipid peroksidasyonu da azaltmış ve böylece oksidatif stresten koruma sağlamıştır. Bu korumanın Sultan-95'te daha belirgin olması Tosunbey için daha yüksek bir stres eşliğine işaret ediyor olabilir.

#### Teşekkür

Araştırma süresince yardımlarından dolayı Dr. Belma ACAR'a teşekkür ederiz.

**Kaynaklar**

- Ahmed, N., Zhang, Y., Li, K., Zhou, Y., Zhang, M., Li, Z., 2019. Exogenous application of glycine betaine improved water use efficiency in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) via modulating photosynthetic efficiency and antioxidative capacity under conventional and limited irrigation conditions. *The Crop Journal*, 7(5), 635-650. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cj.2019.03.004>
- Alves, A.A., Setter, T.L., 2004. Abscisic acid accumulation and osmotic adjustment in cassava under water deficit. *Environ. Exp. Bot.*, 51 (3) (2004), pp. 259-271.
- Beauchamp, C., Fridovich, I. 1971. Superoxide dismutase: improved assays and an assay applicable to acrylamide gels. *Analytical Biochemistry*, 44,276-287. doi.org/10.1016/0003-2697(71)90370-8.
- Bergmeyer, N., 1970. Methoden der enzymatischen analyse. Akademie Verlag, Berlin, Cilt 1:636-647.
- Blum, A., 2017. Osmotic adjustment is a prime drought stress adaptive engine in support of plant production. *Plant Cell Environ.*, 40 (1) (2017), pp. 4-10. Doi: 10.1111/pce.12800.
- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1-2), 248-254. doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3.
- Büyük İ., Semra-Aydın S., Aras S., 2012. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(2): 97-110. doi: 10.5505/TurkHijyen.2012.40316.
- Cattivelli, L., Rizza, F., Badeck, F. W., 2008. Drought tolerance improvement in crop plants: an integrated view from breeding to genomics. *Field Crops Research* 105, 1-14. doi.org/10.1016/j.fcr.2007.07.004.
- Cheeseman, J.M., 2006. Hydrogen peroxide concentrations in leaves under natural conditions. *Journal of Experimental Botany*, 57, 2435-44 pp.
- Chen, T.H.H., Murata, N., 2008. Glycinebetaine: An Effective Protectant Against Abiotic Stress in Plants, *Trends Plant Sci*, 13, 499-505.
- Ciarmiello, L.F., Di Maro, A., Woodrow, P., Annunziata, M.G., Kafantaris, I., Mirto, A., Carillo, P., 2018. Unveiling the enigmatic structure of TdCMO transcripts in durum wheat. *Agronomy*, 8(11), 270. doi:10.3390/agronomy8110270.
- Cummins, A.G., Roberts-Thomson, I.C., 2009. Prevalence of celiac disease in the Asia-Pacific region. *Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 24(8), 1347-1351. doi.10.1111/j.1440-1746.2009.05932.
- Dat, J., Vandenabeele, S., Vranová, E., Van Montagu, M., Inzé, D., Van Breusegem, F., 2000. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. *Cell Mol Life Sci* 57: 779-795. doi: 10.1007/s000180050041.
- Demirbaş S., Acar O., 2008. Superoxide Dismutase and Peroxidase Activities from Antioxidative Enzymes in *Helianthus annuus* L. Roots During Orobancha cumana Wallr. Penetration. *Fresenius Environ. Bull.*, 17 (8a): 1038-1044.
- Dionisio-Sese, M. L., Tobita, S., 1998. Antioxidant responses of rice seedlings to salinity stress. *Plant Science*, 135: 1-9. doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00025-9.
- Dolferus, R., Ji, X., Richards, R. A., 2011. Abiotic stress and control of grain number in cereals. *Plant Science* 181, 331-341. doi: 10.1016/j.plantsci.2011.05.015.
- Dong, B., Zheng, X., Liu, H., Able, J.A., Yang, H., Zhao, H., Zhang, M., Qiao, Y., Wang, Y., Liu, M., 2017. Effects of drought stress on pollen sterility, grain yield, abscisic acid and protective enzymes in two winter wheat cultivars. *Frontiers in Plant Science*. doi: 10.3389/fpls.2017.01008.
- FAOSTAT., 2020. Food and agriculture organization of the united nations. Available from URL:<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim Tarihi: 26 Temmuz 2020).
- Farooq, M., Hussain, M., Siddique, K. H. M., 2014. Drought stress in wheat during flowering and grain-filling periods. *Critical Reviews in Plant Sci* 33, 331-349. doi.org/10.1080/07352689.2014.875291.
- Foyer, C.H., Halliwell, B., 1976. Presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: a proposed role in ascorbic acid metabolism. *Planta*, 133: 21-25.
- Gadallah, M.A.A., 1999. Effects of proline and glycinebetaine on vicia faba response to salt stress. *Biol. Plant.* 42, 249-257. doi.org/10.1023/A:1002164719609.
- Gençtan, T., Akar, T., Öktem, A., Soylu, S., Hurma, H., Balkan, A., Sürek, H., 2020. Tahıl üretimimizin mevcut durumu ve geleceği. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1*, 371.
- Hare, P.D., Cress, W.A., Van Staden, J., 1998. Dissecting the roles of osmolyte accumulation during stress. *plant, Cell and Environment* 21, 535-553. doi.org/10.1046/j.1365-3040.1998.00309.x.
- Jaganathan, D., Ramasamy, K., Sellamuthu, G., Jayabalan, S., Venkataraman, G., 2018. CRISPR for crop improvement: an update review. *Frontiers in Plant Science*, 9, 985. doi: 10.3389/fpls.2018.00985.
- Kacar, B., Katkat, A. V., Öztürk, Ş., 2002. Bitki Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 198, Vıpaş Yayın No:74., Bursa.
- Kanner, J., Kinsella, J. E., 1983. Lipid deterioration initiated by phagocytic cells in muscle foods:  $\beta$ -carotene destruction by a myeloperoxidase-hydrogen peroxide halide system. *Journal of Agricultural and*

- Food Chemistry, 31,370-376. doi.org/10.1007/BF02534548.
- Lascano, H.R., Antonicelli, G.E., Luna, C.M., Melchiorre, M.N., Gómez, L.D., Racca, R.W., Casano, L.M. 2001. Antioxidant system response of different wheat cultivars under drought: field and in vitro studies. *Functional Plant Biology*, 28(11), 1095-1102. <https://doi.org/10.1071/PP01061>.
- Liu, Y., Guo, X., Ma, M., Jiang, X., 2019. Effects of drought and rewatering on growth and physiological characteristics of maize seedlings and regulation of root-sourced Aba. *Agricultural Research In The Arid Areas*, 37(1), 187-193.
- Ma, J., Li, R., Wang, H., Li, D., Wang, X., Zhang, Y., Zhen, W., Duan, H., Yan, G., Li, Y., 2017. Transcriptomics analyses reveal wheat responses to drought stress during reproductive stages under field conditions. *Frontiers in Plant Science* 8, 592. doi.org/10.3389/fpls.2017.00592.
- Madhava, R.K.V., Sresty, T.V.S., 2000. Antioxidative parameters in the seedlings of pigeonpea (*cajanus cajan* l. millspaugh) in response to zn and ni stresses. *Plant Sci.*, 157: 113-128. doi: 10.1016/s0168-9452(00)00273-9.
- Mickelbart, M.V., Hasegawa, P.M., Bailey-Serres, J., 2015. Genetic mechanisms of abiotic stress tolerance that translate to crop yield stability. *Nature Reviews Genetics*, 16: 237–251. doi: 10.1038 / nr.
- Moller, I.M., Jensen, P.E., Hansson, A., 2007. Oxidative modifications to cellular components in plants. *Annu Rev Plant Biol*, 58, 459-81. doi: 10.1146/annurev.arplant.58.032806.103946.
- Mwadingeni, L., Shimelis, H., Dube, E., Laing, M. D., Tsilo, T. J., 2016. Breeding wheat for drought tolerance: progress and technologies. *Journal of Integrative Agriculture* 15, 935–943. doi: 10.3389/fpls.2016.01276.
- Nakano, Y., Asada, K., 1981. Hydrogen peroxide is Scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts plant. *Cell Physiol*, 22(3), 867-880. doi:10.1093/oxfordjournals.pcp.a076232.
- Peryea, F.J., Kammereck, R., 1997. Use of Minolta Spad-502 chlorophyll meter to quantify the effectiveness of mid-summer trunk injection of iron on chlorotic pear trees. *Journal of plant Nutrition*, 20(11):1457-1463. doi.org/10.1080/01904169709365348.
- Shanazari, M., Golkar, P., Mirmohammady Maibody, A.M., 2018. Effects of drought stress on some agronomic and bio-physiological traits of *Triticum aestivum*, *Triticale*, and *Tritipyrum* genotypes. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(14), 2005-2018. doi: 10.1080/03650340.2018.1472377.
- Smart, R.E., Bingham, G.E., 1974. Rapid estimates of relative water content. *plant physiology*, 53(2):258-260. doi: 10.1104/pp.53.2.258.
- TMO., 2018. Toprak mahsulleri ofisi. Available from URL:[http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hubu\\_batsektorraporu2018.pdf](http://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hubu_batsektorraporu2018.pdf) (Erişim Tarihi: 26 Temmuz 2020).
- Verbruggen, N., Hermans, C., 2008. Proline accumulation in plants: a review *Amino Acids*, 35 (4) (2008), pp. 753-759. doi: 10.1007/s00726-008-0061-6.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.600272

Improvement in the nutritional composition and nutrient digestibility of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed by *Bacillus subtilis* and *Aspergillus niger* solid-state fermentation

Emrah Güngör, Aydın Altop\*, Güray Erener

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

\*Corresponding author: aaltop@omu.edu.tr

Geliş/Received 01/08/2019

Kabul/Accepted 20/05/2020

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the effect of *Aspergillus niger* and *Bacillus subtilis* on nutritional composition and *in vitro* digestibility of pomegranate (*Punica granatum* L.) seed (PGS). The PGS was fermented by *A. niger* ATCC 20345, *A. niger* ATCC 9142 and *B. subtilis* ATCC 21556 ( $10^5$ ,  $10^5$  spores and  $10^{10}$  cfu per kg PGS, respectively). Both *A. niger* and *B. subtilis* increased ( $P<0.001$ ) crude protein (CP), ether extract (EE) and ash content but decreased ( $P<0.001$ ) crude fiber (CF), hemicellulose (HC), nitrogen-free extract (NFE), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) in PGS. Besides, *in vitro* nutrient digestibility of PGS was increased ( $P<0.001$ ) by *A. niger* and *B. subtilis*. The results of the study showed that *A. niger* and *B. subtilis* pose a serious opportunity to improve the nutritional quality and nutrient digestibility of PGS. *Aspergillus niger* ATCC 200345 gives better nutritional improvement in PGS with highest CP, EE, lowest CF, ADF and average NDF and HC among the treatment groups.

Keywords:  
Agricultural residue  
Solid-state  
fermentation  
In vitro digestibility  
Nutritional  
improvement  
*Aspergillus niger*  
*Bacillus subtilis*

*Bacillus subtilis* ve *Aspergillus niger*'in nar (*Punica granatum* L.) çekirdeğinin besin madde kompozisyonu ve sindirilebilirliği üzerine etkisi

ÖZET

Bu çalışma *Aspergillus niger* ve *Bacillus subtilis*'in nar (*Punica granatum* L.) çekirdeğinin besin madde kompozisyonu ve *in vitro* sindirilebilirliği üzerine etkilerini araştırmak üzere yapılmıştır. Nar çekirdeği, *A. niger* ATCC 20345, *A. niger* ATCC 9142 ve *B. subtilis* ATCC 21556 ile fermente edilmiştir (sırasıyla  $10^5$ ,  $10^5$  spor/kg ve  $10^{10}$  cfu/kg nar çekirdeği). *A. niger* ve *B. subtilis* nar çekirdeğinin ham protein (HP), ham yağ (HY), ve ham kül (HK) içeriğini artırırken ( $P<0.001$ ) ham selüloz (HS), hemiselüloz, nitrojeniz öz madde (NÖM), nötral deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) içeriğini azaltmıştır ( $P<0.001$ ). Ayrıca nar çekirdeğinin *in vitro* besin madde sindirilebilirliği *A. niger* ve *B. subtilis* fermantasyonu ile artmıştır ( $P<0.001$ ). Çalışmanın bulguları *A. niger* ve *B. subtilis*'in nar çekirdeğinin besin madde kompozisyonu ve sindirilebilirliğini iyileştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. *Aspergillus niger* ATCC 200345, diğer mikroorganizmalarla karşılaştırıldığında en yüksek HP ve HY, en düşük HS, ADF ve ortalama NDF ve hemiselüloz değerleriyle en iyi besinsel kompozisyon değişikliğine sebep olmuştur.

Anahtar Sözcükler:  
Tarımsal atıklar  
Katı kültür  
fermantasyonu  
*In vitro*  
sindirilebilirlik,  
Besinsel  
zenginleştirme  
*Aspergillus niger*  
*Bacillus subtilis*

© OMU ANAJAS 2020

1. Introduction

Utilization of agricultural residues has become having particular attention in recent years in order to

reduce the dependence of poultry nutrition on the cereals that are used in human nutrition (Saki et al., 2014). Agricultural residues, which can be supplied at cheap prices, can reduce feed costs by using in poultry

diets. In addition, environmental pollution caused by agricultural residues can also be lowered.

Pomegranate (*Punica granatum* L.) is one of the most ancient edible fruits (Manterys et al., 2016). Annual pomegranate production of Turkey reached 656,200 tons in 2016 (TUIK, 2016). Pomegranate fruit consists of 48% shell and %52 edible portion (Sarica, 2011). Edible part consists of %78 juice and %22 seed (Zarei et al., 2011).

Pomegranate seed (PGS) is rich in unsaturated and conjugated fatty acids (Wang et al., 2010). Therefore, PGS improved the fatty acid composition of liver (Białek et al., 2017) and adipose tissue (Manterys et al., 2016) in broiler chicks. The PGS has also antioxidant effect on broiler chicks and laying hens (Saki et al., 2014; Ahmed et al., 2015). It can increase egg production (Saki et al., 2014) and improve egg yolk color (Kostogryś et al., 2017). Moreover, harmful effects of mycotoxins on broiler chicks can be eliminated with pomegranate feeding (Hussein, 2015). It also improved the immune functions of mice (Yamasaki et al., 2006).

The PGS contains 13.7% crude protein (CP), 39.4% crude fiber (CF) and 29.6% ether extract (EE) on dry matter basis (Rowayshed et al., 2013). High CF content of PGS is thought to limit its use in animal nutrition. Solid-state fermentation is a unique biotechnological process having great potential for recycling agro-industrial residues into useful animal feeds. It can enhance the nutrient composition (Altop et al., 2018a) decrease the antinutritional components (Sun et al., 2012) and also improve the nutrient digestibility (Shi et al., 2017) of agricultural wastes. *Aspergillus niger* and *Bacillus subtilis* are used as probiotics in animal nutrition and highly preferred for solid state fermentation (Raimbault, 1998; Teng et al., 2012). This study aimed to determine the possibilities of improving the nutritional quality of PGS by using *A. niger* (ATCC 200345 or ATCC 9142) or *B. subtilis* (ATCC 21556).

## 2. Materials and Methods

### 2.1 Microorganisms and substrate

The PGS was obtained from a juice factory in Turkey. *A. niger* (ATCC 200345 [A1] and ATCC 9142 [A2]) and *B. subtilis* (ATCC 21556 [B]) strains were supplied from the American Type Culture Collection (ATCC).

### 2.2 Preparation of fermented pomegranate seed (FPGS)

The PGS was milled to pass through a 2 mm sieve and sterilized by autoclaving at 121°C for 15 min. The nutritional salt (glucose: urea:(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:peptone: KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>:MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O=4:2:6:1:4:1) was added to support microbial development. *A. niger* and *B. subtilis* were cultured in Potato Dextrose Agar and Tryptic Soy

Broth and inoculated at 10<sup>5</sup> spores and 10<sup>10</sup> cfu per kg PGS, respectively. Afterwards, samples were incubated at 60 °C for 48 hours and dried at room temperature for 6 days till reaching %90 dry matter.

### 2.3 Determination of main nutritional components

CP (method, 976.06), EE (method, 920.29), ash (method, 942.05), and CF (method, 973.18) were determined according to AOAC (2000) before and after fermentation. Neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) analyses were conducted as reported by Van Soest et al. (1991). Hemicellulose (HC) was calculated as NDF minus ADF.

### 2.4 Determination of in vitro digestibility

*In vitro* digestibility of samples were determined according to Yegani et al. (2013). Seeds were milled to 11 mm and weighed to 500 mg into *in vitro* flasks. Subsequently, 25 ml of 0.1 M phosphate buffer and 10 ml of 0.2 M HCl were added to each flask. Flasks were shaken to make sure the samples were mixed with the solution. Then, 1 ml porcine pepsin (25 mg/ml, P-7000, Sigma-Aldrich) was added into the flasks. To minimize the effects of the possible bacterial fermentation during the incubation phase, chloramphenicol (0.5 ml) was added into each flask. Flasks were again shaken and then placed into a shaking incubator (100 rpm, 41 °C) for 2 h.

After the incubation, 5 ml of 0.6 M NaOH and 10 ml 0.2 M phosphate buffer were added into each flask. Flasks were shaken and 1 ml of porcine pancreatin containing amylase, lipase, and protease (100 mg/ml, P-1750; Sigma-Aldrich) was added. Flasks were shaken and incubated for 4 h (100 rpm, 41 °C). Flasks were removed from the incubator and 5 ml of 20% sulfosalicylic acid was added into each flask. Flasks were left for 30 min at room temperature. Then, flask contents were filtered using Whatman no. 54 filter papers (Whatman Inc., Florham Park, NJ). Filter papers were dried overnight at 80 °C before being used for the filtration. The residues collected in filter papers were also dried overnight at 80 °C. *In vitro* dry matter digestibility was calculated by the following formula:

$$\text{In vitro dry matter digestibility (\%)} = 100 - \left( \frac{\text{in vitro residue weight (g)}}{\text{sample weight (g)}} \right) \times 100$$

### 2.5 Statistical analysis

All the experiments were carried out in a completely randomized design with three replicates and the results were expressed as means with pooled standard error of means. Differences between treatments were tested using ANOVA and Duncan's multiple range test (SPSS 21.0 Statistics). The level of statistical significance was declared at P≤0.05. Orthogonal contrast tests were



applied to test whether means of *A. niger* groups and *B. subtilis* group differed significantly for each parameters.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1 Nutritional composition

Nutrient composition of PGS and FPGS is presented in Table 1. The CP content of PGS was increased ( $P<0.001$ ) by solid-state fermentation. *A. niger* had higher ( $P<0.001$ ) increase in CP than *B. subtilis*. Similar to the results of the present study, *A. niger* increased CP contents of pomegranate peel (Aguilar et al., 2008), shea nut (Dei et al., 2008), mango kernel (Kayode and Sani, 2008), palm kernel cake (Iluyemi et al., 2006; Lawal et al., 2010), sour cherry kernel (Güngör et al., 2017) and grape seed (Alttop et al., 2018b). *B. subtilis* also increased CP content of rapeseed meal (Fazhi et al., 2011), cottonseed meal (Sun et al., 2012), soybean meal (Teng et al., 2012), mixed feed (Shi et al., 2017), napiergrass and pangolagrass (Hsu et al., 2013) and *Leucaena leucocephala* leaf (Bairagi et al., 2004). Increase in CP content may be due to the microbial protein produced by *A. niger* and *B. subtilis* (Raimbault, 1998; Shi et al., 2017).

Microorganisms have the capability to produce microbial lipid and can increase the EE content of the substrates (Hui et al., 2010). The EE content of PGS was increased ( $P<0.001$ ) by *A. niger* and *B. subtilis*. FPGS by *A. niger* had higher ( $P<0.001$ ) EE content compared with the FPGS by *B. subtilis* in this study. Similar findings have been reported from the *A. niger* fermentation study on shea nut (Dei et al., 2008). However, no change was reported in EE content of pomegranate peel (Aguilar et al., 2008), palm kernel

(Iluyemi et al., 2006; Lawal et al., 2010), sour cherry kernel (Güngör et al., 2017) and grape seed (Alttop et al., 2018b). Moreover, fermentation increased EE content of mango kernel (Kayode and Sani, 2008), sour cherry kernel (Güngör et al., 2017) and grape seed (Alttop et al., 2018b). Similarly, *B. subtilis* was reported to increase EE content in rapeseed meal (Fazhi et al., 2011) and soybean meal (Teng et al., 2012) although EE was changed in mixed feed (Shi et al., 2017) and also decreased in cottonseed meal (Sun et al., 2012) by *B. subtilis*.

Ash content of PGS was increased ( $P<0.001$ ) by solid-state fermentation of *A. niger* or *B. subtilis* but reached the highest values at *A. niger* groups. This result is consistent with the studies on *A. niger* fermentation in pomegranate peel (Aguilar et al., 2008), shea nut (Dei et al., 2008), mango kernel (Kayode and Sani, 2008), sour cherry kernel (Güngör et al., 2017) and grape seed (Alttop et al., 2018b). *B. subtilis* also increased ash content of cottonseed meal (Sun et al., 2012), mixed feed (Shi et al., 2017), napiergrass and pangolagrass (Hsu et al., 2013). These results may be due to the relative increase of ash content because of the decrease in NFE, CF, NDF and ADF content of pomegranate seed by fermentation.

Microorganisms prefer soluble carbohydrates to other nutrients for using as a carbon source (Papagianni, 2007). The NFE content of pomegranate seed was decreased ( $P<0.001$ ) by fermentation in this study. The lowest NFE was obtained ( $P<0.001$ ) from FPGS-A2 group. This result is in line with the studies on pomegranate peel (Aguilar et al., 2008), shea nut (Dei et al., 2008), mango kernel (Kayode and Sani, 2008), sour cherry kernel (Güngör et al., 2017) and grape seed (Alttop et al., 2018b).

Table 1. Chemical composition of unfermented and fermented pomegranate seeds

Nutrients	PGS	FPGS-B	FPGS-A1	FPGS-A2	SEM	P	Contrast <sup>1</sup>
Crude Protein	16.12 <sup>c</sup>	29.79 <sup>b</sup>	31.82 <sup>a</sup>	32.63 <sup>a</sup>	2.023	***	***
Ether Extract	1.55 <sup>c</sup>	3.62 <sup>b</sup>	5.72 <sup>a</sup>	6.17 <sup>a</sup>	0.561	***	***
Ash	3.05 <sup>c</sup>	7.42 <sup>b</sup>	8.19 <sup>a</sup>	8.33 <sup>a</sup>	0.653	***	***
NFE	41.12 <sup>a</sup>	30.88 <sup>b</sup>	28.65 <sup>c</sup>	26.49 <sup>d</sup>	1.704	***	***
Crude Fiber	38.16 <sup>a</sup>	28.29 <sup>b</sup>	25.62 <sup>d</sup>	26.39 <sup>c</sup>	1.518	***	***
Hemicellulose	13.72 <sup>a</sup>	10.75 <sup>c</sup>	12.44 <sup>b</sup>	10.73 <sup>c</sup>	0.406	***	NS
NDF	51.38 <sup>a</sup>	44.08 <sup>b</sup>	41.32 <sup>b</sup>	37.77 <sup>c</sup>	1.559	***	**
ADF	37.66 <sup>a</sup>	33.32 <sup>b</sup>	28.87 <sup>c</sup>	27.04 <sup>c</sup>	1.284	***	***

\*\*\*:  $<0.001$ , \*\*: 0.01, NS: not significant

<sup>1</sup>Planned orthogonal contrast FPGS-B vs. FPGS-A1 and FPGS-A2

PS: unfermented pomegranate seed, FPGS-B: *Bacillus subtilis* (ATCC 21556), FPGS-A1: *Aspergillus niger* (ATCC 200345), FPGS-A2: *Aspergillus niger* (ATCC 9142), SEM: standard error of means

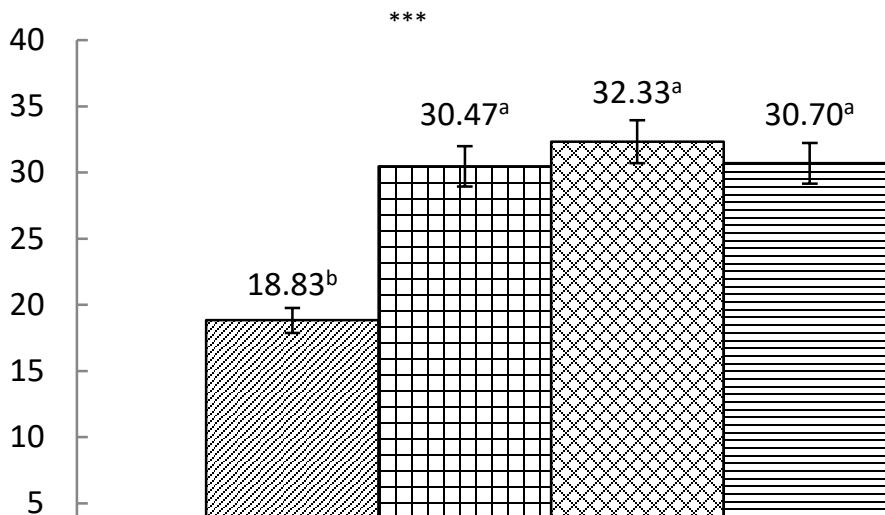
The CF, HC, NDF, and ADF were decreased ( $P<0.001$ ) by *A. niger* or *B. subtilis* solid-state fermentation in this study. *A. niger* provided lower CF ( $P<0.001$ ), NDF ( $P<0.01$ ) and ADF ( $P<0.001$ ) content compared with *B. subtilis*. However there was no significant difference ( $P>0.05$ ) between FPGS-B and FPGS-A groups with regard to HC content. The FPGS-A1 had the lowest ( $P<0.001$ ) CF content in the treatment groups. Cellulase enzyme that breaks down the structural carbohydrates can be produced by *A. niger* (Xie et al., 2016) and *B. subtilis* (Ritter et al., 2018) in solid state fermentation. The decrease in structural carbohydrates in PGS can be attributed to the production of cellulase enzyme during fermentation. Similarly, *A. niger* decreased structural carbohydrate content in CF, NDF and ADF in palm kernel cake (Iluyemi et al., 2006; Lawal et al., 2010), shea nut (Dei et al., 2008) and grape seed (Altop et al., 2018b). Similarly, *B. subtilis* diminished CF in cottonseed meal (Sun et al., 2012) and *L. leucocephala* leaf (Bairagi et al., 2004), decreased NDF in mixed feed (Shi et al., 2017)

### 3.2. *In vitro* digestibility

*In vitro* dry matter digestibility of unfermented and fermented pomegranate seed is given in Figure 1. The PGS had a low *in vitro* digestibility (18.83%) in this

study. Taher-Maddah et al. (2012) also reported a lower *in vitro* digestibility (34.62%) for PGS in ruminants. Cellulose is one of the major factors affecting the nutrient digestibility of feedstuffs (Graminha et al., 2008). Lower digestibility may be due to high CF content of PGS. *In vitro* dry matter digestibility of FPGS groups was increased compared with PGS in this study. Teng et al. (2012) reported that *in vitro* CP digestibility of soybean meal increased by *B. subtilis* fermentation. Similarly, Shi et al. (2017) reported increase *in vitro* CP and amino acid digestibility in mixed feed by *B. subtilis*.

Dry matter digestibility was increased ( $P<0.001$ ) by solid-state fermentation in the present study. Various enzymes such as protease, cellulase and lipase were synthesized by *A. niger* and *B. subtilis* during fermentation (Wu et al., 2015; Ritter et al., 2018). Improvement in the nutrient digestibility may be due to the reduction of structural carbohydrates as well as the production of enzymes that help the nutrient digestion. Teng et al. (2012) reported that *B. subtilis* increased *in vitro* CP digestibility of soybean meal more than *Aspergillus oryzae*. However, *in vitro* digestibility of FPGS was similar in *A. niger* and *B. subtilis* groups in the present study. This may be due to differences in substrates, microorganisms and culture conditions between two studies.



\*\*\*:  $P<0.001$ ; PGS: unfermented pomegranate seed; FPGS-B: *Bacillus subtilis* (ATCC 21556); FPGS-A1: *Aspergillus niger* (ATCC 200345); FPGS-A2: *Aspergillus niger* (ATCC 9142).

Figure 1. *In vitro* dry matter digestibility of fermented and unfermented pomegranate seeds

#### 4. Conclusions

The present study showed that *B. subtilis* and *A. niger* can be used to improve the nutritional composition and to increase the digestibility of PGS by increasing CP, EE, ash and decreasing CF, NFE, HC, NDF and ADF content. Best results were obtained from the *A. niger* ATCC 200345 by causing highest CP, EE and lowest CF, ADF content. Animal experiments should be conducted to determine the effects of PGS and FPGS on the growth performance, digestibility and etc. in the future.

#### References

- Aguilar, C.N., Aguilera-Carbo, A., Robledo, A., Ventura, J., Belmares, R., Martinez, D., Rodríguez-Herrera, R., Contreras, J., 2008. Production of antioxidant nutraceuticals by solid-state cultures of pomegranate (*Punica granatum*) peel and creosote bush (*Larrea tridentata*) leaves. *Food Technology and Biotechnology*, 46(2): 218-22.
- Ahmed, S.T., Islam, M.M., Bostami, A.R., Mun, H.-S., Kim, Y.-J., Yang, C.-J., 2015. Meat composition, fatty acid profile and oxidative stability of meat from broilers supplemented with pomegranate (*Punica granatum* L.) by-products. *Food Chemistry*, 188: 481-8. doi:10.1016/j.foodchem.2015.04.140
- Altop, A., Coskun, I., Filik, G., Kucukgul, A., Bekiroglu, Y.G., Cayan, H., Gungor, E., Sahin, A., Erener, G., 2018a. Amino acid, mineral, condensed tannin, and other chemical contents of olive leaves (*Olea europaea* L.) processed via solid-state fermentation using selected *Aspergillus niger* strains. *Ciencia e Investigación Agraria*, 45(3): 220-30. doi:10.7764/rcia.v45i3.1886
- Altop, A., Güngör, E., Erener, G., 2018b. *Aspergillus niger* may improve nutritional quality of grape seed and its usability in animal nutrition through solid-state fermentation. *International Advanced Researches and Engineering Journal*, 2(3): 273-7.
- AOAC 2000. Official methods of analysis of AOAC International (17th edition). ABD: AOAC International.
- Bairagi, A., Sarkar Ghosh, K., Sen, S., Ray, A., 2004. Evaluation of the nutritive value of *Leucaena leucocephala* leaf meal, inoculated with fish intestinal bacteria *Bacillus subtilis* and *Bacillus circulans* in formulated diets for rohu, *Labeo rohita* (Hamilton) fingerlings. *Aquaculture Research*, 35(5): 436-46. doi:10.1111/j.1365-2109.2004.01028.x
- Białek, A., Czerwonka, M., Białek, M., Lepionka, T., Kaszperuk, K., Banaszkiwicz, T., Tokarz, A., 2017. Influence of pomegranate seed oil and grape seed oil on cholesterol content and fatty acids profile in livers of chickens. *Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research*, 74(2): 624-32.
- Dei, H., Rose, S., Mackenzie, A., Amarowicz, R., 2008. Growth performance of broiler chickens fed diets containing shea nut (*Vitellaria paradoxa*, Gaertn.) meal fermented with *Aspergillus niger*. *Poultry Science*, 87(9): 1773-8. doi:10.3382/ps.2008-00055
- Fazhi, X., Lvmu, L., Jiaping, X., Kun, Q., Zhide, Z., Zhangyi, L., 2011. Effects of fermented rapeseed meal on growth performance and serum parameters in ducks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(5): 678-84. doi:10.5713/ajas.2011.10458
- Graminha, E., Gonçalves, A., Pirota, R., Balsalobre, M., Da Silva, R., Gomes, E., 2008. Enzyme production by solid-state fermentation: Application to animal nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 144(1): 1-22. doi:10.1016/j.anifeeds.2007.09.029
- Güngör, E., Altop, A., Öztürk, E., Erener, G., 2017. Nutritional changes of sour cherry (*Prunus cerasus*) kernel subjected to *Aspergillus niger* solid-state fermentation. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*: 99-103.
- Hsu, P.-K., Liu, C.-P., Liu, L.-Y., Chang, C.-H., Yang, S.-S., 2013. Protein enrichment and digestion improvement of napiergrass and pangolagrass with solid-state fermentation. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 46(3): 171-9. doi:10.1016/j.jmii.2012.04.001
- Hui, L., Wan, C., Hai-Tao, D., Xue-Jiao, C., Qi-Fa, Z., Yu-Hua, Z., 2010. Direct microbial conversion of wheat straw into lipid by a cellulolytic fungus of *Aspergillus oryzae* A-4 in solid-state fermentation. *Bioresource Technology*, 101(19): 7556-62. doi:10.1016/j.biortech.2010.04.027
- Hussein, H.Z., 2015. Activity of pomegranate peels and clove powders in detoxification of aflatoxin B1 and ochratoxin A from contaminated poultry diet. *Journal of Plant Pathology & Microbiology*, 6(1): 1-4. doi:10.4172/2157-7471.1000249
- Iluyemi, F., Hanafi, M., Radziah, O., Kamarudin, M., 2006. Fungal solid state culture of palm kernel cake. *Bioresource Technology*, 97(3): 477-82. doi:10.1016/j.biortech.2005.03.005
- Kayode, R., Sani, A., 2008. Physicochemical and proximate composition of mango (*Mangifera indica*) kernel cake fermented with mono-culture of fungal isolates obtained from naturally decomposed mango kernel. *Life Science Journal*, 5(4): 55-63.
- Kostogryś, R.B., Filipiak-Florkiewicz, A., Dereń, K., Drahun, A., Czyżyńska-Cichoń, I., Cieślak, E., Szymczyk, B., Franczyk-Żarów, M., 2017. Effect of dietary pomegranate seed oil on laying hen performance and physicochemical properties of eggs. *Food Chemistry*, 221: 1096-103. doi:10.1016/j.foodchem.2016.11.051
- Lawal, T., Iyayi, E., Adeniyi, B., Adaramoye, O., 2010. Biodegradation of palm kernel cake with multienzyme complexes from fungi and its feeding value for broilers. *International Journal of Poultry Science*, 9(7): 695-701. doi:10.3923/ijps.2010.695.701
- Manterys, A., Franczyk-Zarow, M., Czyzynska-Cichon, I., Drahun, A., Kus, E., Szymczyk, B., Kostogryś, R., 2016. Haematological parameters, serum lipid profile, liver function and fatty acid profile of broiler chickens fed on diets supplemented with pomegranate seed oil and linseed oil. *British Poultry Science*, 57(6): 771-9. doi:10.1080/00071668.2016.1219977
- Papagianni, M., 2007. Advances in citric acid fermentation by *Aspergillus niger*: biochemical aspects, membrane transport and modeling. *Biotechnology Advances*, 25(3): 244-63. doi:10.1016/j.biotechadv.2007.01.002
- Raimbault, M., 1998. General and microbiological aspects of solid substrate fermentation. *Electronic Journal of Biotechnology*, 1(3): 26-7. doi:10.2225/vol1-issue3-fulltext-9
- Ritter, A.C., Folmer Correa, A., Veras, F.F., Brandelli, A., 2018. Characterization of *Bacillus subtilis* available as

- probiotics. *Journal of Microbiology Research*, 8(2): 23-32. doi:10.5923/j.microbiology.20180802.01
- Rowayshed, G., Salama, A., Abul-Fadl, M., Akila-Hamza, S., Emad, M., 2013. Nutritional and chemical evaluation for pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit peel and seeds powders by products. *Middle East Journal of Applied Sciences*, 3(4): 169-79.
- Saki, A., Rabet, M., Zamani, P., Yousefi, A., 2014. The effects of different levels of pomegranate seed pulp with multi-enzyme on performance, egg quality and serum antioxidant in laying hens. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 4(4): 803-8.
- Sarica, S., 2011. Using possibilities of pomegranate juice by-products in animal nutrition. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 2011(2): 97-101.
- Shi, C., Zhang, Y., Lu, Z., Wang, Y., 2017. Solid-state fermentation of corn-soybean meal mixed feed with *Bacillus subtilis* and *Enterococcus faecium* for degrading antinutritional factors and enhancing nutritional value. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 8(1): 50. doi:10.1186/s40104-017-0184-2
- Sun, H., Jiang-Wu, T., Xiao-Hong, Y., Yi-Fei, W., Wang, X., Feng, J., 2012. Improvement of the nutritional quality of cottonseed meal by *Bacillus subtilis* and the addition of papain. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14(4): 563-8.
- Taher-Maddah, M., Maheri-Sis, N., Salamatdoustnobar, R., Ahmadzadeh, A., 2012. Estimating fermentation characteristics and nutritive value of ensiled and dried pomegranate seeds for ruminants using *in vitro* gas production technique. *Open Veterinary Journal*, 2(1): 40-5.
- Teng, D., Gao, M., Yang, Y., Liu, B., Tian, Z., Wang, J., 2012. Bio-modification of soybean meal with *Bacillus subtilis* or *Aspergillus oryzae*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 1(1): 32-8. doi:10.1016/j.bcab.2011.08.005
- TUIK 2016. Turkish Statistical Institute, www.turkstat.gov.tr (Accessed date: 14.07.2019).
- Van Soest, P.v., Robertson, J., Lewis, B., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10): 3583-97. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
- Wang, R., Ding, Y., Liu, R., Xiang, L., Du, L., 2010. Pomegranate: constituents, bioactivities and pharmacokinetics. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(2): 77-87.
- Wu, Q., Wang, Z., Wang, G., Li, Y., Qi, Y., 2015. Effects of feed supplemented with fermented pine needles (*Pinus ponderosa*) on growth performance and antioxidant status in broilers. *Poultry Science*, 94(6): 1138-44. doi:10.3382/ps/pev013
- Xie, P., Huang, L., Zhang, C., Zhang, Y.-l., 2016. Nutrient assessment of olive leaf residues processed by solid-state fermentation as an innovative feedstuff additive. *Journal of Applied Microbiology*, 121(1): 28-40. doi:10.1111/jam.13131
- Yamasaki, M., Kitagawa, T., Koyanagi, N., Chujo, H., Maeda, H., Kohno-Murase, J., Imamura, J., Tachibana, H., Yamada, K., 2006. Dietary effect of pomegranate seed oil on immune function and lipid metabolism in mice. *Nutrition*, 22(1): 54-9. doi:10.1016/j.nut.2005.03.009
- Zarei, M., Azizi, M., Bashir-Sadr, Z., 2011. Evaluation of physicochemical characteristics of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruit during ripening. *Fruits*, 66(2): 121-9. doi:10.1051/fruits/2011021



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.646728

## Farklı NaCl konsantrasyonları ile oluşturulan toprak tuzluluğunun bazı bezelye çeşit ve genotiplerinde bitki gelişimine etkisi

Özlem Önal Aşçı<sup>a\*</sup>, Hatice Zambî<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ordu, Türkiye

<sup>b</sup>Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [onalozlem@hotmail.com](mailto:onalozlem@hotmail.com)

Geliş/Received 14/11/2019

Kabul/Accepted 26/08/2020

### ÖZET

Saksı denemesi olarak yürütülen bu çalışma, farklı bezelye genotiplerinde (Töre, Gölyazı, Özkaynak, Ürünlü, Çaybaşı ve Turnasuyu) 7 farklı tuz konsantrasyonunun (0, 25, 50, 75, 100, 125 ve 150 mM) bitki gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada bezelye genotiplerinin tuzluluğa toleransı belirlemek için bitki boyu, yaprak sayısı, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda, bitkide yaprak sayısı hariç incelenen diğer özellikler bakımından genotip x tuz dozu interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur. Araştırmadan elde edilen tüm bulgular sonucunda, Gölyazı, Ürünlü, Özkaynak ve Töre çeşitlerinde 25 mM tuz dozları incelenen özelliklere genellikle olumlu etkiler yaparken, daha yüksek tuz dozları ise olumsuz etki yapmıştır. Çaybaşı popülasyonunda toprak üstü kuru ağırlıkta ilk önemli azalma 25 mM dozunda gerçekleşmiştir. Turnasuyu popülasyonunda ise toprak üstü kuru ağırlık bakımından tuz dozları arasında istatistik olarak farklılık görülmemiştir. Araştırmada ele alınan en yüksek tuz dozunda (150 mM) genotiplerin kök uzunluğu ve ağırlığı bakımından farklılık bulmazken, en yüksek toprak üstü kuru ağırlığa Çaybaşı popülasyonu sahip olmuştur.

Anahtar Sözcükler:  
Çeşit  
Kuraklık  
NaCl  
Stres  
Toksite

Effect of different NaCl concentrations on plant growth in some cultivars and getotypes of pea

### ABSTRACT

The aim of this study as a pot experiment was to determine the effect of 7 different salt concentrations (0, 25, 50, 75, 100, 125 and 150 mM) on plant growth in different pea genotypes (Töre, Gölyazı, Özkaynak, Ürünlü, Çaybaşı and Turnasuyu). In order to determine the tolerance of pea genotypes against salinity stress, plant height, number of leaves, above-ground wet and dry weights, root length, root wet and dry weights were determined. As a result of the analysis of variance, genotype x salt dose interaction was significant statistically in terms of other characteristics examined except the number of leaves in the plant. As a result of all the findings obtained from the study, Gölyazı, Ürünlü, Özkaynak and Töre varieties generally had positive effects under 25 mM salt doses on the investigated properties while higher salt doses had negative effects. The first significant decrease in aboveground dry weight in Çaybaşı population was under 25 mM salt dose. In Turnasuyu population, no statistically significant difference was observed between salt doses in terms of above ground dry weight. At the highest salt dose (150 mM) in the study, no differences were found in root lengths and weights of the genotypes, while the Çaybaşı population had the highest above ground dry weight.

Keywords:  
Cultivar  
Drought  
NaCl  
Stress  
Toxicity

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Bezelye hem insan gıdası hem de hayvan yemi olarak değerlendirilebilen bir bitkidir. Ülkemizde ıslah çalışmaları sonucunda yem amacıyla geliştirilmiş bezelye çeşitleri bulunmaktadır. Yem bezelyesi hem kaba yem olarak hem de tohumları büyük ve değerli bir protein kaynağı olmasından (Uzun ve ark., 2012) dolayı kesif yem amacıyla da kullanılmaktadır. Ayrıca tek yıllık bir bitki olması nedeniyle ara ürün olarak değerlendirilmeye uygun bir bitkidir. Bu özellikleri nedeniyle ülkemiz açısından önemli bir yem bitkisidir. TÜİK verileri incelendiğinde son 6 yılda yem bezelyesi yetiştiriciliğine ait bilgiler bulunduğu, ekim alanın her yıl artış sergilediği görülmekte ve 2019 yılında 146.090 da alanda ekildiği anlaşılmaktadır (Anonim, 2020). Bu bağlamda yem bezelyesi ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda ülkemizde giderek artmaktadır.

Tuzluluk, tarımsal üretim alanlarında, toprağın verimliliğini olumsuz yönde etkilediğinden, bitki büyümesi, verimi ve kalitesini sınırlandırmaktadır (Öztürk, 2004). Tuzluluk; özellikle kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde (Ekmekçi ve ark., 2005; Keser ve ark., 2009) oluşmakla birlikte, kıyı bölgelerde de yaşanmaktadır. Kıyı bölgelerde sulama suyu olarak taban suyu kullanıldığında veya drenaj problemi yaşandığında toprakta tuzluluğun sorun oluşturduğu bildirilmiştir. Nitekim Samsun Bafra ovasında yapılan bir çalışmada Ağustos ayında 1404 ha alanda toprak tuzluluğunun  $4 \text{ dS m}^{-1}$  den yüksek olduğu, mart ayında ise aynı tuzluluk değerine sahip alanın azalmakla birlikte drenaj sorunu yaşanan sahalarda devam ettiği belirlenmiştir (Cemek ve ark., 2006). Bu nedenle tuzluluk ülkemiz için önemli sorunlardan bir tanesidir. Ülkemizde yem bitkileri üretimi düşünüldüğünde, yem bezelyesinin özellikle kıyı bölgelerimizde kışlık ara ürün olarak değerlendirme imkanının yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Tuzluluğa klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlar neden olmasına rağmen, doğada en fazla sodyum klorür ( $\text{NaCl}$ )'e rastlanmaktadır. Tuz stresi bitkilerde fizyolojik kuraklığa (Kuşvuran, 2010) neden olmaktadır. Bununla birlikte fazla miktarda  $\text{Na}^+$  ve  $\text{Cl}^-$  iyonları glikofit bitkilerde toksik etki yapmakta (Özen ve Onay, 2007) ve bu iyonlar bitkilerin  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$  ve  $\text{Ca}^{++}$  alımını azaltmaktadır (Kacar ve ark., 2009). Tüm bu etkilerin sonucunda, bitkilerde çimlenme, büyüme, gelişme, hücre bölünmesi, fotosentez gibi pek çok biyolojik olay olumsuz etkilenmektedir (Bressan, 2002). Bununla birlikte olumsuz etkilenmenin düzeyi topraktaki tuzluluk seviyesine ve bitkinin tolerans düzeyine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin fasulye elektriksel iletkenliği  $1.5 \text{ dS m}^{-1}$  olan tuzlu toprakta yetiştirildiğinde verimi % 10 azalırken, yoncanın veriminde % 10'luk azalmanın elektriksel iletkenliği  $3.4 \text{ dS m}^{-1}$  olan toprakta yetiştirildiğinde ortaya çıktığı belirtilmiştir (Ekmekçi ve ark., 2005). Yapılan diğer

çalışmalarda ise tuzlu toprakta ( $9.74 \text{ Ece dS m}^{-1}$ ) yetiştirilen *Festuca arundinacea*, *Medicago sativa* ve *Lotus corniculatus*'un kuru ot veriminin kontrole ( $0.42 \text{ Ece dS m}^{-1}$ ) göre sırasıyla % 27, 57.4 ve 59.8 (Temel ve ark., 2013), *Agropyron elongatum*'da % 3.1 oranında azaldığı, *Cynodon dactylon*, *Chloris gayana* türlerinde ise sırasıyla % 28.6, 20.3 oranında arttığı (Temel ve ark., 2015) belirlenmiştir. Bu nedenle tuzlu koşullara adapte olabilen uygun tür ve çeşitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Daha önce yapılmış çalışmalar incelendiğinde tuz stresinin bezelye üzerine olan etkisinin tuz dozuna ve kullanılan çeşide bağlı olarak değiştiği görülmüştür (Okçu ve ark., 2005; Maksimovic ve ark., 2010; Bilgili ve ark., 2011). Tuz toleransı yüksek çeşitlerin belirlenmesi, tuzluluk problemi yaşanan alanların değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte ülkemizde mevcut yem bezelyesi çeşit ve genotiplerinin tuza toleransını belirlemek üzere yapılmış çalışma sayısının çok az olduğu görülmüştür. Yürütülen bir çalışmada Kirazlı çeşidinin, bir çalışmada ise yemlik değerlendirilebilecek bezelye genotipinin (T8) farklı tuz dozlarına yanıtları incelenmiştir. Kirazlı çeşidinde  $150 \text{ mM}$  tuz dozunda fide gelişiminin olmadığı (Bilgili ve ark., 2011), T8 genotipinin ise  $90 \text{ mM}$  tuz dozuna kadar dayanıklı olduğu (Demirkol ve ark., 2019) belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı; daha önce tuzluluk çalışması yapılmamış olan bazı yem bezelyesi çeşit ve genotiplerinde farklı  $\text{NaCl}$  dozları uygulanarak oluşturulan toprak tuzluluğunun bitki gelişimine etkisini belirlemektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi serasında 2014 yılında saksı denemesi olarak yürütülmüştür. Araştırmada bezelye (*Pisum sativum* L.)'nin ülkemizde yem amaçlı geliştirilen Gölyazı, Özkaynak, Ürünlü, Töre çeşitleri ile yemlik kullanıma uygun 2 yerel populasyon (Çaybaşı ve Turnasuyu)'a ait tohumlar kullanılmıştır. Denemede bitki yetiştirme ortamı olarak  $4 \text{ mm}$  elekten elenmiş hava kuru toprak kullanılmıştır. Toprak kumlu tınlı tekstüre sahip, hafif alkali ( $\text{pH}$ : 7.8), tuzsuz ( $0.17 \text{ dS m}^{-1}$ ), orta seviyede kireçli (% 5.4), N içeriği çok az (% 0.012), P ve K bakımından yetersiz (sırasıyla  $7.4$  ve  $645.8 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Fe ve Cu bakımından yeterli (sırasıyla  $15.4$  ve  $5.8 \text{ mg kg}^{-1}$ ), Mn içeriği az ( $2.5 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve Zn içeriği yüksektir ( $7.4 \text{ mg kg}^{-1}$ ).

Tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulan denemede, genotiplere 0, 25, 50, 75, 100, 125 ve  $150 \text{ mM}$   $\text{NaCl}$  tuzu çözelti olarak uygulanmıştır. Elenmiş  $2.5 \text{ kg}$  toprakla doldurulan saksılara, 8'er adet tohum ekilmiştir. Ekimle beraber her saksıya  $50 \text{ ppm}$  N,  $100 \text{ ppm}$  P ve  $125 \text{ ppm}$  K (Korkmaz, 2014) uygulanmıştır. Fidelerde ilk gerçek yaprak görüldüğünde seyreltme yapılarak her saksıda 4 bitki bırakılmış ve bitkilerin 4. gerçek yaprakları çıktığında tuz uygulanmıştır (Yıldırım ve ark., 2008). Bitkilerde yüksek tuz dozlarının çok

etkisi yapmaması için uygulamalar kademeli olarak yapılmıştır. İlk tuz uygulamasında kontrol hariç tüm saksılara 25 mM NaCl çözeltisi verilmiş ve diğer tuz uygulamaları 2'şer gün arayla kademeli olarak tamamlanmıştır. Deneme süresince saksıların nem içerikleri sürekli kontrol edilerek, gerekli görüldükçe saf su ile sulama yapılmış böylece toprağın nem içeriği sabit (tarla kapasitesinde) tutulmuştur. Tuz dozlarının bitkiler üzerindeki etkileri görülmeye başlandığında (tuz uygulamasından 1 ay sonra) deneme sonlandırılmıştır. Araştırmada bitki boyu (cm), kök uzunluğu (cm), yaprak sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>), toprak üstü yaş ve kuru ağırlık (mg bitki<sup>-1</sup>), kök yaş ve kuru ağırlık (mg bitki<sup>-1</sup>) belirlenmiştir.

Verilerin normal dağılım kontrolü Kolmogorov-Smirnov testi, alt grupların varyanslarının homojenlik kontrolü Levene testi ile yapılmıştır. Varyans analizinin varsayımlarını yerine getiren özelliklerde verilerin analizi tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre yapılmıştır. Farklı ortalamaların belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Hesaplamalarda ve yorumlamalarda % 5 önem düzeyi kullanılmıştır. Varsayımları yerine getirmeyen bitkide yaprak sayısına ait veriler ise nonparametrik analiz yöntemlerinden Kruskal-Wallis testi ile analiz edilmiş ve farklı ortalamaların belirlenmesinde Dunn test kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar Minitab 17 istatistik paket programı ile yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada kullanılan çeşitlerin tuz dozlarına verdikleri tepkinin farklı olmasından dolayı yapılan varyans analizi sonucunda; bitki boyu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlık, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından çeşit x tuz dozu interaksyonu istatistiki olarak önemli ( $p<0.001$ ) bulunmuştur. Tuz stresinin bitki üzerindeki etkisinin uygulanan doza, tuza maruz kaldıktan sonra geçen süreye (Hasannuzaman ve ark., 2013), türe (Özkorkmaz ve Yılmaz, 2017) hatta çeşitlere (Okçu ve ark., 2005) göre değiştiği bildirilmektedir.

Çizelge 1 incelendiğinde görüleceği üzere Töre, Özkaynak ve Çaybaşı'nda bitki boyu bakımından tuz dozları arasında istatistiki farklılık bulunmazken, Gölyazı çeşidinde 25 mM, Ürünlü'de ise 25 ve 50 mM tuz uygulaması bitki boyunu artırmış, daha yüksek tuz dozları bitki boyunu önemli derecede azaltmıştır. Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup> iyonlarının düşük dozlarda bitkiler için gerekli besin elementleri olduğu belirtilmiştir (Kacar ve ark., 2009). Söz konusu artışlar muhtemelen besin elementi

etkisinden kaynaklanmıştır. Ancak NaCl toprakta fazla bulunduğu, fizyolojik kuraklık, toksik etki, besin elementi eksikliği, besin elementi dengesizliğine neden olarak bitkilerin gelişimini olumsuz etkilediği, tuzluluğun bu olumsuz etkilerinden ilk önce fizyolojik kuraklığın ortaya çıktığı ve fizyolojik kuraklığın sürgün gelişimini yavaşlattığı bildirilmiştir (Çulha ve Çakırlar, 2011). Ayrıca kuraklığa maruz kalmış bitkilerde absisik asit (ABA) sentezinin arttığı, absisik asitin ise sürgün büyümesini engellediği belirtilmektedir (Taiz ve Zeiger, 2002). Nitekim bezelyede yüksek NaCl konsantrasyonunun ABA miktarını arttırdığı bildirilmiştir (Abo-Hamed ve ark., 1990; Shahid ve ark., 2012). Bunun yanında NaCl uygulamasının bezelyede boğum arası sayısını (Maksimovic ve ark., 2010) ve boğum arası uzunluğunu (Shahid ve ark., 2012) azalttığı bildirilmiştir. Söz konusu çeşitlerde bitki boyundaki ilk azalma muhtemelen yukarıda bahsedilen nedenlerden ortaya çıkmıştır. Bilgili ve ark. (2011), yem bezelyesinde ekimle birlikte uygulanan 50 mM NaCl'in bitki boyunu kontrole (tuzsuz) göre önemli derecede azalttığını belirlemişlerdir. Bununla birlikte çalışmamızda aynı tuz dozunda çeşitlerin bitki boyu değerlendirildiğinde özellikle 100, 125 ve 150 mM dozlarında Çaybaşı popülasyonunun en uzun bitki boyuna sahip olduğu görülmektedir. Bu durum çeşitlerin genetik yapılarının farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Araştırmada belirlenen bitkide yaprak sayısına ait veriler yapılan istatistik analiz sonucunda, sadece Gölyazı çeşidinde yaprak sayısı bakımından tuz dozları arasında istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) farklılık olduğu belirlenmiştir. Söz konusu çeşitte 25 mM tuz uygulaması, kontrole göre bitkide yaprak sayısını önemli derecede ( $p<0.05$ ) artırmış, daha yüksek dozlar ise azalmaya neden olmuştur (Çizelge 2 ve 3).

Tuz stresinin bitkide büyümeyi yavaşlattığı, bunun bir göstergesi olarak yaprak sayısının azaldığı bildirilmiştir (Süyüm, 2011). Nitekim, Bilgili ve ark. (2011), yem bezelyesinde artan tuz dozlarının bitkide yaprak sayısını azalttığını, Süyüm (2011) tuz stresi yaşayan karpuzda yaprak sayısının kontrole göre azaldığını bildirmişlerdir. Bununla birlikte aynı tuz dozunda çeşitlerin yaprak sayısı bakımından istatistiki olarak önemli ( $p<0.05$ ) fark bulunmuştur (Çizelge 2 ve 3). İncelenen bütün tuz dozlarında Özkaynak çeşidi en yüksek yaprak sayısına sahip olmuştur (Çizelge 2). Bu durum muhtemelen çeşitlerin genetik yapılarındaki farklılıktan ortaya çıkmaktadır.



Çizelge 1. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen bitki boyu (cm)  
Table 1. Plant height (cm) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	15.77±0.58Abc	14.04±0.94Ac	12.10±0.51Ab	12.20±0.49Ab	13.17±0.44Abc	12.53±1.02Abc	11.68±0.09Abc
Gölyazı	23.54±0.68ABa	24.68±0.25Aa	20.03±0.24Ba	18.93±0.94Ba	14.06±0.35Cbc	12.70±1.07Cbc	12.49±0.40Cbc
Özkaynak	11.98±0.35Ac	11.86±0.40Ac	11.49±0.55Ab	11.53±0.47Ab	10.73±0.42Ac	11.60±0.30Abc	10.25±0.58Abc
Ürünü	18.05±0.25ABCbc	19.57±1.39ABb	20.24±0.92Aa	16.38±1.11ABCDab	15.46±0.77BCDb	14.80±0.75CDb	13.36±1.43Db
Çaybaşı	22.99±0.38Aa	21.53±1.16Aab	19.39±0.62Aa	17.45±2.08Aa	20.53±0.53Aa	22.72±1.36Aa	20.21±0.57Aa
Turnasuyu	12.92±0.43Ac	11.61±0.73ABc	13.58±0.86Ab	12.28±0.97ABb	10.44±0.46ABc	9.41±1.18ABc	7.93±0.63Bc

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelge 2. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen yaprak sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>)  
Table 2. Number of leaves per plant determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)														P-Değeri
	0		25		50		75		100		125		150		
	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	$\bar{X}$	M	
Töre	11.0	11.0AB	8.0	7.0BC	10.0	10.0AB	10.0	10.0A	9.3	9.0A	9.7	10.0A	10.0	10.0A	0.415 <sup>ÖD</sup>
Gölyazı	8.0	8.0BCab	10.0	9.0ABa	6.3	7.0Ccd	7.3	7.0BCbc	6.3	6.0Bd	6.7	7.0Bcd	6.7	7.0Bcd	0.043*
Özkaynak	13.0	13.0A	11.7	12.0A	11.3	12.0A	11.0	11.0A	10.0	10.0A	10.0	11.0A	10.0	10.0A	0.310 <sup>ÖD</sup>
Ürünü	6.0	6.0D	6.7	7.0CD	6.0	6.0C	6.3	7.0CD	9.3	10.0A	7.0	7.0B	6.0	6.0B	0.111 <sup>ÖD</sup>
Çaybaşı	6.7	6.0CD	5.7	6.0D	5.3	5.0C	5.3	5.0D	6.0	6.0B	7.0	7.0B	7.0	7.0B	0.069 <sup>ÖD</sup>
Turnasuyu	5.7	6.0D	5.7	6.0D	7.7	8.0B	6.0	6.0CD	5.7	6.0B	6.3	6.0B	5.7	6.0B	0.120 <sup>ÖD</sup>
P-Değeri	0.013*		0.021*		0.010*		0.013*		0.014*		0.035*		0.019*		

$\bar{X}$ , Ortalama; M, Medyan; <sup>ÖD</sup>, istatistik olarak önemli değildir; \*, istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı sütunda ortak büyük harfi olmayan dozlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı satırda ortak küçük harfi olmayan dozlar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelge 3. Bitkide yaprak sayısı için hesaplanmış ortalama rank değerleri  
 Table 3. Average rank values calculated for the number of leaves per plant

	DOZLAR						
	0	25	50	75	100	125	150
Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank	Ort. Rank
14.5AB	10.2BC	14.5AB	14.5A	13.5A	15.0A	15.5A	
10.3BC	14.2AB	6.7C	10.0BC	6.3B	6.3B	8.0B	
16.5A	15.8A	16.5A	16.5A	14.7A	15.7A	15.5A	
5.0D	8.5CD	5.5C	6.8CD	13.8A	7.7B	5.3B	
6.8CD	4.2D	3.2C	3.5D	5.0B	7.7B	8.8B	
3.8D	4.2D	10.7B	5.7CD	3.7B	4.7B	3.8B	
ÇEŞİT							
Gölyazı	15.7AB	19.2A	7.3CD	12.7BC	5.8D	8.2CD	8.2CD

Çizelge 4'te görüldüğü üzere Gölyazı, Özkaynak ve Ürnlü çeşitlerinde 25 mM tuz uygulaması toprak üstü yaş ağırlığının artmasına neden olurken, artan dozlarda ise azalışlar meydana gelmiştir.

Söz konusu artışlar muhtemelen Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup>'un besin elementi etkisinden kaynaklanmıştır. Benzer şekilde Qados (2010), baklada tuz uygulamasının toprak üstü yaş ağırlığını önce artırdığını sonra da azalttığını bildirmiştir.

Araştırmada incelenen genotiplerin toprak üstü yaş ağırlığında ilk önemli azalışın meydana geldiği tuz dozları da farklı olmuştur. Örneğin Gölyazı çeşidi ile Çaybaşı popülasyonunda 50 mM, Turnasuyu popülasyonunda 125 mM, Töre, Özkaynak ve Ürnlü çeşitlerinde ise 150 mM tuz dozunda ortaya çıkmıştır (Çizelge 4).

Yanısıra araştırmada incelenen en yüksek tuz dozunda (150 mM) en yüksek toprak üstü yaş ağırlık Çaybaşı popülasyonunda belirlenmiştir. Araştırmamızda toprak üstü yaş ağırlığının azalma nedenlerinden bir tanesi bitkilerin su içeriğinin azalmasıdır.

Hasat sırasında tuz dozlarında bitkilerin turgor durumlarındaki farklılıklar net olarak gözlemlenmiştir. Yüksek tuz dozlarında yaprakların turgorunu kaybetmeleri sonucunda solgunlaştıkları görülmüştür. Maksimovic ve ark. (2010), bezelyede tuz uygulamasının (0.2 g L<sup>-1</sup>'den daha yüksek olduğunda) yaprak ve gövdede su içeriğini azalttığını bildirmişlerdir.

Ayrıca tuz uygulaması incelenen çeşitlerde bitki boyunu ve yaprak sayısını azaltmıştır (Çizelge 1 ve 2). Yüksek NaCl dozlarında (100 mM ve üzeri) ise toprak üstü yaş ağırlıktaki azalış fizyolojik kuraklığın yanında tuzun toksik etkisinden kaynaklanmıştır.

Yaprakta biriken yüksek miktarda Na<sup>+</sup> iyonunun toksik etkisinin yavaş bir şekilde ortaya çıktığı ve yaşlı yapraklarda senesensi artırdığı bildirilmiştir (Munns ve Tester, 2008). Nitekim hasat sırasında bitkilerde özellikle yaşlı yapraklarda tuz toksitesi sonucu oluşan

nekrozlar görülmüştür. Tüm bu etkiler sonucu toprak üstü yaş ağırlık azalmıştır.

Toprak üstü kuru ağırlık değerleri incelendiğinde, Töre, Özkaynak, Ürnlü çeşitleri ile Turnasuyu popülasyonunda tuz dozlarında belirlenen toprak üstü kuru ağırlık bakımından istatistiki olarak farklılık bulunmadığı, Gölyazı çeşidi ile Çaybaşı popülasyonunun ise tuz dozlarına farklı tepkiler verdiği anlaşılmaktadır.

Gölyazı çeşidinde tuz dozu 50 mM ve üzerine çıktığında toprak üstü kuru ağırlık azalmış, en büyük olumsuz etki ise 150 mM dozunda ortaya çıkmıştır. Çaybaşı popülasyonunda ise kontrol ve 150 mM dozlarında en yüksek toprak üstü kuru ağırlık belirlenmiştir.

Araştırmada incelenen genotiplerin fide güçleri de genetik olarak birbirinden farklı olmuştur. Nitekim kontrol grubunda toprak üstü kuru ağırlıkta belirlenen farklılıklar bundan kaynaklanmıştır.

150 mM dozunda Çaybaşı popülasyonu en yüksek toprak üstü kuru ağırlığa sahip olmuştur (Çizelge 5). Tuz stresinin hücre bölünmesini ve toprak üstü aksamın uzamasını engellediği, toprak üstü aksamın kuru ağırlığında azalmalara neden olduğu belirtilmiştir. Ancak bitkiler, NaCl'in olumsuz etkilerini tolere edebilmek amacıyla tür ve çeşitlere bağlı olarak değişimle birlikte, vakuollerinde Na<sup>+</sup> ve Cl<sup>-</sup>'ü biriktirdikleri, sitoplazmada osmotik basıncı ayarlayabilmek için K<sup>+</sup>, prolin, glisin betain (Munns, 2002; Munns ve Tester, 2008), protein, çözülebilir şeker (Ahmad ve John, 2005) gibi osmoregulatorler biriktirdikleri bildirilmiştir.

Çalışmamızda incelenen genotiplerin toprak üstü ağırlıklarında yaşanan farklılıklar muhtemelen yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı ortaya çıkmıştır.

Çizelge 6'dan anlaşılacağı üzere Töre, Gölyazı, Ürnlü çeşitleri ile Turnasuyu popülasyonunda kök uzunluğu bakımından tuz dozları arasındaki farklılık istatistiki olarak önemsiz bulunurken, Gölyazı ve Ürnlü çeşitlerinde 25 mM dozu kök uzunluğunu bir

miktar artırıcı etki yapmıştır. Özkaynak çeşidi ve Çaybaşı popülasyonunda ise 125 ve 150 mM tuz uygulaması kök uzunluğunu önemli derecede azaltmıştır.

Bununla birlikte aynı tuz dozunda çeşitlerin kök uzunluğu değerlendirildiğinde, 100 mM tuz dozu hariç tüm dozlarda kök uzunluğu bakımından çeşitler arasında farklılık bulunmamıştır. Kök bölgesindeki tuz, osmotik stress ve/veya toksik iyon etkisi ile kök meristem dokusunda hücre genişlemesini ve hücre üretimini engelleyerek kök uzamasını azalttığı belirtilmiştir (Rewald ve ark., 2013).

Bununla birlikte stres şartlarında bitkilerde sentezlenen absisik asit, etilen ve brassinosteroidlerin kök gelişimini değiştirdiği, genellikle düşük tuz dozlarında kök uzamasının teşvik edildiği, yüksek dozlarda ise kök gelişimini azalttığı bildirilmiştir (Julkowska ve ark., 2014).

Düşük tuz dozlarının muhtemelen bitkide kuraklık etkisiyle absisik asit sentezini artırdığı, etilen üretimini ise engellediği sonuçta kök büyümesini olumlu yönde etkilediği ifade edilmiştir (Taiz ve Zeiger, 2002). Benzer şekilde Abo-Hamed ve ark. (1990) ve Shahid ve ark. (2012), bezelyede tuz uygulamasının absisik asit içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Bilgili ve ark. (2011), yem bezelyesinde 50 mM NaCl uygulandığında kök uzunluğunun kontrolle aynı olduğunu, tuz dozu 50 mM'dan 100 mM'a çıktığında ise önemli düzeyde azaldığını bildirmişlerdir.

Okçu ve ark. (2005), bezelye çeşitlerinin tuz dozlarına tepkisinin farklı olduğunu, Bolero ve Sprinter çeşitlerinde artan tuz dozlarının kök uzunluğunu

azalttığını, Utrillo çeşidinde ise tuz uygulamasının kök uzunluğunu önce artırdığını sonra ise azalttığını bildirmişlerdir.

Kök yaş ve kuru ağırlık değerleri sırasıyla Çizelge 7 ve 8'de sunulmuştur. Söz konusu çizelgelerde görüleceği üzere, Gölyazı ve Ürünü çeşitlerinde 25 mM tuz uygulaması kök yaş ve kuru ağırlığını kontrole göre önemli düzeyde ( $p<0.05$ ) artırırken, bu noktadan sonra artan tuz dozları ise azaltmıştır.

Diğer çeşit ve popülasyonlarda ise tuz uygulamaları kök yaş ve kuru ağırlığını genellikle azaltmıştır. Çaybaşı popülasyonunda 50 mM ve üzeri dozlar, Töre, Özkaynak çeşidi ile Turnasuyu popülasyonunda ise 75 mM ve üzeri dozlar kök yaş ve kuru ağırlığını önemli derecede azaltmıştır (Çizelge 7 ve 8).

Bu durum tuzluluğun kök uzunluğuna etkisinden çok lateral kök gelişimine olan olumsuz etkisinden kaynaklanmıştır. Benzer sonuçlar Kav ve ark. (2004) tarafından da bildirilmiştir.

Çalışmamızla benzer olarak, Ahmad ve Jhon (2005) bezelye ile yaptıkları çalışmalarında yüksek tuz dozlarının bezelyede kök kuru ağırlığını azalttığını belirlemişlerdir.

Çizelge 4. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen toprak üstü yaş ağırlık (mg bitki<sup>-1</sup>)  
 Table 4. Above ground fresh weight of per plant (mg) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	956.7±64.0Abc	873.4±28.9ABc	905.9±15.1ABb	961.9±67.2Aa	781.3±67.9ABb	699.5±112.0ABb	484.2±8.8Bb
Gölyazı	1152.0±51.1ABb	1361.2±121.0Ab	975.7±38.5BCab	931.6±87.1BCDa	624.5±4.8Db	684.0±37.5CDBb	606.8±5.2Dab
Özkaynak	999.2±98.4Abc	1109.8±80.5Abc	912.5±81.4Aab	873.2±31.7Aa	799.9±74.9ABb	823.6±111.0ABab	533.1±30.8Bb
Ürünli	708.9±68.4ABCc	1003.6±61.8Ac	873.2±38.3ABb	759.5±11.5ABCa	657.5±19.1BCb	685.6±80.9ABCb	432.8±50.9Cb
Çaybaşı	1738.2±187.0Aa	1697.1±108.0Aa	1228.6±87.6Ba	1075.7±76.4BCa	1224.2±35.8Ba	1042.3±67.2BCa	865.1±47.6Ca
Turnasuyu	1075.6±91.1Ab	888.2±106.0ABc	1012.3±25.7ABab	781.1±10ABa	814.7±108.0ABb	727.4±130.0BCab	400.6±24.6Cb

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Çizelge 5. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen toprak üstü kuru ağırlık (mg bitki<sup>-1</sup>)  
 Table 5. Above ground dry weight of per plant (mg) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	138.83±6.83Abc	121.40±7.17Ab	131.17±2.89Aab	132.60±12.10Aa	134.17±9.66Aab	134.10±10.30Ab	133.90±8.46Ab
Gölyazı	165.93±7.68ABb	194.30±16.30Aa	120.30±18.40BCab	130.90±19.40BCa	116.67±9.34BCb	158.50±0.87ABCab	113.20±0.20Cb
Özkaynak	161.80±13.80Ab	157.10±11.50Aab	165.50±16.80Aab	134.30±4.74Aa	149.90±5.20Aab	167.80±17.30Aab	138.80±9.97Ab
Ürünli	99.20±15.80Ac	144.97±7.51Ab	117.00±13.00Ab	134.30±0.38Aa	142.17±7.27Aab	143.00±10.90Aab	103.00±17.30Ab
Çaybaşı	253.90±3.70Aa	164.20±13.90Bab	167.30±18.00Ba	177.00±22.70Ba	175.07±3.47Ba	191.50±28.40Ba	207.93±7.36ABa
Turnasuyu	153.82±5.53Ab	132.15±2.24Ab	151.76±4.39Aab	129.83±5.55Aa	153.00±7.45Aab	132.77±7.79Ab	118.43±3.43Ab

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Çizelge 6. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen kök uzunluğu (cm)  
Table 6. Root length (cm) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	20.21±0.91Aa	17.22±1.00Aa	18.09±1.32Aa	19.37±0.99Aa	19.98±0.55Aabc	16.63±0.74Aab	16.36±0.78Aa
Gölyazı	18.22±0.73Aa	17.29±0.53Aa	16.74±0.28Aa	16.68±0.20Aa	16.75±0.59Abc	15.65±0.37Aa	15.07±0.48Aa
Özkaynak	20.80±0.64ABa	20.91±0.84ABa	21.13±0.65ABa	18.40±1.63ABa	23.41±1.66Aa	17.30±0.40Ba	16.93±0.40Ba
Ürünü	18.07±1.30Aa	20.98±0.36Aa	20.95±1.70Aa	15.83±0.38Aa	17.75±0.79Abc	16.05±0.99Aa	18.46±1.67Aa
Çaybaşı	20.49±0.66Aa	19.90±0.71Aa	17.45±0.31ABa	15.50±0.75ABa	15.35±0.60ABc	13.97±0.70Ba	13.37±0.47Ba
Turnasuyu	16.31±0.99Aa	17.18±1.36Aa	19.30±1.43Aa	19.60±0.76Aa	17.00±1.39Abc	17.18±0.19Aa	15.89±0.31Aa

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Çizelge 7. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen kök yaş ağırlığı (mg bitki<sup>-1</sup>)  
Table 7. Root fresh weight of per plant (mg) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	176.92±9.81Aab	128.17±9.71ABc	147.20±15.40ABab	102.17±4.15BCab	93.50±6.64BCDa	63.38±4.11CDab	46.00±4.04Da
Gölyazı	154.97±8.49ABb	176.08±9.24Aabc	107.14±8.00BCbc	93.08±7.58CDab	57.58±6.83CDa	41.30±10.80Db	73.40±10.60CDa
Özkaynak	211.20±39.20Aa	196.25±0.66Aa	175.80±11.50Aa	114.37±6.55Ba	97.27±8.23Ba	95.70±11.60Ba	77.25±8.18Ba
Ürünü	89.70±13.20Bc	181.70±25.40Aab	92.25±6.76Bc	59.80±12.30Bb	79.50±0.29Ba	75.83±3.92Bab	52.93±7.07Ba
Çaybaşı	149.80±12.30Ab	139.65±0.51ABbc	93.77±0.72BCc	72.00±11.0Cab	100.2±17.30ABCa	92.91±5.53BCab	84.13±5.51Ca
Turnasuyu	187.90±30.10Aab	146.70±12.50ABCabc	155.50±21.30ABab	99.36±8.28CDab	91.33±1.33Da	112.00±15.60BCDa	84.85±4.13Da

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0.05$ )

Çizelge 8. Farklı tuz dozlarında bezelye genotiplerinde belirlenen kök kuru ağırlığı (mg bitki<sup>-1</sup>)  
 Table 8. Root dry weight of per plant (mg) determined in pea genotypes with different salt doses

Genotip	Tuz Dozu (mM)						
	0	25	50	75	100	125	150
Töre	164.80±12.30Aab	115.48±7.01Bc	119.17±7.07Bab	89.57±2.86BCa	85.38±4.26BCDa	57.88±4.55CDb	45.15±4.26Da
Gölyazı	142.42±6.43Ab	162.75±6.95Aab	97.06±6.44Bb	87.58±7.08BCab	49.75±7.09Ca	53.77±0.43Cb	65.68±8.66BCa
Özkaynak	189.80±34.30Aa	177.53±2.45Aa	150.70±13.4Aa	101.77±3.90Ba	88.88±7.00Ba	86.50±11.30Bab	70.00±7.88Ba
Ürünü	79.70±11.70Bc	146.58±2.17Aabc	81.53±5.13Bb	46.50±15.40Bb	71.30±1.12Ba	68.08±3.05Bab	49.23±7.37Ba
Çaybaşı	140.40±14.40Ab	125.88±2.24ABbc	84.15±3.10BCb	67.18±9.91Cab	90.30±15.10BCa	87.41±3.51BCab	80.00±4.02Ca
Turnasuyu	133.00±4.04Ab	135.10±11.7Abc	142.70±19.70Aa	80.78±5.46Bab	83.67±0.36Ba	101.30±15.90ABa	79.78±3.96Ba

Veriler Ortalama±Standart Hata şeklinde sunulmuştur.

Aynı çeşitte ortak büyük harfi olmayan doz ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

Aynı dozda ortak küçük harfi olmayan çeşit ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0.05)

#### 4. Sonuç

Araştırma sonucunda, incelenen çeşit ve genotiplerin tuza toleransının farklı olduğu anlaşılmıştır. Çaybaşı popülasyonu 50 mM ve üzeri tuz dozlarında en yüksek toprak üstü kuru ağırlığına sahip olmuştur. Bu nedenle Çaybaşı popülasyonunun tuzlu tarla koşullarında ot ve tohum veriminin belirlenmesi, söz konusu çeşidin tuzlu şartlarda yetiştirilebilme olanağını net olarak ortaya çıkaracaktır. Yanısıra çalışmada kullanılan genotiplerin tuz stresine karşı verdikleri tepkilerin farklı olması, ülkemizde genetik çeşitliliğin fazla olduğu bezelye bitkisinde, tuz stresi çalışmalarının yapılmadığı diğer materyallerle de çalışılması gerektiğini göstermektedir.

#### Teşekkür

Bu araştırma Ordu Üniversitesi BAP birimi tarafından desteklenen TF 1462 nolu proje olarak desteklenen Hatice Zambı'nın yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

#### Kaynaklar

- Abo-Hamed, S.A., Younis, M.E., El-Shahaby, O.A., Haroun, S.A., 1990. Plant growth, metabolism and adaptation in relation to stress conditions. IX. Endogenous levels of hormones, minerals and organic solutes in *Pisum sativum* plants as affected by salinity. *Phyton*, 30(1): 187-199.
- Ahmad, P., John, R., 2005. Effect of salt stress on growth and biochemical parameters of *Pisum sativum* L. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 51:6: 665-672. doi: 10.1080/03650340500274151
- Anonymous, 2020. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. Available at <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi: 10 Mart 2020).
- Bilgili, U., Carpici, E.B., Aşık, B.B., Celik, N., 2011. Root and shoot response of common vetch (*Vicia sativa* L.), forage pea (*Pisum sativum* L.) and canola (*Brassica napus* L.) to salt stress during early seedling growth stages. *Turkish Journal of Field Crops*, 16(1): 33-38.
- Bressan, R.A., 2002. Stres fizyolojisi. In: Taiz, L., Zeiger, E. (Eds). *Türkan İ. (Çeviri Eds.) Palme Yayıncılık*, 2008, Ankara pp. 591-620.
- Cemek, B., Güler, M., Arslan, H., 2006. Bafra ovası sağ sahil sulama alanındaki tuzluluk dağılımının coğrafi bilgi sistemleri (CBS) kullanılarak belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 37(1): 63-72.
- Çulha, Ş., Çakırlar, H., 2011. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11: 11-34.
- Demirkol, G., Yılmaz, N., Önal Aşçı, Ö., 2019. Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. arvense L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg.*, 22(3): 354-359. DOI:10.18016/ksutarimdog.vi.455439
- Ekmekçi, E., Apan, M., Kara, T., 2005. Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(3):118-125. doi: 10.7161/anajas.2005
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Fujita, M., 2013. Plant response to salt stress and role of exogenous protectants to mitigate salt-induced damages. In: Ahmad P., Azooz M., Prasad M. (eds) *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress*. Springer New York. pp. 25-87.
- Julkowska, M.M., Hoefsloot, H.C.J., Mol, S., Feron, R., de Boer, G.J., Haring, M.A., Testerink, C., 2014. Capturing Arabidopsis root architecture dynamics with ROOT-FIT reveals diversity in responses to salinity. *Plant Physiol.* 166(3):1387-402. doi: 10.1104/pp.114.248963
- Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş., 2009. Bitki fizyolojisi. Nobel Yayınları No: 848, 3. Baskı, 556 s, Ankara.
- Kav, N.N.V, Srivastava, S., Goonewardene, L., Blade, S.F., 2004. Proteome-level changes in the roots of *Pisum sativum* in response to salinity. *Annals of Applied Biology*, 145:217-230. doi: 10.1111/j.1744-7348.2004.tb00378.x
- Keser, Ö., Çolak, G., Caner, N., 2009. Tuza toleransı farklı iki kültür bitkisinde bazı fizyolojik ve makromorfolojik parametreler üzerine Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tipi tuz stresi etkileri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11 (2): 64-80.
- Korkmaz, K., 2014. Sözlü görüşme. Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü.
- Kuşvuran, Ş., 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. *Doktora Tezi*. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 356 s, Adana.
- Maksimović, I., Putnik-Delić, M., Gani, I., Marić, J., Ilin, Ž., 2010. Growth, ion composition, and stomatal conductance of peas exposed to salinity. *Central European Journal of Biology*, 5(5): 682-691. doi: 10.2478/s11535-010-0052-y
- Munns, R., 2002. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25: 239-250. doi: 10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x
- Munns, R., Tester, M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Reviews of Plant Biology*, 59:651-681. doi: 10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911
- Okçu, G., Kaya, M.D., Atak, M., 2005. Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29: 237-242.
- Özen, H.Ç., Onay, A., 2007. Bitki fizyolojisi. Nobel Yayınları No:1220, 332 s, Ankara.



- Özkorkmaz, F., Yılmaz, N., 2017. Farklı tuz konsantrasyonlarının fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ve börülçede (*Vigna unguiculata* L.) çimlenme üzerine etkilerini belirlenmesi. Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 7(2): 196-20.
- Öztürk A., 2004. Tuzluluk ve sodyumluluğun oluşumu, bitki ve toprağa etkileri. Sulanan Alanlarda Tuzluluk Yönetimi Sempozyumu, 1-16, 20-21 Mayıs, Ankara.
- Rewald, B., Shelef, O., Ephrath, J.E., Rachmilevitch, S., 2013. Adaptive plasticity of salt-stressed root systems. In: Ahmad, P., Azooz, M.M., Prasad, M.N.V. (Eds). Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress. Springer USA. pp. 169-202.
- Shahid, M.A., Balal, R.M., Pervez, M.A., Abbas, T., Ashfaq, M., Ghazanfar, U., Afzal, M., Rashid, A., Garcia-Sanchez, F., Mattson, N.S., 2012. Differential response of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes to salt stress in relation to the growth, physiological attributes antioxidant activity and organic solutes. Australian Journal of Crop Science, 6(5): 828-838.
- Süyüm, K., 2011. Karpuz genetik kaynaklarının tuzluluk ve kuraklığa tolerans seviyelerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 145s, Adana.
- Taiz, L., Zeiger, E., 2002. Bitki fizyolojisi. 3. Baskıdan Çeviri, (Çeviri Ed. Türkan, İ.). Palme Yayıncılık, 2008 Ankara.
- Temel, S., Şimşek, U., Keskin, B., Yılmaz, İ.H., 2013. Performance of some forages species (*Festuca arundinacea* L., *Chloris gayana* var. Katambora, *Lotus corniculatus* L. and *Medicago sativa* L.) in saline soil. Proceedings of the 22nd International Grassland Congress, 149-150, 15-19 September, Sydney.
- Temel, S., Keskin, B., Sımsek, U., Yılmaz, İ.B., 2015. Performance of some forage grass species in halomorphic soil. Turk J. Field Crops 20(2): 131-141.
- Qados, A.M.S.A., 2010. Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 10:7-15. doi: 10.1016/j.jssas.2010.06.002
- Uzun, A., Gün, H., Açıkgöz, E., 2012. Farklı gelişme dönemlerinde biçilen bazı yem bezelyesi (*Pisum arvense*) çeşitlerinin ot, tohum ve ham protein verimlerinin belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1): 27-38.
- Yıldırım, B., Yaşar, F., Terzioğlu, Ö., Tamkoç, A., Türközü, D., 2008. Effect of salinity stress on nutrient composition of field pea genotypes. Journal of Animal and Veterinary Advances, 7(8): 944-948.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.655591

## Bazı yerli ve yabancı zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimlerinin ve meyve kalite özelliklerinin saptanması

✉ Kazım Turgay Gündeşli<sup>a</sup>, ✉ Ayzin B. Küden<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Toprak Mahsulleri Ofisi, Yeni Mahalle, No. 52, Akdeniz/Mersin, Turkey

<sup>b</sup> Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana, Turkey

\*Sorumlu yazar/corresponding author: abkuden@cu.edu.tr

Geliş/Received 02/05/2020

Kabul/Accepted 05/09/2020

### ÖZET

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi zeytin gen kaynağı bahçesindeki Adana Topağı, Ayvalık, Çilli, Domat, Gemlik, Karamürsel Su, Manzanilla, Mavi ve Memecik olmak üzere 9 zeytin çeşidi ve Arbequina IRTA-18 zeytin klonuna ait ağaçlar üzerinde yürütülmüştür. Denemeye alınan zeytin çeşitlerinde meyve kalite özelliklerinin ve soğuklama gereksinimlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri standart ve soğuk birimi yöntemlerine göre hesaplanmıştır, ayrıca, denemeye alınan zeytin çeşitlerinin bazı kalite özellikleri de pomolojik analizlerle saptanmıştır. Çalışmalar sonucunda, Adana Topağı zeytin çeşidi soğuklama gereksinimi en düşük (234 SB ve 346 saat) çeşit olarak bulunmuş, bu çeşidi Çilli, Mavi, Gemlik ve Ayvalık zeytin çeşitleri izlemiştir. Domat zeytin çeşidi soğuklama gereksinimi en yüksek (333 SB ve 552 saat) çeşit olarak saptanmıştır. Yapılan pomolojik analizlerde, en yüksek meyve ağırlığı Karamürsel Su (9.44) çeşidinde saptanırken en küçük meyveler Arbequina IRTA-18 (1.09) klonundan elde edilmiştir. Ayrıca, Domat (9.96 g), Çilli (6.90 g), Mavi (6,61g) ve Adana Topağı (6.0 g) çeşitleri de iri meyveli çeşitler olarak tespit edilmiştir. Üreticiler bölgenin iklim koşullarına uygun zeytin çeşidi seçimi ve bahçe tesisine yönlendirecek ve bazı zeytinliklerde görülen verimsizliklerin nedenini ortaya konulacaktır. Bu verimsiz çeşit ve tiplerin soğuklama gereksinimi bölgeye uygun olan çeşitlerle çevirme aşısı yöntemiyle aşılması veya yeni kurulacak zeytinliklerin bu fidanlarla tesis edilmesi tavsiye edilebilecektir.

Anahtar Sözcükler:  
Meyve kalite özellikleri  
*Olea europea* L.  
Soğuklama gereksinimleri  
Soğuk birimi  
Zeytin

### Determination of the chilling requirements and fruit quality characteristics of some local and foreign olive cultivars

#### ABSTRACT

This study was carried out on the trees of Adana Topağı, Ayvalık, Çilli, Domat, Gemlik, Karamürsel Su, Manzanilla, Mavi and Memecik 9 olive cultivars and Arbequina IRTA-18 olive clone located at the olive germplasm orchard of the Univ. Cukurova, Faculty of Agriculture. The aim of this research was to determine the fruit quality characteristics and the chilling requirements of the experimented olive cultivars. The chilling requirements were calculated according to the standard and chill unit methods and the fruit quality characteristics of the experimented olive cultivars were determined by pomological analysis. As a result, Adana Topağı olive cultivar was found to be the lowest chilling requiring cultivar (247 CU and 346 hours) and it was followed by Çilli, Mavi, Gemlik and Ayvalık. Domat olive cultivar was found to be the highest chilling requiring cultivar (333 CU and 552 hours). In the pomological analysis, the highest fruit weight was determined in Karamürsel Su (9.44) cultivar while the smallest fruits were obtained from Arbequina IRTA-18 (1.09) olive clone. In addition, Domat (9.96 g), Çilli (6.90 g), Mavi (6,61g) and Adana Topağı (6.0 g) were determined to be the cultivars with big fruits. These results will lead growers to select and arrange olive orchards according to the climatic conditions of the regions. Also, it will help to identify the reasons of the unproductivity. It could be recommended to do top working on unfruitful olive trees with the suitable chilling requiring cultivars adaptable to the region and built up new plantations with these suitable olive cultivars.

Keywords:  
Fruit quality characteristics  
*Olea europea* L.  
Chilling requirements  
Chill units  
Olive

## 1. Giriş

Dünyada yetiştiriciliği yapılan bütün zeytin çeşitleri *Oleaceae* familyasının 25 cinsinden biri olan *Olea* cinsi içerisinde yer alır. Bu kültür zeytinlerinin tümü *Olea* cinsi içerisinde bulunan ve 36 türden biri olan *Olea europaea* L. türüne dahildir. Son yapılan çalışmalarla yenilenen listeye göre *Olea europaea* L. türünün 5 alt türü ve 51 sinonimi bulunmaktadır. Anavatanı ülkemiz olan yabani zeytin artık ayrı bir alt tür veya varyete olarak adlandırılmamakta ve *Olea europaea* L. türünün içinde değerlendirilmektedir (Toplu, 2000; Dölek, 2003; Anonim, 2019).

Dünyada zeytin yetiştiriciliği M.Ö. 4000 yıllarında Anadolu'da başlamış ve buradan da Akdeniz ülkelerine yayılmıştır (Eren, 2014). Akdeniz havzasında zeytin 6.000 yıldır yetişmekte olup, günümüzde dünya üretiminin %95'i buradan karşılanmaktadır. Nispeten ılık geçen kış mevsimi, kuru ve sıcak geçen yaz mevsimi ile kendine has karakteri olan Akdeniz ikliminde hayat bulan zeytin, 30° ve 45° enlemleri arasında yetişmektedir. Dünyada üretilen zeytinlerin %90'ı zeytinyağı olarak değerlendirilmekte, %10'luk kısmı ise sofralık olarak tüketilmektedir. Türkiye'de zeytin, ekonomik anlamda Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi'nde, geleneksel yöntemlerle yetiştirilmektedir (Kaya ve ark., 2015). Dünyada yaklaşık 10.650.068 hektar alandan 19.267.493 ton zeytin üretimi yapılmaktadır (FAO, 2018). Önemli zeytin üreticisi ülkeler arasında İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye ve Tunus ilk sıraları almaktadır.

Ülkemizde zeytin üretimi açısından önemli bölgeler Ege, Akdeniz ve Marmara Bölgeleridir. Ülkemizde 2018 yılında 426 bin ton sofralık, 1,1 milyon ton yağlık olmak üzere toplam 1,5 milyon ton zeytin üretimi yapılmıştır, yaklaşık 177 milyon zeytin ağacımız bulunmaktadır ve bu ağaçların %15'i yeni tesis edilen bahçelerde olup, henüz verime ulaşmamıştır (TÜİK, 2019).

Zeytin, düşük miktarda şeker içeriği, yüksek oranda yağ içeriği ve kendine has acı tadı ile farklı bir meyvedir (Mafra ve ark., 2006). Zeytin diğer sert çekirdekli meyve türlerinden farklı olarak %2-6 oranında şeker ve %20-35 oranında yağ içermektedir. Zeytini diğer meyvelerden ayıran en önemli özelliklerden biri de "oleuropein" denilen, zeytine doğal acılık tadını veren glikozidik maddenin sadece zeytinde bulunmasıdır. Zeytinyağında insan sağlığı ve beslenme açısından büyük önem arz eden yaklaşık %71 oleik ve %1 palmitoleik asitten oluşan tekli doymamış yağ asitleri, %10 linoleik ve %1 linolenik asitten oluşan çoklu doymamış yağ asitleri, %13 palmitik, %3 stearik ve %1 araşidik asitten oluşan doymuş yağ asitleri bulunmaktadır (ISEO 2016). Bir yemek kaşığı yağın 120 kalori ve yaklaşık 13.5 g yağ içerdiği bilinmektedir. Zeytinyağının insan sağlığı üzerine olumlu etkisi sadece

içermiş olduğu tekli doymamış yağ asitlerinin doymuş yağ asitlerine oranının yanında, içermiş olduğu tokoferol ve polifenolik bileşiklerden kaynaklandığı bildirilmiştir (Basmacıoğlu ve Aktaş., 2011). Özellikle son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar polifenolik bileşiklerin antioksidan özellikleri nedeniyle kalp ve kanser hastalıkları riskini azalttığını göstermiştir (Servili ve ark., 2014). Zeytin meyvelerinden fiziksel yöntemlerle elde edilen ve rafine olmadan tüketilen sızma zeytinyağları kendine has lezzet, aroma, tat ve kokularından dolayı diğer yağlardan ayrılmaktadır. Zeytinyağında tadı uçucu olmayan fenolik maddeler, kokuyu ise uçucu bileşenler oluşturmaktadır.

Genel olarak bir bölgede yetiştirilecek meyve tür ve çeşitlerinin soğuklama gereksinimlerinin ve bölgenin yaklaşık soğuklama süresinin bilinmesi gerekir. Ülkemizde yetiştirilen zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri ile ilgili yeterli bilgiye ulaşılamamaktadır. Barut ve Ertürk (2002), Gemlik çeşidinde kış soğuklama gereksiniminin 600 saat (25 gün), Ayvalık çeşidinde ise en az 1000 saat (yaklaşık 40-45 gün) olduğunu bildirmişlerdir. Konarlı (1978), zeytin çeşitlerinin kış soğuklama gereksinimlerini tespit etmek için yaptığı çalışmada, 7,2°C altındaki sıcaklıkların saat olarak toplamını Gemlik, Memecik ve Uslu zeytin çeşitlerinde 300; Domat, Ayvalık ve Çakır zeytin çeşitlerinde 1000 saat olarak saptamıştır. Küden ve Kaşka (1990), Adana ve Pozantı'daki soğuklama sürelerinin çeşitli yöntemlerle saptanması için yaptıkları çalışmada her iki bölge için "soğuk birikimi" (chill unit) yöntemini daha uygun bulmuşlardır. Richardson (1986) tarafından geliştirilen bu modelde sıcaklıklar etkili soğuk birimlerine (chill units-CU) çevrilebilmekte ve soğuklamanın ne zaman tamamlanacağı önceden tahmin edilebilmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi zeytin gen kaynağı bahçesinde bulunan yerli ve yabancı zeytin çeşitlerinden; Adana Topağı, Arbequina, Ayvalık, Çilli, Domat, Gemlik, Kalamata, Manzanilla, Mavice, ve Memecik çeşitlerinin soğuklama gereksinimlerinin standart (7,2°C altındaki sıcaklıkların saat olarak toplamı) ve soğuk birimi (chill unit) yöntemlerine göre saptanması ve bazı meyve kalite özelliklerinin belirlenmesidir. Bunun yanında, çalışmada denemeye alınan zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri ve büyüme dereceleri saatleri toplamının hesaplanarak bölgemize uygun çeşitlerin saptanması da amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Bu çalışma, 2016-2017 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölüm arazisinde yürütülmüş ve materyal olarak, Adana Topağı, Arbequina IRTA-18 zeytin klonu, Ayvalık, Çilli, Domat, Gemlik, Karamürsel Su, Manzanilla, Mavi

ve Memecik zeytin ağaçlarının 1-2 yaşlı dallardan alınan 25 cm uzunluğundaki çelikler kullanılmıştır. Denemeye alınan zeytin çeşitlerinden Adana Topağı, genellikle, sofralık olarak değerlendirilen bir çeşit olup, yağ oranı %20 civarındadır (Canözer, 1991). Arbequina IRTA-18, yüksek yağ oranına ve mükemmel yağ kalitesine sahip, küçük meyveli bir çeşittir (Ulaş, 2012). Ayvalık, genellikle yağlık olarak (%24-26) değerlendirilen ülkemizin en iyi ve en kaliteli zeytin çeşitlerinden birisidir (Dursun, 2010; Gökçe ve Hadi, 1991; Kaya ve ark., 2015). Çilli, küçük çekirdekli ve etli olan meyveleri bulunmakta olup, genellikle yeşil sofralık olarak değerlendirilir. Meyveleri iri olup, verimi iyidir. Yağ oranı %18 altında olduğu için düşük düzeydedir (Tetik, 2005; Kaya ve ark., 2015). Domat, Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan en iyi yeşil salamuralık zeytin çeşididir. İçerdiği yağ oranı düşüktür (Kaya ve ark., 2015). Gemlik, çeliklerin kolay köklenmesi, erken ürüne yatması, periyodisite eğiliminin az olması ve siyah sofralık kalitesinin iyi olması nedeniyle son yıllarda zeytin yetiştirilen bütün bölgelerimizde hızlı bir yayılım göstermiştir. Yağ oranı yüksek olup (%29), sofralık kalitesi düşük olan meyveler yağlık olarak değerlendirilir (Erten ve Yıldız, 2011; Kaya ve ark., 2015). Karamürsel Su, Kocaeli'nin Karamürsel, Gebze, Gölcük ilçelerindeki ve Bursa ili civarındaki zeytinliklerde yetişen bir çeşittir. Genellikle baharatlı olarak yapılan Karamürsel Su zeytinini ayrıca dolgulu ve dilimli zeytin üretimi içinde idealdir. Yağ oranı (<%18) oldukça düşük bir zeytin çeşididir (Kaya ve ark., 2015). Manzanilla, yeşil ve siyah salamura olarak değerlendirilen, meyveleri orta irilikte olup, ülkemizde daha çok sofralık yeşil salamuralık olarak tüketilen bir çeşittir (Barranco ve ark., 2000). Mavi, Mardin ili Derik ilçesi orjinlidir. Meyveleri çok iridir ve hafif meyve burnuna sahiptir. Çelikle çoğaltılır. Genellikle yağlık olarak değerlendirilir. Memecik, kurağa karşı dayanıklı bir çeşit olup, iyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir. Kuvvetli periyodisite göstermekle birlikte verim yılında oldukça tatminkar bir ürün miktarına ulaşabilmektedir. Yağ oranı, yüksek olduğu için (>%22) çoğunlukla yağlık olarak değerlendirilir (Barranco ve ark., 2000).

## 2.2.Yöntem

Çelik alımına 1 Eylül 2016 tarihi itibarıyla başlanmış ve Nisan ayı itibarıyla sonlandırılmıştır. Kasım ayı içerisinde 72 saatte bir çelik alınırken, izleyen aylarda 48 saatte bir çelik alınmıştır. Her çeşitten 25 cm uzunluğunda 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 3 çelik olmak üzere toplam 9 çelik alınmış olup, çelikler üzerinde bulunan gözlerin sayısı kaydedilerek, Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü'ne ait ısıtmalı odada (24±1 °C), 120 x 130 cm ebatlarındaki akarsu tankına dip kısımlarından 5 cm'lik kısım su içerisinde kalacak şekilde yerleştirilmiştir. Çelikler akarsu tankı içerisinde 21 gün süreyle

tutulmuştur. Gözlem ve sayımlar iki günde bir yapılarak kaydedilmiştir. Her çeşidin dinlenme gereksinimlerinin tamamlandığının belirtisi olarak tomurcukların en az %50'sinin uçlarından yeşil dokunun görülmesi ölçüt alınmış ve bu olay "dinlenmenin kesilmesi" olarak nitelendirilmiştir (Küden, 1989; Küden ve Kaşka, 1990; Weinberger, 1950). Zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri Kasım 2016-Nisan 2017 tarihleri arasında Adana Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü'nün günlük maksimum ve minimum sıcaklık kayıtları alınarak, "standart yöntem" (+7,2°C'nin (45°F) altında geçen sürenin saat olarak toplamı) ve Richardson'ın Soğuk Birimi yönteminin Asymcur Modeli'ne göre hesaplanmıştır. Buna göre Soğuk Birimi (SB) yönteminde en etkili sıcaklıklar 2,5°C- 9,1°C arasındaki sıcaklıklar olmakta ve bunlar "1" soğuk birimine karşılık gelmektedir. Bu modelin bilgisayar programı Miller ve Küden tarafından hazırlanmış ve Windows'a uyarlanmıştır (Küden ve Kaşka, 1992; Küden ve ark., 1997; Küden ve ark., 2005). Denemeden elde edilen pomolojik analiz verileri JUMP 5.08 yöntemine göre istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Denemeye alınan çeşitlerin ayrıca, 40'ar meyvede 4 tekerrürlü her tekerrürde 10 meyve olacak şekilde pomolojik analizleri yapılmıştır. Zeytin meyve örnekleri ben düşme (renk dönüşüm) döneminde alınmıştır. Örnekler çeşidi temsil etme özelliğine sahip olan meyve dallarının orta kısmından alınmıştır (Toplu, 2000; Dölek, 2003; Kaya ve ark., 2015).

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Adana ili soğuklama süresi toplamı (2016-2017)

Denemenin yürütüldüğü 2016-2017 kış döneminde Adana'nın soğuklama süresi soğuk birimi yöntemine göre 367 SB, standart yöntemine göre 624 saat olarak hesaplanmıştır. Bu deneme yılında soğuk birikimi ilk olarak kasım ayı sonunda başlamıştır. Soğuğun en fazla biriktiği ay ocak ayı olmuş, soğuklama süresi 155 SB ve 228 saat olarak saptanmıştır. Bu bulgu ocak ayının soğuğun en fazla biriktiği ay olduğunu belirten Pansiot ve Rebour, (1964)'ün bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Orlandi ve ark. (2004) da soğuğun en fazla aralık ve ocak aylarında biriktiğini bildirmiştir (Çizelge 1).

### 3.2. Denemeye alınan zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri (2016-2017)

Denemeye alınan zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri Soğuk Birimi ve Standart yöntemine göre hesaplanmıştır (Çizelge 2). Elde edilen bulgulara göre, Adana Topağı zeytin çeşidi soğuklama gereksinimi en düşük (234 SB ve 346 saat) çeşit olarak bulunmuştur. Bölgenin yerel bir zeytin çeşidi olan Adana Topağının soğuklama gereksiniminin düşük olması zaten beklenen

bir bulgudur. Bu çeşidi 247 SB ve 369 saat ile Çilli çeşidi izlemiştir.

Ayvalık, Memecik, Manzanilla, Karamürsel Su ve Domat çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri 300 SB ve 500 saatin üzerinde hesaplanmıştır.

Ayvalık 308 SB ve 509 saat, Memecik 316 SB ve 520 saat, Manzanilla ve Karamürsel Su 319 SB ve 526 saat soğuklamaya gereksinim duymuşlardır. Soğuklama gereksinimi en yüksek çeşit 333 SB ve 552 saat ile Domat zeytin çeşidi olmuştur. Domat zeytin çeşidinin en yüksek soğuklama gereksinimine sahip olması beklenen bir bulgudur. Mavi, Gemlik ve Arbequina IRTA-18 zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri birbirine yakın değerler (260-289 SB ve 394-459 saat) vermiştir.

Bu bulgular, Gemlik çeşidinde kış soğuklama gereksiniminin 600 saat (25 gün), Ayvalık çeşidinde ise en az 1000 saat (yaklaşık 40-45 gün) olduğunu bildiren Barut ve Ertürk (2002)'ün bulgularıyla tam örtüşmemekle birlikte, Gemlik zeytin çeşidinin daha erkenci, Ayvalık zeytin çeşidinin ise, daha geçici olduğu bulgularıyla uyumaktadır.

Genel olarak, Adana Topağı, Çilli, Mavi, Gemlik ve Arbequina IRTA-18 zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri Adana'da soğuklama yetersizliği sorunu olmadan yetiştiriciliğine uygun görünmektedir. Ayvalık zeytin çeşidinin soğuklama gereksinimi 509 saat olarak bulunmuştur. Bu durum, Adana'da özellikle bazı yıllarda verimsizliğin nedeninin soğuklama gereksiniminin karşılanamaması olabileceğini ancak, bunun yanı sıra, periyodisite, dölleme biyolojisi, beslenme, iklim, kurak koşullar vb. gibi verimliliği etkileyen diğer faktörler üzerinde de araştırmaların yapılması gerektiğini göstermektedir.

Ayvalık'a benzer olarak daha yüksek soğuklama gereksinimine sahip olan Memecik, Manzanilla, Karamürsel Su ve Domat çeşitlerinin çiçeklenmeleri şubat ayına kaymaktadır. Domat zeytin çeşidinin 552 saat ve 333 SB ile en yüksek soğuklama gereksinimine sahip olduğu saptanmıştır.

Elde edilen bu bulgular, Konarlı (1978)'nin bulgularıyla benzerlik göstererek, Konarlı (1978)'nin 7,2°C altındaki sıcaklıkların saat olarak toplamını Gemlik, Memecik ve Uslu zeytin çeşitlerinde 300; Domat, Ayvalık ve Çakır zeytin çeşitlerinde 1000 saat olarak saptayan bulgularıyla uyumludur.

Bugüne kadar zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimlerinin saptanması konusunda sınırlı sayıda araştırma yapılmış olup, bu konuda kaynak eksikliği vardır. Zeytin subtropik ve herdem yeşil bir meyve türü olduğu için kışın yapraklarını dökmemektedir, bu nedenle dinlenmeye giriş zamanı tam olarak belirlenmemiştir. Bu çalışmada sıcaklıkların 7.2°C'nin

altına düşmesi dinlenmeye giriş ölçütü olarak alınmıştır. Bu çalışma bu konuda yapılacak araştırmalara ışık tutacaktır. Şekil 1 ve 2'de akarsu tankına konan zeytin çelikleri görülmektedir. Şekil 3 ve 4'de denemeye alınan zeytin çeşitlerinde gözlerin uyanma durumları görülmektedir.

### 3.3. Denemeye alınan zeytin çeşitlerinin pomolojik analizleri

Denemeye alınan çeşitlerde pomolojik analiz sonuçları Çizelge 3 ve 4'de verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre, meyve ağırlığı yönünden en iri meyveler Karamürsel Su (9.44) çeşidinde saptanırken en küçük meyveler Arbequina IRTA-18 (1.09) klonundan elde edilmiştir (Çizelge 3). Ayrıca, Domat (9.96 g), Çilli (6.90 g), Mavi (6,61g) ve Adana Topağı (6.0 g) çeşitleri de oldukça iri meyveler vermiştir. Diğer çeşitlerin meyveleri 6,0 gramdan küçük olarak bulunmuştur.

Meyve boyu yönünden, Karamürsel Su (34.83 mm) ve Domat (31.10 mm) çeşitleri en uzun meyveleri vermişlerdir. Meyve ağırlığına benzer olarak Arbequina IRTA-18 (13.10 mm) klonu yine en küçük meyve boyu değerleri göstermiştir.

Diğer çeşitlerin meyve boyları 23.40 mm ile 27.46 mm değerleri arasında değişmiştir. Meyve eni olarak, en büyük meyve eni ortalamasına sahip Karamürsel Su (21.83 mm) ve Çilli (21.80 mm) ve Mavi (21.08 mm) çeşitleri iken, en küçük meyve eni ortalamasını yine Arbequina IRTA-18 (11.43mm) klonu vermiştir.

Meyve şekli Karamürsel Su (1.60) çeşidinde uzun olarak tanımlanırken, Arbequina IRTA-18 (1.15) yuvarlak bir çeşit özelliği göstermiştir. Meyve eti ağırlığı yönünden en yüksek değere Karamürsel Su çeşidi sahip olup, etli olarak değerlendirilirken, Arbequina IRTA-18 en düşük değeri (0.83 g) vermiştir.

Meyve etinin tüm meyveye oranı dikkate alındığında en yüksek değer Mavi (0.87) çeşidinden alınmıştır. Arbequina IRTA-18 zeytin klonu yine en düşük değeri (0.76) vermiştir.

Çekirdek ağırlığı yönünden en yüksek çekirdek ağırlıkları Karamürsel Su (1.50 g) ve Domat (1.36 g) çeşitlerinden elde edilmiştir. Arbequina IRTA-18 zeytin klonunun çekirdek ağırlığı en düşüktür (0.2 g).

Randıman olarak da değerlendirilen et çekirdek oranında Mavi (%6.96) ve Memecik (%5.86) en randımanlı çeşitler iken, Arbequina IRTA-18 (%3.07) en küçük et/çekirdek oranına sahip çeşitler olmuştur. Bu bulgular Ulaş (2012)'in bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 1. Adana ilinde Eylül 2016 - Nisan 2017 tarihleri arasındaki soğuklama süreleri  
Table 1. Chilling durations in Adana during September 2016 – April 2017

Aylar	Soğuk Birimi Yöntemi (SB)	Standart Yöntem (7.2°C'nin Altında geçen süre-saat)
Eylül, 2016	0	0
Ekim, 2016	0	0
Kasım, 2016	2	33
Aralık, 2016	137	205
Ocak, 2017	155	228
Şubat, 2017	65	147
Mart, 2017	8	11
Nisan, 2017	0	0
Toplam	367	624

Çizelge 2. Denemeye alınan zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri (2016-2017)  
Table 2. Chilling requirements of the experimented olive cultivars (2016-2017)

Çeşit Adı	Dinlenmeyi Kestiği Tarih	Soğuk Birimi Yöntemi (SB)	Standart Yöntem (7.2°C'nin altında geçen süre-saat)
Adana Topağı	18.01.2017	234	346
Çilli	21.01.2017	247	369
Mavi	25.01.2017	260	394
Gemlik	27.01.2017	272	410
Arbequina IRTA-18	30.01.2017	289	459
Ayvalık	03.02.2017	308	509
Memecik	05.02.2017	316	520
Manzanilla	08.02.2017	319	520
Karamürsel Su	11.02.2017	319	526
Domat	15.02.2017	333	552

Çizelge 3. Denemeye alınan zeytin çeşitlerinin bazı meyve kalite özellikleri  
Table 3. Some fruit quality characteristics of the experimented olive cultivars

Çeşit Adı	Meyve Ağırlığı (g) *	Meyve Boyu (mm)	Meyve Eni (mm)	Meyve Şekli (boy/en) **	Meyve Eti Ağırlığı (g)	Meyve Et oranı (%)	Çekirdek Ağırlığı (g)	Et Çekirdek Oranı (%)
Adana Topağı	6.00 d	27.46 c	19.76 c	1.39 c	4.96 d	0.83 c	1.04 c	4.77 c
Arbequina IRTA-18	1.09 f	13.10 g	11.43 e	1.15 e	0.83 f	0.76 e	0.27 f	3.07 e
Ayvalık	3.77 e	24.40 e	16.93 d	1.44 b	2.94 e	0.78 e	0.83 d	3.54 d
Çilli	6.90 c	26.97 c	21.80 a	1.24 d	5.85 c	0.85 b	1.05 c	5.57 b
Domat	7.96 b	31.10 b	21.14 b	1.47 b	6.59 b	0.83 c	1.36 b	4.85 c
Gemlik	4.13 e	23.78 e	17.38 d	1.37 c	3.24 e	0.78 d	0.90 d	3.60 d
Karamürsel Su	9.44 a	34.83 a	21.83 a	1.60 a	7.94 a	0.84 b	1.50 a	5.29 b
Manzanilla	3.90 e	23.40 f	17.06 d	1.37 c	3.30 e	0.85 b	0.60 e	5.50 b
Mavi	6.61 c	25.98 d	21.08 b	1.23 d	5.78 c	0.87 a	0.83 d	6.96 a
Memecik	5.76 d	27.04 c	19.35 c	1.40 c	4.92 d	0.85 b	0.84 d	5.86 a
D: %5	0.49	0.75	0.60	0.03	0.42	1.09	0.09	0.36
* Meyve Ağırlığı (g)								
Küçük		<2 g		Yuvarlak		<1.25		
Orta		2-4 g		Oval		1.25-1.45		
İri		4-6 g		Uzun		>1.45		

Çizelge 1. Denemeye alınan zeytin çeşitlerinin bazı meyve kalite özellikleri  
 Table 4. Some fruit quality characteristics of the experimented olive cultivars

Çeşit Adı	pH	Meyve Asitliği	Brix (%)
Adana Topağı	5.07	1.93	10.8
Arbequina IRTA-18	4.88	3.53	13.4
Ayvalık	5.01	2.89	11.2
Çilli	4.67	2.59	14.0
Domat	5.01	3.08	11.1
Gemlik	5.03	2.97	11.2
Karamürsel Su	5.13	1.92	11.2
Manzanilla	5.14	3.26	10.6
Mavi	5.09	1.67	10.9
Memecik	4.83	2.26	10.8

#### 4. Sonuç

Bu çalışma, zeytin yetiştiriciliğinde soğuklama gereksinimlerinin saptanması üzerine yapılan kapsamlı ve özgün bir araştırmadır. Konuyla ilgili yapılacak çalışmalara ışık tutacaktır. Şimdiye kadar, subtropik bir meyve olduğu için zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri üzerinde gereğince durulmamıştır. Ancak, özellikle bölgemizde bazı zeytin bahçeleri verimsizlik nedeniyle sökülmesi veya çeşit değiştirilme zorunluluğu noktasına gelmesi, bu araştırmanın yapılmasına etken oluşturmuştur.

Genel olarak, tüm zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri Adana'da elde edilen soğuklama süresi açısından yeterli görülmektedir. Ancak, küresel iklim değişikliğinin yanı sıra bölgemizde yıllara göre soğuklama sürelerinin değiştiği dikkate alınacak olursa, bazı yıllarda ve Ayvalık ile Domat gibi bazı çeşitlerde soğuklama gereksinimlerinin karşılanmasında sorunlar yaşandığı söylenebilir. Örn.

Adana'da Ayvalık ve Domat gibi zeytin çeşitlerindeki verimsizliğin nedeni bu olabilir. Bunun yanında, dölllenme, beslenme durumu, iklim şartları ve kuraklık gibi etmenlerin de zeytinde verimliliği etkilediği bilinmektedir. Diğer faktörler üzerinde de durulması gerekmektedir. Ayrıca, bu etmenlerle bağlantılı olarak, zeytin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri üzerine detaylı ve tekrarlamalı araştırmaların yapılması, bölgede daha bilgili ve güvenli yetiştiricilik açısından yararlı olacaktır.

Bölgemizin önemli bir çeşidi olan Adana Topağı soğuklama gereksinimi en düşük çeşit olarak öne çıkarken, Ayvalık ve Domat zeytin çeşitleri soğuklama gereksinimi en yüksek çeşitler olarak saptanmıştır. Yapılan pomolojik analizlerde en iri meyveler Karamürsel Su çeşidinden elde edilmiştir.

Zeytin subtropik ve herdem yeşil bir meyve türü olduğu için kışın yapraklarını dökmemektedir. Bu

nedenle de dinlenmeye ne zaman girdiği tam net değildir. Dinlenmeye girişte bitki bünyesindeki başta hormonlar olmak üzere çeşitli içsel faktörlerin etkili olduğu tahmin edilmektedir. Zeytinde özellikle dinlenmeye giriş ve çıkış tarihlerinin daha kesin olarak tespit edilebilmesi için içsel faktörler üzerinde çalışmaların yapılmasında yarar vardır. Bu çalışmada sıcaklıkların 7.2°C'nin altına düşmesi dinlenmeye giriş ölçütü olarak alınmıştır.

Araştırma sonuçlarının, bölgelere göre zeytin çeşidi seçimi ve bahçe tesisi konularına ışık tutacağı düşünülmektedir. Konuyla ilgili, araştırmalara devam edilmesinde yarar görülmektedir.

#### Kaynaklar

- Anonim. 2019. <http://www.apelasyon.com> (Erişim tarihi: 12 Ekim 2019).
- Barranco, D., Trujillo, I., Rallo, P., 2000. Are 'Oblonga' and 'Frantoio' olives the same cultivar. HortScience. 35 (7): 1323-1325.
- Barut, E., Ertürk, Ü., 2002. Gemlik zeytin çeşidinde çiçek tomurcuğu farklılaşması ve gelişimi üzerine bir araştırma. Uludağ Üniv. Zir. Fak. Derg., (2002) 16:29-35.
- Basmacıoğlu Malayoğlu, H., Aktaş, B., 2011. Zeytin yağı işleme yan ürünlerinden zeytin yaprağı ile zeytin karasuyunun antimikrobiyal ve antioksidan etkileri. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 103, 52(1): 49-58.
- Canözer, Ö., 1991. Standart zeytin çeşitleri kataloğu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Genel Yayın No:334, Seri:16, 107s.
- Dölek, F.B., 2003. Erdemli, Silifke ve Mut ilçelerinde yetiştiriciliği yapılan sofralık ve yağlık zeytin çeşit ve tiplerinin morfolojik, fenolojik ve pomolojik özelliklerinin belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 80s., Adana.
- 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. 57s, İzmir.



- Eren, O., 2014. Zeytin Karasuyunda bulunan bazı toksik bileşiklerin ön kireç çöktürme ve katalitik ozonlama ile parçalanmaları parçalanmaları. Yüksek Lisans Tezi, 67 sayfa. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Erten, L., Yıldız, M., 2011. Screening for resistance of Turkish olive cultivars and clonal rootstocks to Verticillium wilt. *Phytoparasitica*, 39: 83-92.
- Gökçe, M., Hadi. 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Kataloğu. T. C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın Dairesi Başkanlığı. Ankara Mesleki Yayınlar. No:334 Seri 16 S:107.
- ISEO, 2016. 47th International symposium on Essential Oils. 11-14 September 2016, Nice, France.
- Kaya, H., Sefer, F., Mete, N., Çetin. Ö., Hakan, M., Şahin, M., Güloğlu, U., Uluçay, N., Gürbüz Veral, M., 2015. Türkiye zeytin çeşitleri kataloğu. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları. 200 s. İzmir.
- Küden, A.B., İmrak, B., Tanır, M., Bayazıt, S., Çömlekçioğlu, S., Küden, A., 2005. Determination of the chill units of cherry cultivars suitable to subtropical conditions. 5th International Cherry Symposium on June 06-10.2005, Bursa, Turkey.
- Küden, A.B., Kaşka, N., 1992. Ilıman iklim meyveleri yetiştiriciliği açısından Adana ve Pozantı'daki soğuklama sürelerinin çeşitli yöntemlerle saptanması. *Doğa Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*. 16(1): 50-62.
- Küden, A.B., N.Kaşka, 1990. Bazı şeftali ve nektarin çeşitlerinin soğuklama gereksinimleri ve büyüme derece saatleri toplamının çeşitli yöntemlerle saptanması. *Bahçe*, 18(1-2):35-44.
- Küden, A., 1989. Subtropik İklim Koşullarında Şeftali ve Nektarin Tomurcuklarında Dinlenme ve Bunun Kesilmesi Üzerinde Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana.
- Konarlı, O., 1978. Meyve Ağaçlarında Kış Soğuklama İhtiyaçları (Sonuç Raporu), Yalova Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi. Yayın no:47.
- Mafra, I., Barros, A.S., Nunes, C., 2006. *J.Sci. Food. Agric.* 86: 988-998.
- Orlandi, F., Garcia Mozo, H., Vazquezquerra, L., Romano, B., Dominguez, E., Gagan, C., Fornaciari M., 2004. Phenological olive chilling requirements in Umbria (Italy) and Andalusia (Spain). *Journal of Plant Biosystems-An International Journal of Dealing with All Aspects of Plant Biology*. Vol. 138:111-116.
- Pansiot, F.P., Ebour, H., 1964. Zeytincilikte gelişmeler (Çevirenler: Aksu S ve Kantar M). Tarım Bakanlığı. Bornova Zeytincilik Enstitüsü Yayınları. Tercüme Serisi: 3. Ege Üniversitesi Matbaası, İzmir.
- Servili, M.; Sordini, B.; Esposto, S.; Urbani, S.; Veneziani, G.; di Maio, I.; Selvaggi, R.; Taticchi, A. (2014). Biological activities of phenolic compounds of extra virgin olive oil. *Antioxidants*, 3, 1–23.
- Tetik, D., 2005. Sofralık zeytin işleme teknikleri. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayın No:53, İzmir.
- Toplu, C., 2000. Hatay İli Değişik Üretim Merkezlerindeki Zeytinliklerin Verimlilik Durumları, Fenolojik, Morfolojik ve Pomolojik Özellikleri ile Beslenme Durumları Üzerinde Araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/>.
- Ulaş, M., 2012. Zeytinde modern dikim sistemleri ve uygun çeşitler. Tarım Türk fidancılık eki. Kasım-Aralık sayısı:40-44. Aralık-2012. s:38.
- Weinberger. J.H. (1950). Chilling requirement of peach varieties. *Proceedings of American Society of Horticultural Science*. 56. 122-128.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.685511

## Topraksız Çilek Yetiştiriciliğinde Mikoriza ve Yetiştirme Ortamı Hacminin Vejetatif Gelişim Ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri

● Nafiye Adak<sup>a,b\*</sup>, ● Eda Elif Yavuzlar<sup>a</sup>, ● Serra Karadal<sup>b</sup>, ● Burak Durmaz<sup>c</sup>

<sup>a,b\*</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>a</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

<sup>b</sup> Akdeniz Üniversitesi, Teknoloji Transfer Ofisi, 07058, Antalya

<sup>c</sup> Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: nafiye@akdeniz.edu.tr

Geliş/Received 23/04/2020

Kabul/Accepted 17/06/2020

### ÖZET

Topraksız çilek yetiştiriciliğinde kullanılan yetiştirme ortamı türü, bitki başına düşen hacim, bitki besin solüsyonları ve dışarıdan uygulanan bazı preparatlar gibi birçok kültürel uygulama, bitki büyüme ve gelişmesi ile verim ve kaliteyi önemli derecede etkilemektedir. Özellikle mikoriza uygulamaları birçok bitki türünde topraklı ve topraksız koşullarda verim ve kaliteyi artırıcı uygulamalar olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma, kısıtlı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamasının bitki gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, 'Festival' çilek çeşidinde, iki farklı yetiştirme ortamı hacminde (2.75 ve 3.60 L·bitki<sup>-1</sup>), mikoriza uygulamalarının (mikoriza + ve mikoriza -) bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda, mikoriza (+) uygulaması bitkilerde gövde çapı, yaprak sayısı, klorofil indeksi ve meyve sertliğini artırırken, meyve boyutlarını azaltmıştır. Morfo-fizyolojik özellikler bakımından yetiştirme ortamı hacmi arasında önemli farklılıklar bulunmamış olup, 3.60 litre bitki hacminde en yüksek meyve sertliği ve meyve iriliği belirlenmiştir. Uygulamalar suda çözünabilir kuru madde içeriğini etkilememiştir. Meyvelerde renklenme bakımından mikorizasız uygulamalar daha parlak (L) meyveleri oluştururken, mikoriza uygulaması yaprak rengini etkilememiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Kokopit,  
Meyve Sertliği,  
Meyve boyutu,  
Örtüaltı Yetiştiricilik

The effects of mycorrhiza and growing media volume on plant growth in soilless strawberry cultivation

### ABSTRACT

Many cultural factors such as soilless media type, volume per plant, plant nutrient solutions and exogenous some preparations are effective on plant growth and development, yield, quality of strawberries grown in soilless conditions. In particular, mycorrhiza applications are used in many plant species as applications to increase yield and quality in soil and soilless cultivation. In this study, the effects of mycorrhiza application on plant growth in strawberries grown in restricted root volume were investigated. In the research, the effects of two treatments (mycorrhiza + and mycorrhiza -) and two different soilless media volume (2.75 and 3.60 L plant) on plant growth and fruit quality were investigated in Festival strawberry cultivar. The result of the study, mycorrhiza application increased the crown diameter, leaf numbers, chlorophyll index and fruit firmness, while fruit size was decreased. In terms of morpho-physiological features, no significant differences were found between soilless medias volume, however, the highest fruit firmness and fruit size were determined at 3.60 L plant volume. The mycorrhizal application did not affect the soluble solid content. In terms of colour, the highest fruit lightness (L) was determined non-mycorrhizal application, whereas leaf colour did not affect from the mycorrhizal application.

Keywords:  
Cocopeat,  
Colour,  
Fruit Firmness,  
Fruit Size,  
Protected Cultivation

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Çilek, üzümü meyve türleri içerisinde en fazla üretilen ve tüketilen üründür. Türkiye dünyada çilek üretim miktarı (440 968 ton) bakımından dördüncü ve üretim alanı (16 102 ha) bakımından ise beşinci sırada yer almaktadır (FAO, 2018). Son yıllarda üretim potansiyelimizin artışının en önemli nedeni, çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarım uygulamalarının üreticiler tarafından benimsenmesi ve yaygınlaşmasıdır. Özellikle bu tarım tekniğinde, alan, su, gübre, ilaç, işgücü tasarrufu sağlaması yanında, birim alandan yüksek verim ile meyve kalitesi de üretici için cazip kılan nedenler arasındadır. Ayrıca bu yetiştiricilik sistemi ile, iklimi uygun, fakat toprak kalitesinin uygun olmadığı alanlar yetiştiricilik amaçlı değerlendirilirken, toprak kirliliği, dezenfeksiyonu gibi sorunların da önüne geçilmesi ile tarımda sürdürülebilirlik sağlanmaktadır. Bu avantajlara karşın, bu tarım tekniğinde, bitki başına düşen yetiştirme ortamının sınırlı olması, bitkilerin çevresel ve kültürel şartlara hassasiyetini artırmaktadır (Adak, 2009). Nitekim bitki besleme, sulama stratejisi ve çevresel faktör düzenlemeleri topraksız tarımda en önemli teknik konulardan biri olup, bu konuda yapılan hatalar verim ve kaliteyi önemli derecede azaltmaktadır. Özellikle yüksek yatırım gerektiren bu sistemlerde fertigasyon ve çevresel faktörlerin doğru planlanması ile yüksek birim alan verimi sağlanmaktadır. Son yıllarda bu tarım tekniğinde, olası stres koşullarına toleransı ve verimi artırıcı preparatlar denenmekte ve uygulanmaktadır. Bu amaçla yapılan bir çok çalışmanın ana konuları canlı mikroorganizmaların kullanımındır (Ertan ve ark., 2007; Erzurumlu ve Kara, 2014). Nitekim mikorizalar gerek topraklı, gerekse topraksız şartlarda bir çok üründe uygulanmaya başlamıştır (Yılmaz, 2005; Ertan ve ark., 2007; Castellanos Morales ve ark., 2010; Esitken ve ark., 2010; Erzurumlu ve Kara, 2014; Derin Altay, 2017; Çiylez, 2019).

Mikoriza kök mantarları olup, bitki kökleri ile belirli mantar türleri arasındaki karşılıklı yaşam biçimi olarak tanımlanmaktadır. Mikorizal mantar çok miktarda hif üreterek bitki kök yüzey alanını arttırmakta ve kökten çok uzak bölgelerdeki besin elementlerini hifleri aracılığıyla alabilmektedir. Yapılan çalışmalarda, bitki besin elementlerinin alınabilirliğini artırmasının yanında, hastalık, zararlı ve strese karşı toleransı artırdığı da belirtilmektedir (Li ve ark., 1991; Ortaş, 1994; Smith ve Read, 1997; Demir ve Onoğur, 1999; Grabowski ve ark., 1999; Özcan ve Taban, 2000; Sharma ve Adholeya, 2004; Castellanos Morales ve ark., 2010). Bu avantajlar büyük ölçüde bitkide verim ve kalite artışını da beraberinde getirmektedir. Nitekim Yılmaz (2005), topraksız kültürde yetiştirilen patlıcanlarda farklı mikoriza ırklarının (*Glomus etunicatum*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus mosseae*) bitki gelişimine pozitif etkili olduğunu, Çiylez (2019), çileklerde bakteri ve mikoriza kullanımının bitki

gelişimi ve verimi önemli derecede artırdığını; Catellanos Morales ve ark.(2010), yine çileklerde azot uygulaması ile birlikte mikoriza kullanımının meyve kalitesini artırdığını; Koç ve ark. (2015), tuzlu şartlarda (0, 30 ve 60 mM NaCl), mikoriza (*Glomus* spp.) ve bakteri (*Bacillus cereus* + *Rhizobium radiobacter*) kullanımını ile çileklerde meyve kalitesinin pozitif yönde arttığını belirtmişlerdir. Bu konuda Sharma ve Adholeya, (2004), Hindistan'da mikroçoğaltılmış çilek bitkilerinde mikoriza uygulaması yapılmış düşük fosfor ( $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}$ ) uygulamasından elde edilen verimin, mikoriza uygulanmamış  $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ P}$  uygulamasından daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Benzer olarak Yılmaz (2005), pomza ortamında yaptığı patlıcan yetiştiriciliğinde, mikoriza (+ ve -) ve fosfor uygulamasının (15, 30 ve 45 ppm) bitki yetiştiriciliği üzerine etkilerini incelemiş ve sonuç olarak (+) mikoriza uygulaması ile bitki besin elementi alımının arttığını, buna bağlı olarak drenaj ile atılan element miktarının ise azaldığını, bitki gelişimi ve veriminin de artış gösterdiğini belirtmiştir.

Topraksız yetiştiriciliklerde verim ve kaliteyi etkileyen diğer bir faktör de, bitki başına düşen yetiştirme ortamı miktarıdır. Nitekim Sakamoto ve Suzuki (2018) hidroponik sistemlerde kök hacminin tamamen kök uzunluğu ve sayısı üzerine etkili olduğunu belirtmektedirler. Bu konuda Radajewska ve Aumiller (1997), 8 litrelik torf torbalarına 5 bitki dikimi ile askılı sistemlerde çilek yetiştiriciliği gerçekleştirirken, Battistel (2005), topraksız çilek yetiştiriciliğinde, yetiştirme ortamı türüne göre değişmekle birlikte, bitki başına optimum 2 litre yetiştirme ortamı kullanılması gerektiğini bildirmiştir.

Bu çalışmada, örtüaltında topraksız kültürde yetiştirilen çileklerde mikoriza kullanımı yetiştirme ortamı hacminin bitki gelişimi ve meyve kalitesi üzerine etkilerini belirlemenin yanısıra, mikoriza etkinliğinin yetiştirme ortamı hacmi ile olan ilişkisinin de ortaya konması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Bu araştırma, Ekim 2018-Haziran 2019 tarihleri arasında, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama alanındaki  $150 \text{ m}^2$ 'lik topraksız çilek yetiştiriciliği yapılan cam serada yürütülmüştür. Denemede materyal olarak Festival çilek çeşidinin taze fideleri, yetiştirme ortamı olarak kokopit:perlit (3:1) ve yetiştirme saksısı olarak ise  $70 \text{ cm} \times 21 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  (net 22 litre) ebatlarındaki saksılar kullanılmıştır. Denemede kullanılan Festival çilek çeşidinin özellikleri aşağıda verilmiştir.

**Festival:** Florida Üniversitesinde Oso Grande X Rosa Linda'nın melezlenmesi sonucu 2000 yılında elde edilmiş bir kısa gün çeşididir. Konik meyve şekline sahip olup, meyve eti rengi açık kırmızı, meyve dış

rengi ise koyu ve parlak kırmızıdır. Meyve eti renginin bir örnek kırmızı rene sahip olması, dondurularak satılan ürünler piyasası için mükemmel bir aday olmasını sağlamıştır. Bitkinin açık yapıda olması tozlanmayı, meyve saplarının uzun olması meyve hasadını kolaylaştırmaktadır. Meyveleri tatlı, aroması Camarosa'dan yüksek, fakat Sweet Charlie çeşidinden düşük, meyveleri kaliteli, sert, raf ömrü Camarosa'ya benzeyen bir çeşittir. Erkencilik bakımından ise Camarosa'dan erkencidir (Chandler ve ark., 2000). Ayrıca, bu çeşidinin *Colletotrichum acutatum*'un neden olduğu antraknoz hastalığına karşı orta derecede dirençli, *Botrytis cinerea*' ya ise oldukça hassas olduğu bilinmektedir.

## 2.2 Yöntem

Araştırmada açık sistem topraksız yetiştirme tekniğine uygun cam serada taze fideler ekim ayı sonunda yetiştirme ortamına dikilmişlerdir. Yetiştirme sezonu boyunca fertigasyon, dozlama ayarlı sulama ve gübreleme sistemi ile gerçekleştirilmiş olup, uygulanan besin çözeltisi Çizelge 1'de verilmiştir. Fertigasyonun başlangıç-bitiş saati, süresi ve uzunluğu günlük solar radyasyon ve drenaj oranına bağlı olarak düzenlenmiştir. Araştırmada uygulanan deneme konuları aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

A. Yetiştirme ortamı hacmi: Bitki başına iki farklı yetiştirme ortamı hacmi kullanılmıştır. Bu hacimler;

- 2.75 litre / bitki: 22 litrelik deneme saksılarına 8 bitki dikimi gerçekleştirilmiştir.
- 3.60 litre / bitki: 22 litrelik deneme saksılarına 6 bitki dikimi gerçekleştirilmiştir.

B. Mikoriza uygulaması: Mikorizalı ve mikorizasız olmak üzere iki farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar;

- (-) Mikoriza (Kontrol): Bu uygulamada herhangi bir mikoriza uygulaması gerçekleşmemiş olup, bitkilere sadece topraksız kültür besin solüsyonu uygulanmıştır.
- (+) Mikoriza: Denemede mikoriza kaynağı olarak ERS (Endo Roots Soluble) kullanılmış olup, bu uygulama, 26.02.2019 ve 06.03.2019 tarihlerinde olmak üzere iki farklı zamanda her saksıya 500 ml solüsyon olarak uygulanmıştır. Bitki besleme ise rutin uygulanan topraksız kültür besin solüsyonu ile gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Denemede uygulanan topraksız besin solüsyonu içeriği

Table 1. Soilless nutrient solution.

Makro Elementler	Konsantrasyon (mmol·l <sup>-1</sup> )	Mikro Elementler	Konsantrasyon (µmol·l <sup>-1</sup> )
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11.00	Fe	20.00
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>o-</sup>	1.50	Mn	20.00
SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.50	Zn	10.00
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.00	B	12.00
K <sup>+</sup>	5.50	Cu	0.75
Ca <sup>++</sup>	3.50	Mo	0.50
Mg <sup>++</sup>	1.50		

Denemede, bitkilerde morfo-fizyolojik özellikler (gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak sıcaklığı, klorofil indeksi, yaprak rengi) ile meyvelerde fiziksel ve bazı kimyasal özellikler (meyve eni, boyu, ŞÇKM, sertlik, renk) ve substrat nem içerikleri olmak üzere ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bitkilerde yaprak sıcaklığı infrared termometre (Spectrum Technologies, Inc), klorofil indeksleri klorofil metre (FieldScout CM1000), meyve eni ve boyu dijital kumpas, suda çözünebilir kuru madde içeriği dijital refraktometre (Model Number REF121, Atago, China), sertlik penetrometre (FT011), meyve ve yaprak rengi renk ölçer (3NH NR20XE), substrat nem içeriği ise substrat nem ölçer (Fieldsout TDR 100) ile ölçülmüştür. Denemede tüm morfo-fizyolojik ve pomolojik gözlem ve analizler şubat-haziran arası 15 gün aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Deneme, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre planlanmış olup, denemede üç tekerrür ve her tekerrürde 8 bitki kullanılmıştır. Araştırmada, mikoriza uygulamaları ve yetiştirme ortamı hacminin karşılaştırılmasında LSD testi kullanılmış ve istatistiksel analizler SAS paket programında (SAS version 9.0) gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Gövde Çapı, Yaprak Sayısı, Yaprak Sıcaklığı, Klorofil İndeksi

İki farklı yetiştirme ortamı hacminde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının morfo-fizyolojik özellikler üzerine etkileri Çizelge 2'de verilmiştir. Mikoriza uygulamaları, incelenen tüm morfo-fizyolojik özellikleri istatistiki olarak etkilemiştir. Mikoriza (+) uygulaması gövde çapı, yaprak sayısı ve klorofil indeksi değerlerini artırırken, yaprak sıcaklığı değerlerini de azaltmıştır. Özellikle yaprak sıcaklığı artışının bitki stres faktörünü gösteren bir indikatör olduğu düşünüldüğünde, mikorizanın yaprak sıcaklığını azaltarak bitkiyi strese karşı da koruyabileceği düşünülebilmektedir.

Çizelge 2'de ortam hacminin, morfo-fizyolojik özelliklerden sadece yaprak sayısı değerlerini

etkilediğini, gövde çapı, yaprak sıcaklığı ve klorofil indeksi değerlerini ise istatistiki olarak etkilemediği görülmektedir. Nitekim 2.75L·bitki<sup>-1</sup> hacminde yetiştirilen bitkilerde en yüksek yaprak sayısı değerleri belirlenmiştir.

Araştırmada ‘mikoriza x ortam hacmi’ interaksyonu, incelenen tüm morfo-fizyolojik özellikleri istatistiki olarak etkilemiştir. Nitekim gövde çapı, yaprak sayısı, yaprak sıcaklığı ve klorofil indeksi değerleri, mikoriza (+) uygulaması x 2.75 L·bitki<sup>-1</sup> ve yine mikoriza (+) uygulaması x 3.60 L·bitki<sup>-1</sup> uygulamalarında ön plana çıkmıştır.

Denemede gövde çapı, yaprak sayısı ve klorofil indeksi ile ilgili elde ettiğimiz bulgular birçok araştırmacının çilekte ve diğer türlerde elde ettikleri bulguları ile benzer ve uyumlu bulunmuştur. Nitekim Grabowski ve ark., (1999) çilek; Çiğnar ve ark., (2000) ise hıyar yetiştiriciliğinde mikoriza kullanımını yaprak alanını artırdığını bildirmişlerdir. Ayrıca Çiylez (2019), çileklerde mikoriza uygulamasının yaprak sayısını, yaprak alanını, kök uzunluğunu, toprak üstü yaş ve kuru ağırlığını artırdığını, bunun yanı sıra Derin Altay, (2017), *in vitro* koşullarda klonal olarak çoğaltılan yedi farklı böğürtlen çeşidinin fide gelişimi aşamasında farklı mikoriza (*Endorootsoluble*, *G.Intraradices* ve *G.Mossea*) uygulamalarının yeşil aksam büyümesini, kök kuru ağırlığını, klorofil içeriğini artırdığını belirtmişlerdir. De Silva, (2000) Bluecrop maviyemiş çeşidinde, *Pseudomonas fluorescens*, *Bacillus pumilus*, *Pseudomonas corrugata*, *Gliocladium virens* ve *Trichoderma harzianum* kullandıkları bir çalışmada, *G. Virens*'in bitki başına yaprak alanı, gövde çapı, sürgün ve kök kuru ağırlığını artırdığını; Özcan ve Taban, (2000) mikoriza uygulamaları bitki yaş ve kuru ağırlığını artırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının morfo-fizyolojik özellikler üzerine etkileri

Table 2. The effects of mycorrhiza applications on morpho-physiological properties in strawberries grown in different growing media volumes.

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi (L·bitki <sup>-1</sup> )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
Gövde çapı (mm)			
Mikoriza +	23.38 A	23.26 A	23.32 a
Mikoriza -	20.10 B	20.20 B	20.15 b
Yetiştirme ortamı hacmi	21.74	21.73	
LSD%5 uygulama: 0.905; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:1.862			
Yaprak sayısı (adet)			
Mikoriza +	14.36 A	14.50 A	14.43 a
Mikoriza -	12.75 B	12.88 B	12.81 b
Yetiştirme ortamı hacmi	13.69 a	13.55 b	
LSD%5 uygulama: 0.1314; LSD%5 yet.ort. hacmi: 0.131; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:0.185			
Yaprak sıcaklığı (°C)			
Mikoriza +	23.11 B	23.22 B	23.17 b
Mikoriza -	25.04 A	25.09 A	25.07 a
Yetiştirme ortamı hacmi	24.08	24.16	
LSD%5 uygulama: 0.093; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:0.132			
Klorofil indeksi			
Mikoriza +	351.22 A	343.10 A	347.16 a
Mikoriza -	303.68 B	295.96 B	299.82 b
Yetiştirme ortamı hacmi	327.45	319.53	
LSD%5 uygulama: 12.174; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:25.051			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ( $P < 0.05$ ).

### 3.2 Meyve Eni, Meyve Boyu, Suda Çözünabilir Kuru Madde, Meyve Sertliği

Çizelge 3'te, farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde ( $2.75 \text{ L} \cdot \text{bitki}^{-1}$  ve  $3.60 \text{ L} \cdot \text{bitki}^{-1}$ ) yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının (mikoriza + ve mikoriza -) pomolojik özellikler üzerine etkileri verilmiştir. Bu çizelgede de görüldüğü gibi, mikoriza (+) uygulaması meyve eni ve meyve boyunu azaltırken, meyve sertliğini de artırmıştır. Meyvelerde belirlenen suda çözünabilir kuru madde miktarı ise mikoriza uygulamasından etkilenmemiştir. Araştırmada, yetiştirme ortamı hacminin, meyve boyutları ve sertliği üzerine istatistiksel olarak önemli etkileri olduğu belirlenmiştir. Nitekim en yüksek meyve eni, boyu ve sertliği  $3.60 \text{ L} \cdot \text{bitki}^{-1}$

hacminde yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir. Meyvelerin SÇKM içeriği ise yetiştirme ortamı hacminden istatistiksel olarak etkilenmemiştir (Çizelge 3). SÇKM haricindeki incelenen tüm kriterler bakımından 'mikoriza x yetiştirme ortamı hacmi' interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının pomolojik özellikler üzerine etkileri

Table 3. The effects of mycorrhiza applications on pomological properties in strawberries grown in different growing media volumes.

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi ( $\text{L} \cdot \text{bitki}^{-1}$ )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
Meyve eni (mm)			
Mikoriza +	26.56 B	26.74 B	26.65 b
Mikoriza -	27.68 A	28.33 A	28.00 a
Yetiştirme ortamı hacmi	27.12 b	27.54 a	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: 0.575 ; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: 0.3954; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi: 0.813			
Meyve boyu (mm)			
Mikoriza +	37.17 B	38.73 A	37.95 b
Mikoriza -	38.29 AB	39.79 A	39.04 a
Yetiştirme ortamı hacmi	37.73 b	39.26 a	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: 1.058; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: 1.058; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi: 1.496			
SÇKM (%)			
Mikoriza +	6.53	6.18	6.36
Mikoriza -	6.77	6.47	6.62
Yetiştirme ortamı hacmi	6.65	6.32	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: ÖD; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: ÖD; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi: ÖD			
Meyve sertliği (kg)			
Mikoriza +	0.56 B	0.78 A	0.67 a
Mikoriza -	0.48 B	0.60 B	0.54 b
Yetiştirme ortamı hacmi	0.52 b	0.69 a	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: 0.113; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: 0.113; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi: 0.160			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir ( $P < 0.05$ ).

Mikorizanın meyve boyutları üzerine etkisi ile ilgili aldığımız sonuçlar bazı araştırmacıların bulguları ile tam uyumlu bulunamamıştır. Nitekim Castellanos-Morales ve ark., (2010), mikoriza uygulamasının çilek meyvelerinin ağırlığı, eni ve boyunu istatistiki olarak etkilemediğini belirtmişlerdir. Oysaki çalışmamızda mikoriza uygulamasının meyve eni ve boyunu düşürdüğü görülmüştür. Fakat meyvelerin SÇKM içeriği ile ilgili olarak aynı araştırmacılar (Castellanos-Morales ve ark., 2010) bizim bulgularımızla uyumlu bir şekilde mikorizanın suda çözünebilir kuru madde içeriğini değiştirmediklerini belirtmişlerdir. Bu araştırmacılar, mikoriza uygulamasının meyvelerde toplam fenolik, sitrik asit, glikoz ve sukroz içeriğini etkilemezken, antosiyanin içeriğini artırdığını da bildirmişlerdir. Bu çalışmanın bulgularından farklı olarak Çiylez (2019), Albion ve Kabarla çilek çeşitlerinde, mikoriza uygulamasının meyve ağırlığını, meyve eni ve boyu değerlerini artırdığını belirlemiştir. Çalışmada Albion çeşidinde, meyve boyunun kontrolde 29.37 mm iken, mikoriza uygulamasında 37.20 mm; meyve eninin kontrolde 24.37 mm iken, mikoriza uygulamasında 27.56 mm olduğunu bildirmiştir. Koç ve ark., (2015) çalışmamızdan farklı olarak çileklerde mikoriza uygulamasının meyvelerde SÇKM ve askorbik asit içeriğini kontrole göre artırdığını bildirmişlerdir. Chavez ve Ferrera-Cerrato (1990), mikroçoğaltılmış dört farklı çilek çeşidine ('Douglas', 'Tioga', 'Aiko', ve 'Pajaro') üç farklı mikoriza ırkı (*Glomus sp. CPH-23*, *Glomus macrocarpum*, *Glomus versiforme*) aşılama üzerine yaptıkları çalışmada, mikoriza uygulamalarının bitki başına meyve sayısını değiştirmediklerini; Esitken ve ark.(2010), organik çilek yetiştiriciliğinde *Bacillus M3* kök enfeksiyonu ile tek başına veya *Bacillus OSU-14*, *Pseudomonas BA-8* kombinasyonlarının sprey olarak kullanımının bitki gelişimi, verim ve besin içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Bitki başına düşen yetiştirme hacmi ile ilgili olarak da, Sakamoto ve Suzuki (2018) hidroponik tatlı patates yetiştiriciliğinde farklı saksı hacminin (1.6, 3.0, 4.5 L) etkilerini incelemişler ve küçük saksılarda (1.6 L) 100 gramdan daha büyük yumru sayısı önemli derecede azalmıştır. Jansen (1997), farklı bitki yoğunluklarında hidroponik çilek yetiştiriciliğinde (33.3, 43.8, 66.6 ve 87.5 bitki·m<sup>2</sup>) bitki yoğunluğu arttıkça bitki başına düşen çiçek sayısı ve verimin azaldığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda da farklı yetiştirme hacimlerinin kullanımı, birim alandaki bitki sayısını etkilemiş ve bu bulgulara benzer olarak düşük dikim yoğunluğunun bitki gelişimi üzerine pozitif etkili olduğu görülmüştür.

### 3.3 Meyve rengi (L, C\*, h°)

Araştırmada yetiştirme ortamı hacimlerinin ve mikoriza uygulamalarının meyve rengi üzerine etkileri Çizelge 4'te verilmiştir. Mikoriza uygulamasının meyve dış rengi L (parlaklık) üzerine etkisi istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenirken, C\* (renk yoğunluğu) ve hue (renk tonu) değerleri üzerine istatistiksel etkisi belirlenmemiştir. Mikoriza (-) uygulamasında belirlenen L\* değeri (37.80), mikoriza (+) uygulamasından daha

yüksek belirlenmiştir. Dolayısıyla mikoriza uygulamasının meyvede parlaklık değerini düşürdüğü de söylenebilmektedir. Denemede yetiştirme ortamı hacminin meyve rengi üzerine etkisi de önemli bulunmamış olup, L değeri 34.96 ile 36.76; C\* değeri 35.76 ile 40.23; hue değeri ise 31.21 ile 32.87 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). 'Mikoriza x yetiştirme ortamı' interaksiyonu bakımından incelendiğinde ise L ve C\* değeri bakımından mikoriza (-) x 2.75 L·bitki<sup>-1</sup> uygulaması, diğer uygulamalardan daha yüksek değerler oluşturmuştur. Dolayısıyla bu uygulamanın meyve rengi parlaklığı ve renk yoğunluğu bakımından ön plana çıktığı söylenebilmektedir.

Bu konuda bizim bulgularımızdan farklı olarak Castellanos-Morales ve ark. (2010) mikoriza uygulamasının çileklerde meyve parlaklığını kontrole göre artırırken, renk yoğunluğunu (Chroma) azalttığını Koç ve ark. (2015), çileklerde mikoriza uygulamasının, meyve rengi L değerini kontrole göre artırdığını belirtmiştir. Bulgularımızdaki bu farklılıkların büyük ölçüde çeşit, ekoloji ve yetiştirme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Çizelge 4. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının meyve rengi (L, C\*, h°) üzerine etkileri

Table 4. The effects of mycorrhiza applications on fruit color (L, C \*, h °) in strawberries grown in different growing media volumes.

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi (L·bitki <sup>-1</sup> )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
L			
Mikoriza +	33.42 B	34.39 B	33.91 b
Mikoriza -	40.07 A	35.53 B	37.80 a
Yetiştirme ortamı hacmi	36.75	34.96	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: 2.6177; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi:ÖD; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi:3.701			
C*			
Mikoriza +	37.14 B	36.29 B	36.72
Mikoriza -	43.32 A	35.21 B	39.27
Yetiştirme ortamı hacmi	40.23 a	35.76 b	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: ÖD; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: 3.763; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi:5.322			
h°			
Mikoriza +	28.93	32.70	30.82
Mikoriza -	33.48	33.05	33.27
Yetiştirme ortamı hacmi	31.21	32.87	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: ÖD; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi: ÖD; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

#### 3.4 Yaprak rengi (L, C\*, h°)

Mikoriza uygulamasının ve iki farklı yetiştirme ortamı hacminin yapraklarda renk değişimi üzerine etkileri Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü gibi, gerek mikoriza uygulamasının, gerek yetiştirme ortamı hacminin ve gerekse 'mikoriza x yetiştirme ortamı hacmi' interaksyonunun yapraklarda L

(parlaklık), C\* (yoğunluk) ve hue (ton) değerleri üzerine etkisi istatistiki olarak önemli olmamıştır. Uygulamalara göre değişmekle birlikte, L değeri 19.92 ile 19.94; C\* değeri 0.76 ile 0.77; hue değeri ise 145.20 ile 145.98 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). Bu konuda başka bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çizelge 5. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının yaprak rengi (L, C\*, h°) üzerine etkileri

Table 5. The effects of mycorrhiza applications on leaf color (L, C \*, h °) in strawberries grown in different growing media volumes.

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi (L·bitki <sup>-1</sup> )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
L			
Mikoriza +	19.92	19.93	19.92
Mikoriza -	19.94	19.92	19.93
Yetiştirme ortamı hacmi	19.93	19.92	
LSD <sub>%5</sub> uygulama: ÖD; LSD <sub>%5</sub> yet.ort. hacmi:ÖD; LSD <sub>%5</sub> uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			

C*			
Mikoriza +	0.76	0.77	0.77
Mikoriza -	0.76	0.76	0.76
Yetiştirme ortamı hacmi	0.76	0.77	
LSD%5 uygulama: ÖD; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			
h°			
Mikoriza +	145.29	145.20	145.24
Mikoriza -	145.98	145.51	145.74
Yetiştirme ortamı hacmi	145.63	145.36	
LSD%5 uygulama: ÖD; LSD%5 yet.ort. hacmi: ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05).

### 3.5 Substrat nem içeriği (%)

Araştırmada yetiştirme ortamının su içeriğindeki değişimleri Çizelge 6'da gösterilmiştir. Çizelgede görüldüğü gibi gerek mikoriza ve gerekse yetiştirme ortamı hacminin substrat nem içeriği üzerine etkisi

önemli olmamakla birlikte, nem içeriğinin mikoriza (+) uygulamasında (%62.00) ve 3.60 L·bitki<sup>-1</sup> uygulamasında (%58.87) diğer uygulamadan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 6. Farklı yetiştirme ortamı hacimlerinde yetiştirilen çileklerde mikoriza uygulamalarının substrat nem içeriği üzerine etkileri (%)

Table 6. The effects of mycorrhiza applications on substrate water content in strawberries grown in different growing media volumes (%)

Uygulamalar	Yetiştirme ortamı hacmi (L·bitki <sup>-1</sup> )		Uygulamalar
	2.75	3.60	
Substrat nem içeriği (%)			
Mikoriza +	67.50	56.50	62.00
Mikoriza -	67.53	61.23	64.38
Yetiştirme ortamı hacmi	67.51	58.87	
LSD%5 uygulama: ÖD; LSD%5 yet.ort. hacmi:ÖD; LSD%5 uygulama x yet.ort. hacmi:ÖD			

\* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfle başlayan ortalamalar arasındaki farklılık LSD testine göre istatistiksel olarak önemsizdir. (P<0.05).

## 4. Sonuç

Araştırma sonucunda, mikoriza (+) uygulamasının, morfo-fizyolojik özellikler üzerine olumlu katkıları olduğu belirlenmiştir. Nitekim mikoriza (+) uygulaması bitkilerde yaprak sayısı, gövde çapı ve klorofil indeksi değerlerini artırmıştır. Bitki başına yetiştirme ortamı hacmi bakımından ise 2.75 l·bitki<sup>-1</sup> uygulamasında yaprak sayısı değerleri artış göstermiştir. İnteraksiyon bakımından incelendiğinde ise mikoriza (+) olarak substrat nem içeriği %58.87 ile %67.53 arasında değişim göstermiştir.

uygulaması, denenen her iki yetiştirme ortamı hacminde de benzer değerler göstermiştir. Meyve özellikleri bakımından ise mikoriza (+) uygulamasının meyve eni, boyu ve meyve parlaklık (L) değerlerini azaltırken, meyve sertliği değerlerini de artırdığı gözlenmiştir. Meyvede suda çözünebilir kuru madde miktarı ise bu uygulamalardan etkilenmemiş olup, uygulamalara bağlı

**Kaynaklar**

- Adak, N., 2009. Topraksız kültürde yetiştirilen çileklerin verim ve kalitesi üzerine değişik yetiştirme ortamlarının etkileri (Doktora Tezi). *Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Antalya, 232s.*
- Battistel, P., 2005. Örtü altı bitki yetiştiriciliği ve topraksız kültür. 05–09 Aralık 2005. Örtü altı sebze ve kesme çiçek yetiştiriciliğinde metil bromür kullanımının sonlandırılması. Proje No: MP/TUR/03/108, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya.
- CastellanosMorales, V., Villegas, J., Wendelin, S., Vierheilig, H., Eder, R., Cárdenas-Navarro, R., 2010. Root colonisation by the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* alters the quality of strawberry fruits (*Fragaria × ananassa* Duch.) at different nitrogen levels, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90 (11), 1774-1782.
- Chandler, C.K., D.E. Legard, D.D. Dunigan, T.E. Crocker., C.A. Sims. 2000. 'Strawberry Festival' strawberry. *HortScience* 35:1366–1367.
- Chavez, M. G., Ferrera-Cerrato, R., 1990, Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on tissue culture-derived plantlets of strawberry, *Hort Science*, 25 (8), 903-905.
- Çiğşar, S., Sarı, N., Ortaş, I., 2000. Hıyarda vesiküler-arbüsküler mikorizanın bitki büyümesi ve besin maddeleri alımı üzerine etkileri, *Türk J Agric For*, 24, 571-578.
- Çiyilez, S., 2019. Bazı Mikoriza ve Bakteri İrklarının Birlikte ve Tek Olarak Bazı Çilek Çeşitlerinde Büyüme ve Verim Üzerine Etkileri, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 53 sayfa.
- de Silva, A., Patterson, K., Rothrock, C., Moore, J., 2000, Growth promotion of highbush blueberry by fungal and bacterial inoculants, *HortScience*, 35 (7), 1228-1230.
- Demir, S., Onoğur, E., 1999. Bitkilerde Vesiküler-Arbüsküler Mikoriza oluşumunun bitki besleme ve bitki korumadaki önemi, *Anadolu Dergisi*, 9 (2), 12-32.
- Derin Altay, G. 2017. Yeni Bazı Böğürtlen Çeşitlerinin Farklı Mikoriza Ortamlarındaki Gelişme Performanslarının İncelenmesi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitkisel Üretim Ve Teknolojileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, 59 sayfa.
- Ertan, E., Kılınç, S., Yıldız, A., A., Şirin, U., 2007., Topraksız Ortamda Çilek Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulamasının Bitki Gelişimine ve Verime Etkileri, Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (04-07 Eylül 2007). Erzurum.
- Erzurumlu, G.S., Kara, E.E., 2014, Mikoriza konusunda Türkiye'de yapılan çalışmalar, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* (2), 55-65.
- Esitken, A., 2011., Use of plant growth promoting rhizobacteria in horticultural crops, In: *Bacteria in Agrobiolgy: Crop Ecosystems*, Eds: Springer, p. 189-235.
- Esitken, A., Yıldız, H.E., Ercisli, S., Donmez, M. F., Turan, M., Gunes, A., 2010, Effects of plant growth promoting bacteria (PGPB) on yield, growth and nutrient contents of organically grown strawberry, *Scientia Horticulturae*, 124 (1), 6266.
- FAO 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> Erişim tarihi: 06.06.2020
- Grabowski, M., Louws, F., Fernandez, G., 1999., Use of VA mycorrhizae in annual strawberry production systems, *Phytopathology*, 88, S29.
- Jansen, W.A.G.M., 1997. Growing media and plant densities for strawberry tray plants. *Acta Horticulturae* 1997 No.439, 457-460.
- Koç A., Balcı G., Ertürk Y., Keles H., Bakoğlu, N. 2015. San Andreas Çilek Çeşidinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Mikroorganizma Uygulamalarının Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 8 (2): 47-51.
- Li, X. L., Marschner, H., George, E., 1991. "Phosphorus depletion and pH decrease at the root-soil and hyphae-soil interfaces of VA mycorrhizal white clover fertilized with ammonium", *New Phytologist*, 119, 397-404, 1991.
- Ortaş, İ., 1994. "The effect of different forms and rates of nitrogen and different rates of phosphorus fertilizer on rhizosphere phosphorus uptake in mycorrhizal and non-mycorrhizal sorghum plants", Ph. D. Thesis, University of Reading, Reading, s. 21-26 UK, 1994.
- Özcan, H., Taban, S., 2000. "VA-mycorrhiza'nın alkalın ve asit toprakta yetiştirilen mısır bitkisinin gelişimi ile fosfor, çinko, demir, bakır ve mangan konsantrasyonları üzerine etkisi", *Türk J. Agric. For.* 24:629-635.
- Radajewska B., Aumiller A., 1997. Influence of cultivation system on the yield of strawberries in an unheated glasshouse. *Acta Horticulturae* 439: 481
- Sakamoto, M., Suzuki, T. 2018. Effect of pot volume on the growth of sweetpotato cultivated in the new hydroponic system. *Sustainable Agriculture Research* Vol.7 No.1, 137-145.
- Sharma, M.P., Adholeya, A., 2004. , Effect of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphorus fertilization on the post vitro growth and yield of micropropagated strawberry grown in a sandy loam soil, *Canadian Journal of Botany*, 82 (3), 322-328.
- Smith, S., Read, D.J., 1997. "Mycorrhizal Symbiosis", Second Edition, Academic Press. London, 1997.
- Yılmaz, E., 2005. Topraksız ortama arbüsküler mikoriza aşılamanın patlıcan (*Solanum melongane* L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi*, 204 sayfa.

## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.691294

# Turnayemişi (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) Odun Çeliklerinde Köklenme ve Kök Gelişimi Üzerine Dışsal IBA Uygulaması ile Çelikteki Yaprakların Etkisi

•Hüseyin Çelik<sup>a\*</sup>, •Fadime Neris Şenyaşa<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>b</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: huscelik@omu.edu.tr

Geliş/Received 19/02/2020

Kabul/Accepted 27/05/2020

## ÖZET

Turnayemişi fonksiyonel gıda olarak kullanılan önemli bir üzüm meyvedir. Bu çalışmada ‘Pilgrim’ turnayemişi çeşidinden alınan odun çelikleri kullanılmıştır. Çelikler dört yaşlı turnayemişi bitkilerine ait stolon da denilen kollar üzerindeki bir yaşlı dik sürgünlerden Mart ayı içinde alınmıştır. Yapraklı ve yapraksız olarak hazırlanan turnayemişi odun çeliklerine farklı Indole-3-butric asit (IBA) konsantrasyonları (0, 1000 ve 2000 ppm) uygulanmıştır. Viyollerdeki torf ortamına dikilen çelikler serada ve 24°C’lik alttan ısıtmalı tavalarda mistleme sulama ile %30 gölgeleme altında köklendirilmiştir. Turnayemişi çeliklerinde sürme ve köklenme oranı (%), köklenme derecesi (1-9), sürgün uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g), toplam kök uzunluğu (cm) ve kök çapı (mm) saptanmıştır. En yüksek sürme (%100) ve köklenme (%99.00) oranı 2000 ppm IBA uygulanmış yapraklı çeliklerde olmuştur. Yapraklı çelikler tüm özellikler bakımından en yüksek sonuçları verirken en yüksek köklenme oranı 1000 ve 2000 ppm IBA uygulamasından (%85.00) elde edilmiştir. En yüksek köklenme derecesi kontrol IBA dozunda (6.53), kök yaş ağırlığı ise 2000 ppm IBA dozunda (6.20 g) olmuştur. IBA dozu arttıkça sürme ve köklenme oranı ile kök çapı artarken toplam kök uzunluğu azalmış, köklenme derecesi, sürgün uzunluğu ve kök yaş ağırlığı çok etkilenmemiştir. Öte yandan incelenen tüm özellikler bakımından yapraklı çelikler daha iyi sonuçlar vermiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Turnayemişi  
Odun çeliği  
Yaprak  
IBA  
Köklenme

## Effect of Exogenous IBA application and leaves on rooting and root growth of cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) hardwood cuttings

### ABSTRACT

Cranberry is an important small fruit used as functional food. In this study, hardwood cuttings collected from ‘Pilgrim’ cv. in March from one-year-old uprights on the runners, also called stolon, belonging to four-year-old cranberry plants. Three Indole-3-butric acid (IBA) concentrations (0, 1000 and 2000 ppm) were applied to the cuttings prepared with or without leaves. Cuttings planted in peat medium in trays and trays placed in benches with 24°C bottom heating and cuttings leave to rooting under 30% shading with over misting system as needed. The rooting and rooting rate (%), rooting degree (1-9), shoot length (cm), root fresh weight (g), total root length (cm) and root diameter (mm) were determined. In leafy cuttings with 2000 ppm IBA applied, shooting (100%) and rooting (99.00%) were the highest. Leafy cuttings give the highest results in terms of all properties, while the highest rooting rate was obtained from 1000 and 2000 ppm IBA application (85.00%). The degree of rooting was the highest at the control IBA dose (6.53) and the root fresh weight at the 2000 ppm IBA dose (6.20 g). As the dose of IBA increases, the rate of shooting and rooting and the diameter of the root increase, total root length decreased and rooting degree, shoot length and fresh root weight are not affected much. On the other hand, leafy cuttings gave higher results in terms of all the properties examined.

Keywords:  
Cranberry  
Hard-wood cutting  
Leaf  
IBA  
Rooting

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Türkiye'nin yeni üzümü meyvesi olan Turnayemişi yayılcı, sürüncü ve herdemyeşil bitkilere sahiptir. Maviyemiş ve kekreyemiş gibi fundagiller familyasında yer alan turnayemişi Kuzey Amerika'daki sulak alanlarda doğal olarak yetişir ve çok yıllık bitkileri vardır. Ilıman iklimde yetişen turnayemişi üretiminin büyük bir kısmı Amerika'da Wisconsin ile Massachusetts'te yapılmaktadır. Turnayemişi çiçeği turna kuşunun baş, gerdan ve gagasına benzediği için İngilizce'de craneberry (crane=turna) ismiyle isimlendirilmiş, zamanla "cranberry" olarak kısaltılmıştır (Dana, 1990; Çelik ve İslam, 2013; Çelik ve Özgen, 2008; Çelik, 2011; Şenyavaş ve Çelik, 2019). Sağlık açısından yararlı olduğu kadar birim alandan yüksek gelir getiren bu meyve fonksiyonel gıda olarak çok değerlidir (Strik ve ark., 2002; Strik ve Davenport, 2002). İki binli yıllarda Prof. Dr. Hüseyin ÇELİK tarafından Türkiye'ye tanıtılan bu üzümü meyve "turnayemişi" olarak ülke tarımına ve literatürümüze katılmıştır. Türkiye'de asitli toprakların yer aldığı Karadeniz Bölgesi'nde kuru hasat ve Çarşamba ile Bafra ovalarındaki asitli ve sulak alanlarda ise su içinde hasadı yapılabilecek şekilde deneme çalışmaları sürdürülmektedir (Çelik ve İslam, 2013; Çelik ve Özgen, 2008; Şenyavaş ve Çelik, 2019).

Turnayemişi tohum ve vegetatif olarak çoğaltılabilmektedir. Vegetatif çoğaltmada köklü veya köksüz kol (stolon) ve dik sürgünlerden alınan çelikler kullanılmaktadır. Yeni çeşitleri elde etmek üzere turnayemişi tohumla çoğaltılabilir ancak tohumla çoğaltma fidancılıkta kullanılmamaktadır (Dana, 1990; Marcotrigiano ve Mcglew, 1991; Strik ve Poole, 2002; Trehane, 2004; Çelik ve İslam, 2013). Son yıllarda doku kültürü ile çoğaltma da kullanılmaktadır (Ropper ve Vorsa, 1997; Trehane, 2004; Çelik ve İslam, 2013; Kovr ve ark., 2019). Turnayemişinin çoğaltılmasında kullanılan çelikler iyi gelişme gösteren dik sürgünlerden alınabildiği gibi yatay kollardan da alınmaktadır. Ancak bir yaşlı dik sürgünlerden budama ile alınan çelikler daha iyi köklenmektedir (Strik ve Poole, 2002; Larson ve ark., 2002; Özgen ve Çelik, 2007; Çelik ve İslam, 2013). Turnayemişinin tohum ile çoğaltılmadığını belirten Grant (2018), 3-4 yaprak içeren ve maksimum 20 cm uzunluğunda olan çelikleri besin maddesince zengin kum+kompost ortamına dikerek yüksek başarı elde etmiştir. Strik ve ark. (2002), kuru hasat veya su içinde hasat sırasında meyveleri toplayan makinelerin aynı zamanda bitkilerde de budama yaptığını ve budama artıklarının çelik olarak kullanılabilmesini ifade etmektedir. Aynı araştırmacı, doku kültüründe üretilerek saksıda büyütülen turnayemişi fidanları üzerine çalıştıklarını da belirtmektedir. Turnayemişi yatay sürgünlerinin (stolon) bir mevsim boyunca 60-90 cm kadar uzadıklarını belirten Dana (1990), hasat sırasında bu sürgünler üzerinde bir sonraki yıl oluşan dik ve kısa sürgünlerin çelik almak üzere kullanılabilmesini

belirtmektedir. Turnayemişi çelikleri dikilen ortamların sürekli nemli olması gerektiğini belirten Dana (1990), köklenmenin 2-3 hafta içinde başlayabileceğini tespit etmiştir. Trehane (2004), ticari turnayemişi üreticilerinin yeni plantasyonlarda uzun çelikler kullandığını ve ilkbaharda tavalardan toplanan çeliklerin yeni tavalara ekildiğini belirtmektedir. Turnayemişi çeliklerinin kolay köklendiğini belirten araştırmacı mistleme ve alttan ısıtmalı ortamlarda 8-10 cm uzunluğundaki çeliklerde uçtan itibaren 6-8 yaprak bırakılabileceğini saptamıştır. Trehane (2004), 5 cm derinliğindeki küçük saksılardaki torf ve kum (1:1) ortamına dikilen çeliklerin köklenebildiğini, mistleme sisteminin köklenmeyi artırdığını, torf bloklarına dikilen çeliklerdeki köklenme oranının yüksek olduğunu ve üç hafta içinde köklenmenin başladığını saptamıştır. Bitkisel materyalin az olduğu yerlerde çeliklerin köklendirilmesi sonucu elde edilen tüplü fidanlar ile turnayemişi bahçelerinin kurulmasının daha ucuz olduğunu belirten Scorza ve Welker (1988), çeliklerin kol veya kısa dik sürgünlerden alınabileceğini belirtmiştir. Turnayemişlerinde vegetatif gelişmenin kontrol altına alınması için budama yapılması gerektiğini belirten Strik ve Poole (2002), budama ile alınan çeliklerin çoğaltmada kullanılabilmesini ve budanan dik sürgünlerde yan dal sayısının arttığını ve verimin de yükseldiğini tespit etmişlerdir. Turnayemişlerinin ilkbaharda almak sert odun çelikleri ile çoğaltıldığını belirten Gough (2008), köklendirme yastıklarına dikilen çeliklerin köklenme başarısının nispeten yüksek olduğunu tespit etmiştir. Turnayemişi gibi *Vaccinium* cinsi içinde yer alan kekreyemişin sert veya yumuşak odun çelikleri ile çoğaltılabileceğini saptayan St. Pierre (1996), 6000 ppm IBA ile %85 başarı elde etmiştir. Sürgün uçlarından hazırladığı kekreyemiş çeliklerine IBA uygulayan Martinussen ve ark. (2006), torf+perlit ortamında ve kontrol çeliklerinde %66 köklenme başarısı elde ettiğini ve ilkbahar-yaz aylarında alınan çeliklerin sonbahar-kış ayı çeliklerine göre daha iyi köklendiğini bildirmiştir. Magnitskiy ve ark. (2011) ise *Vaccinium floribundum* sürgün uçlarından aldığı yarı-odun çeliklerine 400 ppm NAA ile %47 köklenme başarısı elde etmiştir. Alaska'da yetişen *Vaccinium uliginosum*'u sert ve yumuşak odun çelikleri ile çoğaltan Holloway ve Zasada (1979), perlit ortamında daha yüksek köklenme elde ederken yumuşak odun çeliklerinin köklenmediğini saptamıştır. Turnayemişi çeliklerinin yatay veya dikey olarak kum ortamına dikilebileceğini belirten Roper (1995), 2-3 hafta içinde yeni kök ve sürgün gelişiminin başladığını ancak köklü çeliklerin başlangıçta zayıf geliştiğini saptamıştır. Turnayemişi çeliklerindeki köklenme, kök gelişimi, büyüme ve gelişme oranı ortamdaki su miktarı ile çeşitlere göre de değişebilmektedir (Baumann ve ark., 2005). Maviyemişlerden aldığı mini çeliklere IBA uygulayan ve köklenme ortamlarını araştıran Colombo ve ark. (2018), IBA'nın köklenmeyi etkilemediği ancak çelik alma zamanlarına göre köklenme başarısının %55-84

arasında olduğunu saptamıştır. Çelik ve Ateş (2009) ise maviyemiş mini çeliklerinde 2000 ppm IBA'nın köklenmeyi artırdığını saptamıştır. St. Pierre (1996), Frenk ve Bektaşüzümlerinde sert odun çeliklerinin 800 ppm, yumuşak odun çeliklerinin ise 400 ppm IBA'da iyi köklendiğini saptamıştır. Maviyemiş çeliklerindeki köklenmenin çeşit ve IBA dozlarına göre değiştiğini belirten Çelik ve Odabaş (2009) gerçek köklenme oranının %57.76-83.23 arasında değiştiğini ve geliştirilen model ile bu oranın tahmin edilebileceğini tespit etmişlerdir. Turnayemişi çeliklerinin köklenmesi ve bitkide büyüme üzerine çelik büyüklüğü (Welker ve Vass, 1983), köklenme ortamı (Chong, 1999), ortamdaki mikoriza popülasyonu (Szwonek ve ark., 2016) ile çelik tipi ve turnayemişi çeşitlerinin (Baumann ve ark., 2005) etkili olduğu bilinmektedir. Turnayemişi ile aynı cins içinde yer alan kekreyemişte ise çelik alma zamanı ile köklenme ortamı ve çevre şartları (Gustavson, 1999), çoğaltmada kullanılan bitki parçası (çelik, mikro parça vb.) (Debnath ve ark., 2012), çoğaltma metodu (Gustavsson ve Stanys, 2000) ve IBA'nın (Debnath, 2006) köklenmeyi etkilediği tespit edilmiştir. Benzer bir şekilde turnayemişi ile *Vaccinium* cinsi içinde yer alan maviyemişlerde ise oksin tipi (IBA), çelik tipi ve çoğaltma materyalinin genetik stabilitesi (Pacholczak ve Nowakowska, 2015; Fischer ve ark., 2016; Nowakowska ve Pacholczak, 2017), çeşit (Fischer ve ark., 2008 a ve b), çoğaltmada kullanılan metot (Jamieson ve Nickerson, 2003; Litwinczuk ve ark., 2006; Miller ve ark., 2006; Albert ve ark., 2009; Marino ve ark., 2014), büyüme düzenleyiciler ve kök bölgesi sıcaklığı (Lee ve Lee, 2009), çeliğin sürgün üzerindeki yeri ve çelik büyüklüğü (Pelizza ve ark., 2011), köklendirmede kullanılan kaplar, ortamlar, IBA dozu ve çelik büyüklüğü (Nascimento ve ark., 2011; Ristow ve ark., 2012), IBA, kök bölgesi sıcaklığı ve çeliğin alındığı mevsim (Marangon ve Biasi, 2013), çelik tipi, büyüme düzenleyici ve çeşit (Fischer ve ark., 2008 a?? b??), çelik tipi, köklenme ortamı (Çelik, 2007; Çelik, 2016), alttan ısıtma sıcaklığı (Çelik, 2006), çelik alma zamanı ve IBA dozu (Çelik, 2017), çelikteki yapraklar ve bazaldaki kesim şekli (Çelik ve Ateş, 2009) ile diğer birçok iç ve dış faktör etki edebilmektedir (Couvillon, 1988; Karabulut ve Çelik, 2019).

Türkiye'nin yeni meyvesi olan turnayemişinin çoğaltılması üzerine Türkiye'de ilk kez yapılan bu çalışmada 'Pilgrim' turnayemişine ait bir yaşlı dik sürgünlerden alınan sert odun çeliklerinde büyüme, gelişme, köklenme ve kök kalitesi üzerine IBA dozları ile çelikteki yaprakların etkisi tespit edilmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada Türkiye'de ilk kez tescil edilmiş olan 'Pilgrim' turnayemişi çeşidine ait sert odun çelikleri materyal olarak kullanılmıştır (Şekil 1). Mart ayı içinde

bir yaşlı dik sürgünlerden alınan odun çelikleri yapraklı (5-7 adet) ve yapraksız olarak 8-10 cm boyunda hazırlanarak IBA (0, 1000 ve 2000 ppm) ile muamele edilmiştir. IBA uygulanmış çelikler 32'lik viyöllerdeki (51x32 cm) 7 cm derinliğe sahip hücelere doldurulan asit (pH=4.5-5.5) ayarlı torf ortamına dikilerek cam serada mistleme sulama altında ve 24°C'lik alttan ısıtma sıcaklığına sahip tavalarda köklendirilmiştir (Ruter, 2015). Denemeden elde edilen köklü çeliklerde sürme ve köklenme oranı (%), köklenme derecesi (1-9), sürgün uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g.), toplam kök uzunluğu (cm) ve kök çapı (mm) tespit edilmiştir. Köklenme derecesi Çelik (2007, 2012, 2016 ve 2017) tarafından da kullanılan skalaya göre saptanmıştır. Kökler akar su altında yıkandıktan sonra toplam kök uzunluğu ve kök çapı WinRHIZO™ Dijital Kök Analiz Cihazı ve yazılımı ile (Regent Instruments Inc., Quebec, Canada) saptanmıştır (Parnaro ve ark., 2017; Anon., 2019). Deneme 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 çelik olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuş, istatistiki analizler SPSS programında ANOVA kullanılarak yapılmış olup ortalamalar arasındaki farklılıklar DUNCAN çoklu karşılaştırma testi kullanılarak harflendirilmiştir. Denemede %değerlere ise Açık Transformasyonu ( $\arcsin\sqrt{x}$ ) uygulanarak istatistiki analizler bu transforme edilmiş rakamlar üzerinden yapılmıştır.



Şekil 1. Turnayemişi bitkisi, yatay gövdesi, tepe tomurcuğu, meyveli ve meyvesiz dik sürgünleri  
Figure 1. Cranberry vine, horizontal runners (stolon), terminal bud and uprights with or without fruit



### 3. Bulgular ve Tartışma

'Pilgrim' turnayemişi çeşidinin bir yaşlı dik sürgünlerinden yapraklı ve yapraksız olarak alınan odun çeliklerindeki sürme ve köklenme oranı ile köklenme derecesi üzerine IBA dozlarının etkilerine ait bulgular Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden de görülebileceği gibi çelik tipi ve IBA doz etkileşimini ortalamaları arasında çeliklerde sürme oranı, köklenme oranı ve köklenme derecesi bakımından istatistiki olarak çok önemli farklılıklar ortaya çıktığı saptanmıştır. Yapraklı olarak alınan ve 2000 ppm IBA uygulanan turnayemişi odun çeliklerindeki sürme oranı %100.00 ile en yüksek seviyeye ulaşırken yapraksız çeliklerdeki sürme oranı kontrol uygulamasında %80.00 iken diğer dozlarda %89.00 ile yapraklı çeliklere göre daha düşük olmuştur. IBA uygulaması yapılmayan yapraklı turnayemişi çeliklerinde %97.00'lik sürme elde edilmesi ve IBA uygulanmış yapraklı çeliklerdeki sürme oranları ile aynı istatistiki grupta olduğu için sürme bakımından IBA uygulamalarının yapraklı çeliklerde etkisiz ancak yapraksız çeliklerde daha etkili olduğu saptanmıştır. Öte yandan köklenme oranı bakımından yapraklı ve 2000 ppm IBA dozu %99.00 ile en yüksek orana ulaşırken yapraksız olarak alınan çeliklerdeki IBA uygulamasının etkisi çok daha belirgin olmuş ve 1000 ppm IBA dozu %74.00 köklenme başarısı göstermiştir. Köklenme derecesi bakımından çelik tipi ve IBA dozları arasında istatistiki olarak farklılık olmamasına rağmen IBA uygulanmamış kontrol dozundaki yapraksız veya yapraklı çeliklerdeki köklenme derecesi sırasıyla 6.58 ve 6.48 ile kuvvetli kök oluştururken IBA uygulanmış çeliklerdeki köklenme derecesi daha düşük seviyede kaldığı tespit edilmiştir. Nitekim çelikte bırakılan yaprakların köklenmeyi olumlu olarak etkilediği Hartmann ve ark. (2014) ile Çelik ve Ateş (2009) tarafından da belirtilmektedir. Ayrıca, çelik tipi (Baumann ve ark., 2005), büyümeyi düzenleyiciler ve kök bölgesi sıcaklığına (Lee ve Lee, 2009) ilaveten büyümeyi düzenleyici oksinler (IBA) ve çeliğin alındığı mevsim (Marangon ve Biasi, 2013), çelik tipi, çeşit (Çelik, 2007; Fischer ve ark., 2008 a ve b; Çelik, 2016) ile çelikteki yapraklar da (Çelik ve Ateş, 2009) çeliklerdeki köklenme oranı ve kök gelişimi üzerine etki edebilmektedir. Denemizdeki sürme ve köklenme oranı bakımından yapraklı çeliklerin çok daha yüksek sonuçlara ulaşması ve IBA konsantrasyonu arttıkça sürme ve köklenme oranlarının artması literatürlerdeki bulgulara paralellik göstermiştir (Şekil 2 ve 3). Çünkü yaprakların varlığı ve karbonhidrat mekanizması gerek sürme gerekse köklenme oranlarına olumlu katkı sağlayabilmektedir (Hagidimitriou ve Roper, 1994). Turnayemişi dik sürgünlerindeki karbonhidrat miktarının gövde ve köklerdekinden daha yüksek olduğu da Roper ve Vorsa (1997) tarafından bildirilmektedir. Ayrıca yapraklar tarafından üretilen karbonhidratlar çelikteki köklenmeyi teşvik edebilmektedir (Varshney ve Anis, 2014). Köklenme

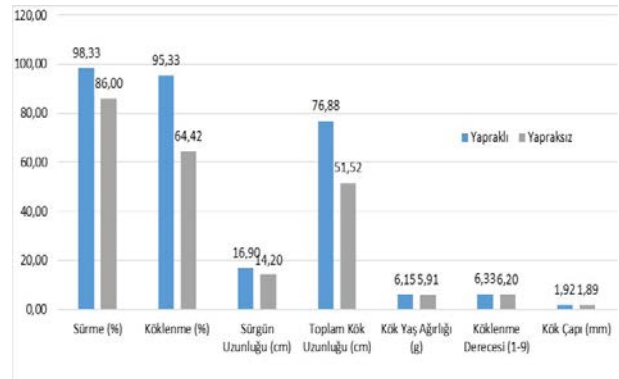
derecesi bakımından gerek çelik tipi gerekse IBA dozları arasında istatistiki olarak farklılık tespit edilmemiş olmasına rağmen yapraklı çeliklerdeki köklenme derecesinin (6.33) daha yüksek olduğu ve IBA dozu arttıkça köklenme derecesinin azaldığı saptanmıştır (Şekil 2 ve 3). Bu durum çelikteki yaprakların kök çapı, uzunluğu ve sayısına olumlu etki ettiği ancak IBA dozu arttıkça bu özelliklere olan etkinin azaldığını göstermektedir. Nitekim oksinlerin köklenme oranını artırarak kök gelişimine olumsuz etkide bulunduğu maviyemişler üzerine çalışan Çelik ve Ateş (2009) tarafından da saptanmıştır. Bu durum kök bölgesindeki sıcaklığa da bağlıdır (Ruter, 2015). Ayrıca, Hartmann ve ark. (2014) IBA'nın köklenme ve kök sayısı üzerine olumlu etkisinin olduğunu da belirtmektedir. Araştırmacılar genç dokularda IBA uygulamasından sonra IAA konsantrasyonunun arttığını ancak yaşlı ve odunlaşmış dokularda ise IBA miktarının zaten yüksek olduğunu ve odun çeliklerinde IBA ve IAA'nın beraber kullanılmasına gerek olmadığını da ifade etmektedirler.

Çizelge 1. Turnayemişi odun çeliklerinde sürme ve köklenme oranı (%) ile köklenme derecesinin (1-9) çelik tipi ve IBA dozlarına göre değişimi

Table 1. Changing of the rate of shooting and rooting (%) and rooting degree (1-9) in cranberry hardwood cuttings according to cutting type and IBA doses

Çelik Tipi	IBA Dozu (ppm)	Sürme Oranı (%)	Köklenme Oranı (%)	Köklenme Derecesi (1-9)
Yapraklı	0	97.00 a	91.00 a	6.48
	1000	98.00 a	96.00 a	6.27
	2000	100.00 a	99.00 a	6.24
Yapraksız	0	80.00 c	48.25 c	6.58
	1000	89.00 b	74.00 b	6.01
	2000	89.00 b	71.00 b	6.02

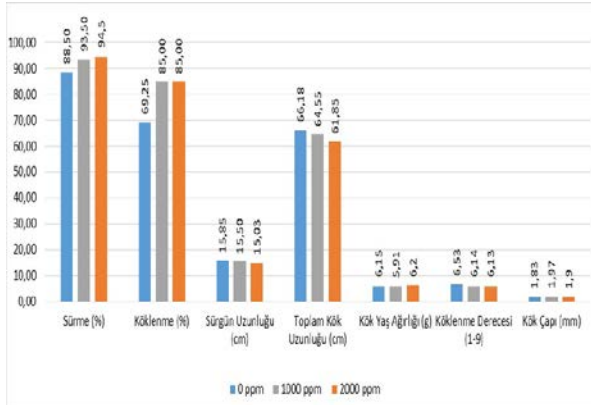
Sütündeki ortalamalar arasındaki farklılık %0.01 seviyesinde önemlidir. Köklenme derecesi 1: yok, 3: zayıf, 5: orta, 7: kuvvetli, 9: çok kuvvetli (Çelik, 2007, 2012, 2016 ve 2017)



Şekil 2. Turnayemişi odun çeliklerindeki yaprak varlığının sürme, köklenme ve diğer özellikler üzerine etkisi

Figure 2. The effect of the presence of leaves in rooting, shooting and other properties of cranberry hardwood cuttings





Şekil 3. Turnayemişi odun çeliklerinde IBA dozlarının köklenme ve sürme ile diğer özellikler üzerine etkileri  
 Figure 3. Effects of IBA doses on rooting, shooting and other properties in cranberry hardwood cuttings

Denemede kullanılan ‘Pilgrim’ turnayemişi çeşidinin bir yaşlı dik sürgünlerinden alınan odun çeliklerinde sürgün uzunluğu, toplam kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ve kök çapı üzerine çelik tipi ile IBA uygulamalarının etkileri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’den de görülebileceği gibi çelik tipi x IBA dozları interaksiyonları bakımından sürgün ve kök özellikleri arasında çok önemli farklılıklar olduğu saptanmıştır. Nitekim IBA uygulanmamış ancak yapraklı olan çeliklerdeki sürgün uzunluğu 17.77 cm ile en fazla iken yapraksız çeliklerdeki azalma önemsiz olmuş ve yapraksız çeliklerde IBA dozu arttıkça sürgün uzunluğunu kontrole göre artırdığı ancak bu artışın istatistik olarak önemsiz olduğu ortaya konulmuştur (Çizelge 2). Yapraklı çeliklerde ise IBA dozu arttıkça sürgün uzunluğunun kontrole göre azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ancak, yapraklı çeliklerdeki sürgün uzunluğunun (16.90 cm) yapraksız çeliklerden (14.20 cm) daha fazla olduğu da tespit edilmiştir (Şekil 2). Yapraklı çeliklerdeki toplam kök uzunluğu (76.88 cm), kök yaş ağırlığı (6.15 g), köklenme derecesi (6.33) ve kök çapının (1.92 mm) da yapraksız çeliklerden daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Şekil 2). İstatistik olarak önemsiz olsa da IBA konsantrasyonu arttıkça sürgün uzunluğunun azaldığı ve IBA uygulanmayan kontrol çeliklerindeki sürgün uzunluğunun 15.85 cm ile en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3). Ayrıca IBA dozu arttıkça toplam kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ile köklenme derecesinin de azaldığı ve kontrol uygulamasının sırasıyla 66.18 cm, 6.15 g ve 6.53 değerleri ile en yüksek değerde olduğu saptanmıştır. Kök çapı ise 1000 ppm IBA dozunda 1.97 mm ile kontrole göre daha yüksek iken 2000 ppm dozunda düşme gösterse de 1.90 mm ile kontrolden daha yüksek olmuştur (Şekil 3). Nitekim Gough (2008) turnayemişini ilkbaharda aldığı sert odun çelikleri ile çoğaltarak %84.50 köklenme başarısı sağlarken çalışmamızda yapraklı çeliklere 2000 ppm IBA uygulayarak bu oran %99’a çıkmıştır. Öte yandan

turnayemişi ile aynı cins içinde yer alan kekreyemişlerde ise sert odun çelikleri ve 6000 ppm IBA kullanan St. Pierre (1996) %85.00 köklenme başarısına ulaşabilmiştir. Bu sonuçlar kolay köklendiği belirtilen Turnayemişlerinde IBA uygulamasının köklenme oranını yükselttiğini ortaya koymuştur. Ayrıca köklenme ortamının da başarıyı etkilediğini belirten Martinussen ve ark. (2006), kekreyemiş sürgün uçlarından aldığı yarı-odun çeliklerinde IBA ve torf+perlit ortamında %66.00 köklenme başarısının yanında çelik alma zamanının da başarıda etkili olduğu ve ilkbahar-yaz aylarında alınan çeliklerin sonbahar-kış ayı çeliklerine göre daha iyi köklendiğini saptamıştır. Benzer şekilde kolay köklenen bazı maviyemiş çeşitlerinde IBA uygulaması ile farklı zamanlarda alınan çeliklerde köklenme oranının %55-84 arasında olduğunu Colombo ve ark. (2018) tarafından da saptanmıştır. Köklenme başarısı çelik tipi ve çelik alma zamanının yanında IBA dozuna da bağlı olduğu (Holloway ve Zasada, 1979), maviyemiş mini çeliklerinde 2000 ppm IBA’nın köklenmeyi artırdığı (Çelik, 2016), maviyemiş yumuşak odun çeliklerinde gerçek köklenme oranının %57.76-83.23 arasında değiştiği (Çelik ve Odabaş, 2009), turnayemişi çeliklerinin büyüklüğü (Welker ve Vass, 1983) ve çeşitlerin de etkili olduğu bilinmektedir (Baumann ve ark., 2005). Öte yandan maviyemişlerde çelik tipi ile köklenme ortamının (Çelik, 2007; Çelik, 2016) yanında alttan ısıtma sıcaklığı (Çelik, 2006) ve çelik alma zamanı ile IBA dozlarının (Çelik, 2017) ve özellikle de çelikteki yaprakların (Çelik ve Ateş, 2009; Karabulut ve Çelik, 2019) köklenme oranı üzerine etkili olduğu araştırmacılar tarafından saptanmıştır. Bu durum Hartmann ve ark. (2014) tarafından da bildirilmiştir. Çalışmamızdaki sonuçlara göre yapraklı çeliklerdeki başarının yapraksızlara göre daha yüksek olması önceki çalışma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Çizelge 2. Turnayemişi odun çeliklerinde sürgün uzunluğu (cm), toplam kök uzunluğu (cm), kök yaş ağırlığı (g) ve kök çapının (mm) çelik tipi ve IBA dozlarına göre değişimi

Table 2. Changing of the shoot length (cm), total root length (cm), root fresh weight (g) and root diameter (mm) in cranberry hardwood cuttings according to cutting type and IBA doses

Çelik Tipi	IBA Dou (ppm)	Sürgün Uzunluğu (cm)	Toplam Kök Uzunluğu <sup>1</sup>	Kök Yaş Ağırlığı (g)	Kök Çapı (mm) <sup>1</sup>
Yapraklı	0	17.77 a*	83.82 a	7.31 a	1.94 b
	1000	16.85 ab	74.29 b	5.91 b	1.91 b
	2000	16.07 b	72.52 b	7.83 a	1.90 b
Yapraksız	0	13.92 c	48.54 c	4.99 b	1.72 c
	1000	14.15 c	54.80 c	5.91 b	2.04 a
	2000	14.00 c	51.19 c	4.57 c	1.90 b

\*Sütundaki ortalamalar arasındaki farklılık %0.01 seviyesinde önemlidir.

<sup>1</sup>WinRHIZO™ Dijital Kök Analiz Cihazı ve yazılımı (Regent Instruments Inc., Quebec, Canada) ile saptanmıştır (Parnaro ve ark., 2017; Anon., 2019).

#### 4. Sonuç

Turnayemişi Türkiye'deki asitli alanlarda yetiştirilebilecek alternatif ve fonksiyonel gıda olarak kullanılabilen bir meyve türüdür. Turnayemişi bahçelerinin tesisinde gerekli olan fidanların üretilmesinde kullanılan sert odun çeliklerinin köklenmesi üzerine IBA dozu ile çelikteki yaprakların etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, yapraklı olarak alınan ve 2000 ppm IBA uygulanan sert odun çeliklerindeki köklenme %99.00'a kadar yükseldiği tespit edilmiştir. IBA dozu arttıkça sürme ve köklenme oranı ile kök çapı ve kök yaş ağırlığı artarken sürgün uzunluğu, toplam kök uzunluğu ve köklenme derecesinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum IBA uygulaması ile başarımın yükseldiğini ve literatüre göre çok daha yüksek köklenme elde edilebileceğini göstermektedir. Öte yandan yapraklı olarak hazırlanan sert odun çeliklerinden elde edilen sonuçların incelenen tüm özellikler bakımından yapraksız çeliklere göre daha yüksek olduğu da tespit edilmiştir. Dolayısıyla turnayemişinden Mart ayı içinde yapraklı olarak alınacak olan sert odun çeliklerine 2000 ppm IBA uygulandığında başarı en yüksek olacaktır. Böylece Türkiye'de tescil edilmiş olan 'Pilgrim' turnayemişi çeşidine ait fidanlar tüplü olarak üretilebilecek ve kısa sürede yeni bahçeler tesis edilebilecektir.

#### Teşekkür

Bu çalışmaya maddi destek veren Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörlüğü Proje Yönetim Ofisine (BAP-PYO.ZRT.1904.19.004) teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Albert, T., Starast, M., Kalp, K., Kaldmae, H., Vool, E., Paal, T., 2009. The influence of propagation method on growth of the half-highbush blueberry 'Northblue'. *Acta Horticulturae*, 812: 141-145.
- Anonymous, 2019. WinRHIZO™ Product Family For Root Image Analysis and More. Regent Ins. 8p.
- Baumann, D.L., Workmaster B.A., Kosola, K.R., 2005. 'Ben Lear' and 'Stevens' cranberry root and shoot growth in response to soil water potential. *Hortscience*, 40(3): 795-798.
- Chong, C., 1999. Rooting of deciduous woody stem cuttings in peat-and perlite-amended MSW compost media. *Compost Sci. And Util.*, 7(4): 6-14.
- Colombo, R.C., Carvalho, D.U., Cruz, M.A., Roberto, S.R., 2018. Blueberry propagation by minicuttings in response to substrate and indolebutyric acid application methods. *J. of Agric. Sci.* 10(9): 450-458. DOI: 10.5539/jas.v10n9p450
- Couvillon, G.A., 1988. Rooting responses to different treatments. *Acta Horticulturae*, 227(1): 187-196.
- Çelik, H., 2006. Kuzey orijinli yüksek çalı maviyemiş yumuşak odun çeliklerinde köklenme üzerine alttan

- ısıtma sıcaklığının etkisi. II. Ulusal Üzüm Sü Meyveler Sempozyumu, 14-16 Eylül, Tokat, 129-135s.
- Çelik, H., 2007. Northland Kuzey Orijinli Yüksek Çalı Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) Yeşil Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine Farklı Ortamların Etkisi. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül, Erzurum, Cilt 1: Meyvecilik, 37-41.
- Çelik, H., 2011. Samsun için yeni ve popüler üzüm sü meyveler: Maviyemiş ve Turnayemişi. Samsun Sempozyumu, 13-16 Ekim 2011, Bildiriler Kitabı, Cilt: 3, 149-158.
- Çelik, H., 2012. Yüksek Boylu Maviyemiş Çeşitlerinde Köklenme Üzerine Çelik Tipi, Çelik Alma Zamanı ve Köklenme Ortamının Etkisi. IV. Ulusal Üzüm Sü Meyveler Semp. 3-5 Ekim, Akdeniz Üniv., Antalya. Bildiriler Kitabı: 324-335.
- Çelik, H., 2016. Yüksek boylu maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) çeşitlerinden alınan yapraklı yumuşak odun mikro çeliklerde köklenme üzerine ortamların etkisi. *Bahçe*, 45(1): 1-6
- Çelik, H., 2017. Yüksek boylu maviyemiş çeşitlerinden alınan yapraklı yarı odunsu çeliklerde köklenme üzerine çelik alma zamanı ve IBA uygulamalarının etkisi. *BAHÇE*, 46 (Özel Sayı 1): 63-72.
- Çelik, H., Ateş, S., 2009. Maviyemiş (*Vaccinium corymbosum* L.) yumuşak odun çeliklerinde yaprak miktarı ve bazaldaki kesim yerinin köklenme üzerine etkileri. III. Ulusal Üzüm Sü Meyveler Sempozyumu, 10-12 Haziran 2009, Kahramanmaraş 139-146.
- Çelik, H., İslam, A., 2013. Turnayemişi. Üzüm Sü Meyveler, 7. Bölüm, (Editör. Y.S. Ağaoğlu, R. Gerçekçioğlu), 333-377p. Tomurcukbağ Ltd. Şti., Eğitim Yay. No: 1, Ankara.
- Çelik, H., Odabaş, M.S., 2009. Mathematical Modeling of the Indole-3-butyric acid applications on Rooting of Northern Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) Softwood-cuttings. *Acta Physiologiae Plantarum* 31(2): 295-299. DOI: 10.1007/s11738-008-0232-9
- Çelik, H., Özgen, M., 2008. Karadeniz Bölgesindeki asitli ve sulak alanlar için yeni bir meyve türü, turnayemişi. *HASAD, Aylık Tarım Dergisi, Bitkisel Üretim*, 23(273): 75-80p. ve 23(274): 52-57p.
- Dana, M.N., 1990. Cranberry management. In: *Small Fruit Crop Management* (Eds: Galleta, G.J. and Himelrick, D.G.). Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey: 334-362p
- Debnath, S.C., Vyas, P., Igamberdiev, A.U., 2012. Characteristics of lingonberry plants propagated by in vitro and ex vitro propagation methods. *Acta Hort.* 926: 259-263. DOI: [10.17660/ActaHortic.2012.926.35](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.926.35)
- Debnath, S.C., 2006. Influence of propagation method and indole-3-butyric acid on growth and development of in vitro-and ex vitro-derived

- lingonberry plants. Canadian J. of Plant Sci., 86(1): 235-243.
- Fischer, D.L.D.O., Fachinello, J.C., Antunes, L.E.C., Tomaz, Z.F.P., Giacobbo, C.L., 2008a. Effect of indolebutyric acid and cultivar of hardwood cutting of blueberry. Revista Brasileira De Fruticultura, 30(2): 285-289.
- Fischer, D.L.O., Fachinello, J.C., Antunes L.E.A.C., Timm, C.F., Giacobbo, C.L., 2008b. Rooting of semi-hardwood cuttings of blueberry under different indolebutyric acid concentrations. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP, 30(2): 557-559.
- Fischer, D.L.O., Fernandes, G.W., Borges, E.A., Piana, C.F.B., Pasa, M.S., 2016. Rooting of blueberry hardwood cuttings treated with indolebutyric acid (IBA) and pro-rooting. Acta Horticulturae, 1117: 325-329.
- Gough, B., 2008. An Encyclopedia of Small Fruit. CRC Press., 16-113p.
- Grant, A. 2018. Growing cranberries from cuttings. Tips for rooting cranberry cuttings. <https://www.gardeningknowhow.com/edible/fruits/cranberry/rooting-cranberry-cuttings.htm>
- Gustavson, B.A., 1999. Effect of collection time and environment on the rooting of lingonberry (*Vaccinium vitis-idea* L.) stem cuttings. Acta Agr. Scan. Section-B, Soil and Plant Sci., 49(4):242-247.
- Gustavson, B.A., Stanyš, V., 2000. Field performance of 'Sanna' lingonberry derived by micropropagation vs. stem cutting. Hortscience, 35(4): 742-744.
- Hagidimitriou, M., Roper, T.R., 1994. Seasonal changes in nonstructural carbohydrates in Cranberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci.: 119(5): 1029-1033. DOI: [10.21273/JASHS.119.5.1029](https://doi.org/10.21273/JASHS.119.5.1029)
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T., Geneva, R.L., 2014. Hartmann & Kester's Plant Propagation : Principles and Practices. Pearson Publ., 927p.
- Holloway, P., Zasada, J., 1979. Vegetative propagation of 11 common Alaska woody plants. Research Note, PNW-334, USDA, Forest Service. 12p.
- Jamaieson, A.R., Nickerson, N.L., 2003. Field performance of the lowbush blueberry propagated by seed, stem cutting and micropropagation. Acta Horticulturae, 626: 423-428.
- Karabulut, B., Çelik, H., 2019. Maviyemişin çoğaltılması, Türkiye ve dünyada yapılan çalışmalar. BAHÇE, 48 (Özel Sayı-1): 197-206.
- Kovr, K., Bakshi, P., Sharma, R.M., 2019. Cranberry. In: Cultivate Minor Temperate Fruits Scientifically (2 Prats) (Ed: Gosh, S.N.), Vol. 4: 128-181p. Narendra Publ. India.
- Larson, B., Patten, K, Strik, B. 2002. Establishing The Cranberry Bed. In: Cranberry Production in the Pacific Northwest. A Pacific Northwest Ext. Publ. PNW247, 17-24p.
- Lee, J.G., Lee, B.Y., 2009. Effect of rooting promotor and root zone temperature controls on growth and rooting of highbush blueberry cuttings. Korean J. of Hort. Scie and Tech., 27(1): 7-11.
- Litwinczuk, W., Szczerba, G., Wrona, D., 2005. Field performance of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) cv 'Herbert' propagated by cutting and tissue culture. Scientia Hort. 106(2): 162-169. DOI: [10.1016/j.scienta.2005.02.025](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2005.02.025)
- Magnitskiy, S., Ligarreto, M.G., Lancheros, H. O., 2011. Rooting of two type of cuttings of fruit crops *Vaccinium floribundum* Kunth and *Disterigma alaternoides* (Kunth) Niedenzu (*Ericaceae*)
- Marangon, M.A., Biasi, L.A., 2013. Cutting propagation of blueberry in seasons of the year with indolebutyric acid and bottom heat. Pesq. Agropec. Bras., 48(1): 25-32. DOI: [10.1590/S0100-204X2013000100004](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000100004)
- Marcotrigiano, M., Mcglow S.P., 1991. A 2-stage micropropagation system for cranberries. J. of Amer. Soc. For Hort. Sci. 116(5): 911-916.
- Marino, S.R., Williamson, J.G., Olmstead, J.W., 2014. Vegetative growth of three southern highbush blueberry cultivars obtained from micropropagation and softwood cuttings in two Florida locations. HortScience, 49(5): 556-561.
- Martinussen, I., Nilsen, H., Rothe, G., Lund, L., Rapp, K., 2006. Seasonal variations in rooting of lingonberry (*Vaccinium vitis-idea* L.) cuttings. Acta Hort. 715: 439-442. DOI: [10.17660/ActaHortic.2006.715.66](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.715.66)
- Miller, S., Rawnsley, E., George, J., Patel, N., 2006. A comparison of blueberry propagation techniques used in New Zealand. Acta Horticulturae, 715: 397-401. DOI: [10.17660/ActaHortic.2006.715.59](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.715.59)
- Nascimento, D.C., Schuch, M.W., Peil, R.M.N., 2011. Rooting of blueberry microcuttings originated from semi-hidroponic clonal microgarden. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP, 33(4): 1251-1256. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019041>
- Nowakowska, K., Pacholczak, A., 2017. Analyses of genetic stability in the ex vitro rooted microcuttings of blueberry (*Vaccinium corymbosum*). Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus, 16(5): 19-27. DOI: [10.24326/asphc.2017.5.3](https://doi.org/10.24326/asphc.2017.5.3)
- Özgen, M., Çelik, H. 2007. Turnayemişi (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) Yetiştiriciliği ve Ülkemiz İçin Potansiyeli. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 4-7 Eylül, Erzurum. V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt-1, Meyvecilik, 444-449s.
- Pacholczak, A., Nowakowska, K., 2015. The ex vitro rooting of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) microcuttings. Folia Hort., 27(2): 145-150. DOI: <https://doi.org/10.1515/fhort-2015-0024>
- Parnaro, C., Macoline, S., Menegon, A., Richardson, M., 2017. WinRHIZO technology for measuring morphological traits of bermudagrass stolons. Agronomy J., 109(6): 3007-3017.
- Pelizza, T.R., Damiani, C.R., Rufato, A.R., Souza, A.L.K., Ribeiro, M.F., Schuch, MW., 2011.

- Microcutting in blueberry using brach from different positions and substrates. *Bragantia*, Campinas, 70(2): 319-314.
- Ristow, N.C., Antunes, L.E.C., Carpenedo, S., 2012. Substrates for rooting microcutting blueberry cultivar Georgiagem. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP*, 34(1): 262-268. DOI: [10.1590/S0100-29452012000100035](https://doi.org/10.1590/S0100-29452012000100035)
- Roper, T.R., 1995. Cranberry production in Wisconsin. Univ. of Wisconsin, Ext. Serv. 8p.
- Roper, T.R., Vorsa, N., 1997. Cranberry : Botany and Horticulture. In *Horticultural Reviews* (Edt: J. Janick.): 21:215-247.
- Ruter, J.M., 2015. Cloning Plants by Rooting Stem Cuttings. In : *Plant Propagation Concepts and Laboratory Exercises* (Ed. Caula A. Beyl and Robert N. Trigiano). CRC Press, 219-229p.
- Scorza R., Welker W.V. 1988. Cranberries (*Vaccinium macrocarpon* Ait.). In: Bajaj Y.P.S. (eds) *Crops II. Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Springer, Berlin, Heidelberg 6: 199-208.
- St. Pierre, R.G. 1996. The Lingonberry. Saskatoon, Saskatchewan, Canada: Department of Horticulture Science, University of Saskatchewan–Saskatoon.
- Strik, B., Davenport, J. 2002. Botonical and Physiological Characterstics. In: *Cranberry Production in The Pasific in Northwest. A Pacific Northwest Ext. Publ. PNW247*, 5-10p.
- Strik, B., Larson, B., Patten, K., 2002. The Cranberry Industry. In: *Cranberry Production in the Pacific Northwest. A Pacific Northwest Ext. Publ. PNW247*, 1-4p.
- Strik, B., Poole, A. 2002. Maintaining the Bed Pruning. In: *Cranberry Production in the Pacific Northwest. A Pacific Northwest Ext. Publ. PNW247*, 49-50p.
- Szwonek, E., Kozinski, B., Smolarz, K., Bryk, H., Sas-Paszt, L., Derkowska, E., Estabrooks, E., 2016. Cranberry (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) growth characteristics versus different soil peculiarities. *Acta Horticulturae*, 1117: 157-161.
- Şenyavaş, F.N., Çelik, H., 2019. Turnayemişinin özellikleri, yetiştiriciliği, iklim ve toprak istekleri ile sağlık açısından yararları. *Bahçe*, 48 (Özel Sayı-1): 237-246.
- Trehane, J. 2004. *Blueberries, Cranberries and Other Vacciniums*. Timber Press, Portland, Cambridge, 29-73p.
- Varshney, A., Anis, M., 2014. *Trees: Propagation and Concervation*. Springer, 1-35p.
- Welker, W.V., Vass, G.D., 1983. Influence of size and orientation of cranberry cuttings upon plant development. *Hortscience*, 18(5): 722-723.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.691385

Bazı entomopatojen nematod türlerinin zeytin fidantırtılı *Palpita unionalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae)'e karşı virülensliğinin araştırılması<sup>1</sup>

✉Hürkan Ataş<sup>a</sup>, ✉Çiğdem Gözel<sup>a</sup>, ✉Uğur Gözel<sup>a\*</sup>

<sup>a</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ugozel@comu.edu.tr

Geliş/Received 19/02/2020

Kabul/Accepted 17/06/2020

ÖZET

Bu çalışmada *Steinernema affine* 46, *S. feltiae* 96, *S. carpocapsae* 1133 ve *Heterorhabditis bacteriophora* 1144 izolatlarının son dönem *Palpita unionalis* (Hübner) larvalarına karşı virülenslikleri laboratuvarında platelerde ve iklim odasında saksılarda araştırılmıştır. Entomopatojen nematodların etkinlikleri, 12 çukurlu platelerde iki farklı uygulama dozu kullanılarak (25 ve 50 İnfektif Juvenil (IJ)/larva) 25 °C'de belirlenmiştir. Saksı denemesi her bir saksıya 10 adet *P. unionalis* larvası ile tek uygulama dozu kullanılarak (40.000 IJ/saksı) 25 °C'de yürütülmüştür. Nematod türüne ve uygulama yoğunluğuna bağlı olarak platelerdeki larvalarda meydana gelen ölüm oranı %83.3-100 iken, saksılardaki ölüm oranı %50-100 olarak belirlenmiştir. Hem plate hem de saksı denemelerinde kullanılan EPN türleri içerisinde *P. unionalis* larvalarında en yüksek etkinliği %90-100 ölüm oranı ile *H. bacteriophora* meydana getirmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
*Palpita unionalis*  
Entomopatojen nematod  
Zeytin  
Biyolojik mücadele

Investigation of the virulence of some entomopathogenic nematode species against olive leaf moth *Palpita unionalis* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae)

ABSTRACT

In this study the virulence of *Steinernema affine* 46, *S. feltiae* 96, *S. carpocapsae* 1133 and *Heterorhabditis bacteriophora* 1144 isolates against the last instar larvae of *Palpita unionalis* (Hübner) were investigated on plates in laboratory and pots in a climate room. Efficacy of entomopathogenic nematodes were determined at 25 °C using two different application doses (25 and 50 Infective Juveniles (IJs)/larva) in 12 well plates. In pot experiment, 10 *P. unionalis* larvae were inoculated in each pot, by using a single application dose (40.000 IJs/pot) at 25 °C. Depending on the nematode species and application dose, the larvae mortality occurred in plates was 83.3-100%, while the mortality in pots was 50-100%. Among the EPN species used in both plate and pot experiments, *H. bacteriophora* resulted in the highest efficacy on *P. unionalis* larvae with 90-100% mortality.

Keywords:  
*Palpita unionalis*  
Entomopathogenic nematode  
Olive  
Biological control

© OMU ANAJAS 2020

<sup>1</sup>Bu makale Hürkan Ataş'ın "Bazı Entomopatojen Nematod Türlerinin Zeytin Fidan Tırtılı *Palpita unionalis* Hübner (Lep: Pyralidae)'e Karşı Etkinliğinin Araştırılması" konulu Yüksek Lisans Tezinden özetlenmiştir.

## 1. Giriş

Zeytin (*Olea europea* L.), anavatanı olan Anadolu'da ve Akdeniz iklimi görülen ülkelerde yetiştiriciliği yapılan bir bitkidir. Dünyada başta Akdeniz'e kıyısı olan ülkeler olmak üzere toplam 41 ülkede zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır. Yaklaşık 10 milyon hektar alanda yetiştirilen zeytinin başlıca üreticileri İspanya, Yunanistan, İtalya ve Türkiye'dir (FAO, 2017). Türkiye'nin 1.500.467 ton olan üretim miktarının 426.995 tonu sofralık, 1.073.472 tonu da yağlık olarak değerlendirilmektedir (TÜİK, 2018).

Zeytin bitkisinde önemli kayıplara neden olan birçok zararlı bulunmaktadır. Kovancı ve Kumral (2004), Bursa İlindeki zeytinliklerde zeytin güvesi *Prays oleae* (Bernard) (Lep.: Praydidae) ve zeytin sineği *Bactrocera oleae* (Gmelin) (Diptera: Tephritidae)'nin ana zararlı olduğunu ve *Palpita unionalis*'e karşı yapılan geniş spektrumlu insektisitlerin zararlının doğal düşmanlarını yok ettiğinden, potansiyel olarak önemli bir zararlı olabileceğini vurgulamışlardır. El-Kifl ve ark., (1974), *P. unionalis*'in Kuzey Mısır'da zeytinin ana zararlısı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca İran'daki zeytin bahçelerinde zeytin fidantırtılıının bir karantina zararlısı olarak ilk defa 1999 yılında kayda geçtiği bildirilmiştir (Khaghaninia ve Pourabad, 2009).

Altı larva dönemi geçiren *P. unionalis*, ilk larva döneminden itibaren zeytin bitkisinin taze sürgünlerinde ve tomurcuklarında oburca beslenmektedir. Özellikle genç zeytin fidanlarında beslenen zararlı, taze sürgün ve yapraklara giderek yaprağın parankima dokusunda beslenip yaprağı dantelimsi bir hale getirirler. İleri larva dönemlerinde ve yoğun bulaşıklık durumunda zararın arttığı hatta meyve etinde dahi beslendiği bildirilmiştir (Kaçar, 2011). Zararlı multivoltin bir tür olup, İsrail'de 6 döl (Avidov ve Rosen, 1961), Fransa'da yılda 2 döl (Balachowsky ve ark., 1972), Mısır'da 10 döl (El-Kifl ve ark., 1974), İtalya'da 4-5 döl (Fodale ve Mule, 1990) ve Türkiye'de ise 2 tam 1 yarım döl verdiği kaydedilmiştir (Kovancı ve ark., 2006). Bir dişinin ömrü boyunca ortalama yaklaşık 600 yumurta bıraktığı (Avidov ve Rosen, 1961) ve zararlının tüm gelişme dönemlerinde ağaçta aktif olarak bulunduğundan dolayı kimyasal mücadelesinin zor olduğu bilinmektedir (Hegazi ve ark., 2005).

Zeytin fidantırtılıının mücadelesinde en çok tercih edilen yöntem kimyasal mücadeledir. Ancak zararlının çok döl vermesi, fazla sayıda yumurta bırakması, kullanılan sentetik pestisitlerin doğaya ve doğal düşmanlar üzerindeki olumsuz etkileri gibi nedenlerden dolayı, zararlı ile mücadelede alternatif yöntemlerden biyolojik mücadele uygulamalarının önemi artmaktadır.

Günümüzde biyolojik mücadele içerisinde günden güne önemi artan entomopatojen nematodlar (EPN), ticari preparat olarak üretilmekte ve tarım alanlarında zararlı olan pek çok zararlı türe karşı başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Grewal ve ark., 2005). Obligat

böcek paraziti olan EPN'ler, vücutlarında taşıdıkları mutualistik bakteriler ile konukçularını 24-48 saat içerisinde öldürebilmektedirler (Grewal and Georgis, 1999).

Doğal yaşam alanı olan toprakta konukçusu olmadığı durumlarda, EPN'ler aylarca canlılıklarını koruyabilmektedir. İnfektif juveniller (IJs), infekte ettikleri ve besin olarak kullandıkları böcek tükendiğinde kütikulyayı parçalar ve yeni konukçular aramak için kadavradan dışarı çıkarlar (Grewal and Georgis, 1999).

Bu çalışmada ülkemiz topraklarından elde edilmiş olan 4 farklı yerel EPN türünün *P. unionalis* larvaları üzerindeki etkinliği laboratuvarında ve iklim odasında denenmiştir. Ülkemizde bu zararlının biyolojik mücadelesinde EPN'lerin kullanımı ile ilgili herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle elde edilen sonuçlar ileride yapılacak çalışmalara ışık tutması yönünden oldukça önemlidir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. *Galleria mellonella* (L.)'nin Kitle Üretimi

EPN'leri topraktan elde etmekte kullanılan en yaygın yöntem, EPN'ye hassas bir etmeni toprakta bekleterek, zararlının nematod tarafından infekte olmasını sağlamaktır. Özellikle büyük balmumu güvesi *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)'nin son dönem larvaları, topraktan EPN elde etmede kullanılan en uygun konukçulardır (Bedding ve Akhurst, 1975; Mracek, 1980). EPN'ler ile ilgili yapılan çalışmalarda larva duyarlılığı, uygulama kolaylığı ve yaygınlığı açısından bu konukçu tercih edilmektedir (Mracek ve ark., 1999; Griffin ve ark., 2000; Nguyen ve ark., 2004; Güneş ve Gözel, 2011). Çalışmada *G. mellonella* larvaları 45 g balmumu, 90 g granül maya, 307 g mısır unu, 225 g bal karışımından oluşan yapay besin ortamında 27±1 °C'de cam kavanozlarda yetiştirilmiştir (Kaya ve Stock, 1997). Yeterli sayıya ulaşan *G. mellonella* larvalarının bir kısmı kültürün sürekliliği için bırakılmış, diğer kısmı ise etkinlik denemelerindeki izolatların yenilenmesi için kullanılmıştır.

### 2.2. Entomopatojen nematodların kitle üretimi

Çalışmada kullanılan EPN'ler ülkemizin farklı illerinden elde edilmiş ve *G. mellonella*'nin son dönem larvaları üzerinde yenilenmiştir. Çalışmada yaklaşık 2-3 günlük olan IJs kullanılmıştır (Çizelge 1).

### 2.3. *Palpita unionalis* larvalarının elde edilmesi

Zeytin fidantırtılı larvaları Çanakkale ilinin Ayvacık ilçesine bağlı Gülpınar köyündeki zeytin fidanlarından toplanmıştır. Zeytin fidanlarının yaprak ve sürgünleri incelenerek, bulaşık örnekler toplanıp laboratuvara getirilmiştir.

Laboratuvara getirilen *P. unionalis* larvalarının son dönemleri ayrılmış ve etkinlik denemelerinde kullanılmak üzere hazırlanmıştır.

#### 2.4. Laboratuvarıda entomopatojen nematodların *Palpita unionalis* larvaları üzerindeki etkinlik denemeleri

Etkinlik denemeleri 12 kuyucuklu plakalarda (plate) yürütülmüştür. Platelere tabanına Whatmann kâğıdı yerleştirilerek her kuyucuğa bir adet son dönem *P. unionalis* larvası konulmuştur. Daha sonra her bir kuyucuktaki larvalara 2-3 günlük olan IJ'ler 25 ve 50 IJs/larva yoğunluğunda 10 ml saf su ile uygulanmıştır.

İçerisinde *P. unionalis* son dönem larvaları olan kontrol platerine ise sadece 10 ml saf su uygulaması yapıp, EPN uygulanmamıştır. EPN uygulaması yapıldıktan sonra nemin korunması için platerin kapakları kapatılıp, 25 °C'de inkübatörde karanlık ortamda bekletilmiştir.

EPN uygulamaları sonrası *P. unionalis* larvaları 1., 3., 5. ve 7. günlerde binoküler mikroskop (Leica DM 1000) altında kontrol edilmiştir. Yapılan gözlemlerde hareketsiz olan *P. unionalis* larvaları White trap ortamına aktarılmıştır. White traplara alınan *P. unionalis* larvaları 24 saatte bir kontrol edilmiştir (White, 1927).

Yapılan kontroller sonucunda *P. unionalis* larvalarından EPN çıkışı gözlemlenenler kayıt altına alınmıştır. *P. unionalis* larvalarında EPN gelişmesinin ve çıkışının gözlemlenmesi ile zararlı larvalarındaki ölümlerin EPN'ler tarafından meydana geldiği kesin olarak belirlenmiştir.

#### 2.5. Saksılarda entomopatojen nematodların *Palpita unionalis* larvaları üzerindeki etkinlik denemeleri

Kontrollü koşullardaki iklim odasındaki (25 °C sıcaklık, %65 nem) saksı denemelerinde 1.5 yaşındaki Gemlik (Tirilye) çeşidi zeytin fidanları kullanılmıştır. Her bir izolat ve kontrol uygulaması için 5 adet saksı kullanılmıştır. İklim odasındaki her bir zeytin fidanına 10 *P. unionalis* larvası konulmuş ve ardından EPN uygulaması yapılmıştır. İnokulasyondan sonra larvalar beslenmeye bırakılarak gözlemlenmiştir. Kaçar (2011), zararlıın yaprakları sürgün uçlarında ördükleri bir ağ ile bir araya getirdiğini ve burada kışladıklarını bildirmiştir. Bu çalışmada da EPN'ler yaprak aralarındaki *P. unionalis* larvalarına 40.000 IJ/saksı yoğunluğunda, 100 ml saf su ile sprey edilmiştir. Kontrol uygulamalarına ise sadece aynı yoğunlukta saf su uygulanmıştır.

EPN inokulasyonu sonrası fidanlardaki *P. unionalis* larvaları 7. günün sonunda binoküler mikroskop (Leica DM 1000) altında kontrol edilmiştir. Yapılan gözlemlerde hareketsiz olan *P. unionalis* larvaları White trap ortamına aktarılmıştır. White traplara alınan *P. unionalis* larvaları 24 saatte bir kontrol edilmiştir (White, 1927).

Yapılan kontroller sonucunda *P. unionalis* larvalarından EPN çıkışı gözlemlenenler kayıt altına alınmıştır. *P. unionalis* larvalarında EPN gelişmesinin ve çıkışının gözlemlenmesi ile zararlı larvalarındaki ölümlerin EPN nedeni ile meydana geldiği kesin olarak belirlenmiştir.

#### 2.6. İstatistiksel analiz

Çalışmada ortaya çıkan sonuçların varyans analizleri için (MANOVA) SPSS (Version 12.00) istatistik programı kullanılmış ve ortalamaların karşılaştırması Duncan'ın çoklu karşılaştırma testine göre  $P \leq 0.05$  düzeyinde yapılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Laboratuvarıda ve iklim odası koşullarında *P. unionalis* larvalarına karşı 4 farklı yerel EPN izolatının etkinliğinin araştırıldığı çalışmada farklı ölüm oranları meydana gelmiştir. Laboratuvar koşullarında yürütülen etkinlik denemelerine ait platerler, EPN inokulasyonundan sonraki 1., 3., 5., ve 7. günlerde kontrol edilmiş, infekteli larvalar White trap ortamına aktarılmış, kadavralardaki EPN gelişimi ve çıkışı gözlemlenerek, larva ölümlerinin nematod kaynaklı olduğu doğrulandıktan sonra ölüm oranları hesaplanmıştır (Çizelge 2).

EPN inokulasyonundan sonra yapılan kontrollerde doza ve kontrol günlerine bağlı olarak zararlıın larvalarındaki ölüm oranlarında artış meydana gelmiştir. 1. gün kontrolünde en fazla ölüm 50 IJs dozunda *H. bacteriophora* izolatında (%58.3), en düşük ölüm ise aynı dozda *S. carpocapsae* ve *S. affine* izolatlarında (%8.3) gözlemlenmiştir. Yapılan 3. gün kontrolünde ise en yüksek ölüm 50 IJs dozunda *H. bacteriophora* ve *S. carpocapsae* izolatlarında (%75), en düşük ölüm oranı ise aynı dozda *S. feltiae* ve 25 IJs dozda *S. affine* izolatlarında (%50) gözlemlenmiştir. 5. gün kontrolünde de en yüksek ölüm oranı 50 IJs dozda *S. carpocapsae* ve *S. affine* izolatlarında (%91.6), en düşük ölüm oranı ise 25 IJs dozda *S. feltiae* izolatı (%75) tarafından gerçekleştirilmiştir. Son gün kontrolünde ise *P. unionalis* larvalarının neredeyse hepsinde ölüm gerçekleşmiştir. 50 IJs dozda *S. carpocapsae*, *S. affine* ve *H. bacteriophora* izolatları larvaların tamamını (%100) öldürmüşlerdir. En düşük ölüm oranı ise 25 IJs dozda *S. feltiae* izolatında (%83.3) gözlemlenmiştir.

*Palpita unionalis*'e karşı yapılan diğer bir çalışmada; Mahmoud (2014), Mısır'da *P. unionalis*'e karşı *S. feltiae*, *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora*'yı test etmiştir. Çalışma her bir nematod türü için 7 farklı doz ve 5 farklı sıcaklıkta yapılmıştır. En yüksek LC<sub>50</sub> değerinin (22.7 IJs) *H. bacteriophora* tarafından meydana geldiğini bildirmiştir.



Kontrollü koşullardaki iklim odasında yürütülen saksı denemesi sonuçları türlere göre farklılık göstermiştir. 7. gün sonunda yapılan kontrollerde; *H. bacteriophora* ve *S. feltiae* izolatları *P. unionalis* larvalarında sırası ile %100 ve 90 ölüme neden olmuş ve bu iki tür arasında istatistiki olarak herhangi bir farklılık bulunmamıştır. *S. affine* ve *S. carpocapsae* izolatları ise %50 ve 60 ölüm oranı istatistiki olarak diğer iki türden farklı bulunmuştur (Çizelge 3) ( $P$ : 0.000). İnfekteli larvalardaki EPN gelişimi ve çıkışı gözlemlenerek (Şekil 1), larva ölümlerinin nematod kaynaklı olduğu doğrulandıktan sonra ölüm oranları hesaplanmıştır.

Lepidoptera takımında bulunan zararlılar, Steinernematidler ve Heterorhabditidler için oldukça duyarlı konukçular olarak kabul edilmiş, bundan dolayı hem laboratuvar hem doğa koşullarında etkinlikleri ve kullanım potansiyelleri ile ilgili birçok çalışma yürütülmüştür (Vashisth ve ark., 2013).

Siegel (2004)'de yaptıkları bir çalışmada antep fıstığı ağacı üzerinde zararlı olan *Amyelois transitella* Walker (Lep.: Pyralidae)'ya karşı *S. carpocapsae* ve *S. feltiae*'yi uygulamışlardır. Uygulamayı pülverizatör ile  $m^2$ 'ye 50.000-1.000.000 IJ olacak şekilde yapmışlardır.

Sonuç olarak *S. carpocapsae*'yi *S. feltiae*'den daha etkili bulup, *S. carpocapsae* 100.000 IJ'de %72 ölüm oranı göstermiştir. Uygulamadan 21 gün sonra incelenen kadvraların %51.3'ü nematodlar ile bulaşık bulunmuştur.

Ülkemiz topraklarından elde edilmiş *S. feltiae* lahana kelebeği *Pieris brassicae* L. (Lep.: Pieridae) larvalarında kontrollü koşullarda %84.33 (Yurt ve ark., 2015), *H. bacteriophora* ise fındık kurdu *Curculio nucum* L. (Col.: Curculionidae) larvalarında laboratuvarında kontrollü koşullarda %90.9 (Gürel ve Gözel, 2017) gibi yüksek oranlarda ölümlere neden olmuşlardır. Ülkemizde yapılan benzer bir çalışmada da *S. carpocapsae*, *S. feltiae* ve *H. bacteriophora* türlerinin üç farklı yoğunluğu (100, 500 ve 1000 IJ/larva) ve üç farklı sıcaklık (10, 15 ve 25 °C) uygulamalarının *P. operculella* larvalarındaki kontrol potansiyelleri araştırılmıştır. En yüksek ölüm oranının 25 °C'de ve 1000 IJ yoğunluğunda *S. carpocapsae* ve *H. bacteriophora* türlerinde sırası ile %96 ve 80 olduğunu bildirmişlerdir (Kepenekçi ve ark., 2013).



Şekil 1. İnfekteli *Palpita unionalis* larvasından çıkan *Steinernema carpocapsae* juvenilleri  
Figure 1. Juveniles of *Steinernema carpocapsae* emerge from infected *Palpita unionalis* larva

Çizelge 1. *Palpita unionalis* larvalarına uygulanan entomopatojen nematod türleri  
Table 1. Entomopathogenic nematodes species applied on the larvae of *Palpita unionalis*

İzolat No	Tür Adı	Şehir
46	<i>Steinernema affine</i>	İstanbul
96	<i>Steinernema feltiae</i>	Bursa
1133	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Sakarya
1144	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Sakarya

Çizelge 2. Gün, doz ve türe göre platelerde *Palpita unionalis* larvalarında meydana gelen ölüm oranları (%)  
 Table 2. Mortality occurred on *Palpita unionalis* larvae according to day, dose and species in plates (%)

Doz	25 IJs***				50 IJs				
	Tür*	1. gün**	3. gün	5. gün	7. gün	1. gün	3. gün	5. gün	7. gün
<i>S. carpocapsae</i>		33.3±1.49	58.3±1.38	83.3±1.21	91.6±1.18	8.3±1.58	75±1.26	91.6±1.18	100±1.13
		D ab II	C ab II	B ab II	A ab II	D ab I	C ab I	B ab I	A ab I
<i>S. feltiae</i>		41.6±1.45	66.6±1.33	75±1.26	83.3±1.21	25±1.52	50±1.41	83.3±1.21	91.6±1.18
		D b II	C b II	B b II	A b II	D b I	C b I	B b I	A b I
<i>S. affine</i>		16.6±1.55	50±1.41	83.3±1.21	91.6±1.18	8.3±1.58	58.3±1.38	91.6±1.18	100±1.13
		D b II	C b II	B b II	A b II	D b I	C b I	B b I	A b I
<i>H. bacteriophora</i>		25±1.52	66.6±1.33	83.3±1.21	91.6±1.18	58.3±1.38	75±1.26	83.3±1.21	100±1.13
		D a II	C a II	B a II	A a II	D a I	C a I	B a I	A a I
Kontrol		0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00	0±0.00
		E c III	E c III	E c III	E c III	E c III	E c III	E c III	E c III

\*Aynı günde farklı EPN türlerinde farklı küçük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P: 0,000$ ).

\*\*Aynı EPN türünde farklı günlerde farklı büyük harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P: 0,000$ ).

\*\*\*Aynı günde ve aynı EPN türünde farklı dozlardaki farklı roma rakamları ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P: 0,028$ ).

Çizelge 3. Saksı denemesinde *Palpita unionalis* larvalarında meydana gelen ölüm oranları (%)  
 Table 3. Mortality occurred on *Palpita unionalis* larvae in pot experiment (%)

Tür	<i>S. carpocapsae</i>	<i>S. feltiae</i>	<i>S. affine</i>	<i>H. bacteriophora</i>	Kontrol
Ölüm Oranı	60±1.55b	90±0.00a	50±1.55b	100±0.00a	0±0.00

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada hem plate hem de saksı denemelerinde en yüksek etkinliği gösteren izolatin *H. bacteriophora* olduğu belirlenmiştir. Plate denemelerinde görülen ölüm oranları genel olarak saksı denemelerinden daha yüksek olmuştur. Bunun nedeni nematod ile konukçunun bulunduğu ortamın alan olarak farklılığından kaynaklanmaktadır. Plate ortamına oranla saksılarda bitkilerde yapılan EPN uygulamalarında doğal olarak nematodun konukçuyu bulup infekte etmesini

zorlaştırmaktadır. Bu nedenle EPN uygulamalarından başarı elde etmek için, EPN yoğunluğu ve EPN'lerin uygulandıkları ortam etkinlik açısından en önemli faktörlerdendir.

*P. unionalis* larvalarına karşı EPN'lerin etkinliklerinin test edildiği bu çalışmada ümitvar sonuçlar elde edilmiştir. Zeytin bahçelerinde zararlının, EPN'ler ile mücadelesine yönelik kullanım potansiyellerinin ortaya konulması için detaylı doğa çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Yapılacak olan doğa çalışmalarında kullanılacak olan izolatların etkili olması durumunda kitle üretimleri yapılarak *P. unionalis* ile mücadeledeki kullanım olanakları araştırılmalıdır.

**Kaynaklar**

- Avidov, Z., Rosen, D., 1961. Bionomics of the jasmine moth (*Glyphodes unionalis* Hübner) in the coastal plain of Israel. *Bulletin of Research Council of Israel* 10B: 77-89.
- Balachowsky, A.S., 1972. *Entomologie applique a l agriculture. Traite, Tome II, Lepidopteres, Deuxiem vol, Zygaenoidea Pyraloidea Noctuoidea*, Masson et C. Ed., Paris, 1131-1133.
- Bedding, R.A., Akhurst, R.J., 1975. A simple technique for the detection of insect parasitic Rhabditid nematodes in soil. *Nematologica*, 21: 109-110.
- El-Kifl, A.H., Abdel-Salam, A.L., Rahhal, A.M.M., Kifl, A.H.-El., Abdel-Salam, A.L., 1974. Biological studies on the olive leaf moth, *Palpita unionalis* Hb. (Lepidoptera: Pyralidae). *Bulletin de ls Societe Entomologique d'Egypte*, 58: 337-344.
- FAO, 2017. <http://www.fao.org/faostat>. (Erişim Tarihi: 12.12.2019).
- Fodale, A.S., Mule, R., 1990. Bioethological observations on *Palpita unionalis* Hübner in Sicily and trials of defence. *Acta-Horticulturae*, 286: 351-353.
- Grewal, P.S., Georgis, R., 1999. Entomopathogenic nematodes. In F.R. Hall, and J.J. Menn, Eds. *Methods in Biotechnology*, vol. 5: Biopesticides: Use and Delivery. Totowa, NJ: Humana Press, pp. 271-299.
- Grewal, P.S., Ehlers, R.U., Shapiro-Ilan, D.I. 2005. Nematodes as biocontrol agents. CABI Publishing, USA, 506.
- Griffin, C.T., Chaerani, R., Fallon, D., Reid, A.P., Downes, M.J., 2000. Occurrence and distribution of the entomopathogenic nematodes *Steinernema* ssp. and *Heterorhabditis indica* in Indonesia. *Journal of Helminthology*, 74(2): 143-150. <https://doi.org/10.1017/S0022149X00000196>.
- Güneş, Ç., Gözel, U., 2011. Marmara Bölgesi'ndeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 2(2): 93-102. ISSN 2146-0035.
- Gürel, S., Gözel, U., 2017. Düzce İli fındık bahçelerindeki entomopatojen nematod faunasının belirlenmesi ve fındık kurduna (*Curculio nucum* L.) (Col.: Curculionidae) karşı laboratuvarında etkinliklerinin araştırılması. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 8(1): 7-20. ISSN 2146-0035-E-ISSN 2548-1002.
- Hegazi, E., Herz, A., Hassan, S.A., Khafagi, W.E., Agamy, E., Zaitun, A., Khamis, N., 2005. Field efficiency of indigenous egg parasitoids (Hymenoptera, Trichogrammatidae) to control the olive moth (*Prays oleae*, Lepidoptera, Yponomeutidae) and the jasmine moth (*Palpita unionalis*, Lepidoptera, Pyralidae) in an olive plantation in Egypt. *Biological Control*, 43(2): 171-187. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.07.009>.
- Kaçar, G.Ş., 2011. Doğu Akdeniz Bölgesi zeytinlerinde zeytin fidantırtılı *Palpita unionalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)'in mücadelesine esas bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 131s, Adana.
- Kaya, H.K., Stock, S.P., 1997. Techniques in insect nematology. In: Lacey L.A. Ed. *Manual of Techniques in Insect Pathology*. Biological Techniques Series. San Diego, London: Academic Press, 281-324.
- Kepenekçi İ., A. Tülek, M. Alkan, Hazır, S., 2013. Biological control potential of native entomopathogenic nematodes against the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae) in Turkey. *Pakistan Journal of Zoology*, 45: 1415-1422.
- Khaghaninia, S., Pourabad, R.F., 2009. Investigation on biology of olive leaf worm *Palpita unionalis* Hb. (Lepidoptera: Pyralidae) in constant laboratory conditions. *Munis Entomology and Zoology*, 4(2): 320-326.
- Kovancı, B., Kumral, N.A., 2004. Insect pests in groves of Bursa (Turkey). 5<sup>th</sup> International Symposium on Olive Growing. 67, 27 Sep-2 Oct, İzmir.
- Kovancı, B., Kumral, N.A., Akbudak, B., 2006. Bursa ili zeytin bahçelerinde zeytin fidantırtılı, *Palpita unionalis* (Hübner) (Lepidoptera: Pyralidae)'in popülasyon dalgalanması üzerinde araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 30(1): 23-32. ISSN 1010-6960.
- Mahmoud, M.F., 2014. Virulence of entomopathogenic nematodes against the jasmine moth, *Palpita unionalis* Hb. (Lepidoptera: Pyralidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 24(2): 393-397.
- Mracek, Z., 1980. The use of *Galleria* traps for obtaining nematode parasites of insects in Czechoslovakia (Lep.: Nematoda, Steinernematidae). *Acta Entomology Bohemoslovaca*, 77: 378-382.
- Mracek, Z., Becyar, S., Kindlmann, P., 1999. Survey of entomopathogenic nematodes from the families Steinernematidae and Heterorhabditidae (Nematoda: Rhabditida) in the Czech Republic. *Folia Parasitology*, 46: 145-148.
- Nguyen, K.B., Shapiro-Ilan, D.I., Stuart, R.J., McCoy, C.W., James, R.R., Adams, B.J., 2004. *Heterorhabditis mexicana* n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae) from Tamaulipas, Mexico, and morphological studies of the bursa of *Heterorhabditis* spp. *Nematology*, 6: 231-244. <https://doi.org/10.1163/1568541041218031>.
- Siegel, J., Lacey, L.A., R. Fritts, Jr., Higbee, B.S., Noble, P., 2004. Use of Steinernematid nematodes for post harvest control of navel orangeworm (Lepidoptera: Pyralidae, *Amyelois transitella*) in

- fallen pistachios. *Biological Control*, 30(2): 410-417.  
<https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2003.12.004>.
- TÜİK, 2018. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas> (Erişim Tarihi: 12.12.2019).
- Vashisth S., Y.S. Chandel, P.K. Sharma, 2013. Entomopathogenic nematodes-A review. *Agricultural Reviews*, 34: 163-175.
- White, G.F., 1927. A method for obtaining infective nematode larvae from cultures. *Science*, 66: 302-303.
- Yurt, Ç., Gözel, Ç., Gözel, U., 2015. Bazı entomopatojen nematod türlerinin *Pieris brassicae* (Linnaeus) (Lepidoptera: Pieridae) üzerindeki etkinlikleri. *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 6: 77-84. ISSN 2146-0035.



## Türkiye’de *Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae)’da *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae)’in İlk Kaydı

İsmail Oğuz Özdemir<sup>a\*</sup>, Celal Tuncer<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 55139 Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: oguz.ozdemir@omu.edu.tr

Geliş/Received 28/02/2020 Kabul/Accepted 17/06/2020

### ÖZET

Çok çeşitli ortamlara ve ekolojik nişlere yayılabilme yeteneğine sahip olan *Megaselia scalaris* (Loew, 1866) (Diptera: Phoridae) parazit, fakültatif parazit veya parazitoid davranışlar gösteren polifag bir tür olarak bilinmektedir. Bu çalışmada, 2018 yılında Samsun ili fındık yetiştiriciliği yapılan alanlardan toplanarak laboratuvara getirilen ve kültüre alındıktan sonra ölen *Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae) bireylerinden bazı larvaların çıkış yaptığı gözlenmiştir. Bu larvaların, ergin *P. prasina*’nın vücudu içerisinde beslendiği ve böceğin tüm iç organlarını yiyerek, vücut duvarı üzerinde pupa olduğu belirlenmiştir. Daha sonra pupalar laboratuvarında kültüre alınmış ve ergin çıkışları sağlanmıştır. Elde edilen erginler %70’lik alkole alınmış ve takiben teşhisleri yapılmıştır. Kültür ortamında gelişen türün *M. scalaris* olduğu belirlenmiş ve *Palomena prasina*’nın bu tür için yeni bir konukçu olduğu ilk kez bu çalışma ile rapor edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Diptera  
Phoridae  
*Megaselia scalaris*  
Hemiptera  
Pentatomidae  
*Palomena prasina*

### First Record of *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) on *Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae) in Turkey

### ABSTRACT

*Megaselia scalaris* (Loew, 1866), Scuttle fly, which has the ability to spread to a wide variety of environments and ecological niches, is known as a polyphagous species that exhibits parasitic, facultative parasite or parasitoid behavior. In this study, some larvae coming out from *Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae) individuals which were collected from hazelnut growing area in Samsun province in 2018 and died after culturing in laboratory conditions were observed. It was noticed that the larvae were fed in the body of the adult *P. prasina* and became pupae on the body wall by consuming all the internal organs of the insect. Then, the pupae were cultured and the adults were obtained from these pupae. The adults obtained were placed in 70% ethanol and then identified. It was determined that the emerging insect species in the culture was *M. scalaris*. This study reports the first record of *P. prasina*, as a new host of *M. scalaris*.

Keywords:  
Diptera  
Phoridae  
*Megaselia scalaris*  
Hemiptera  
Pentatomidae  
*Palomena prasina*

## 1. Giriş

*Megaselia* cinsi (Loew, 1866) (Diptera: Phoridae), 1-6 mm boyunda olup tüm dünyada çok çeşitli alanlarda yayılış göstermektedir. Kozmopolit olan *Megaselia* cinsi dünya çapında dünyada 1400 civarında türe sahip olmasına rağmen pek çok türü hala teşhis edilmemiş ve isimlendirilmemiştir (Brown, 1996; Disney, 2008). *Megaselia scalaris* larvaları, böceklerin yanı sıra hem bitki hem de hayvan orijinli organik materyalleri tüketerek farklı bir beslenme ve yaşam tarzı göstermektedir (Disney, 2008). Türkiye’de *Megaselia* cinsine ait toplam 7 tür tespit edilmiştir. *Megaselia halterata* (Wood, 1910) mantar üretim depolarında kaydedilmiştir (Civelek ve Önder, 1996). Benzer şekilde Disney ve Bayram (1999) tarafından bir mantar türünde *Megaselia bermdseni* (Schmitz, 1919), *Megaselia coaetanea* (Schmitz, 1929) ve *Megaselia flavicans* (Schmitz, 1935) türleri tespit edilmiştir. Mostovski ve Disney (2002) tarafından, *Megaselia onis* (Mostovski ve Disney, 2002) eşek dışkısı üzerinde bulunmuştur. *Megaselia brevissima* (Schmitz, 1924) ve *Megaselia scalaris* (Loew, 1866)’nın ölü *Ablattaria arenaria* Kraatz (Coleoptera: Silphidae) ergini, *Helix aspersa* Müller (Pulmonata: Helicidae), *Monacha syriaca* Ehrenberg (Pulmonata: Hygromiidae) ve *Zebrina eburnea* Pfeiffer (Pulmonata: Enidae) ile beslendiği tespit edilmiştir (Özsizli ve Disney, 2011). Bu çalışma, laboratuvarında ergin *Palomena prasina* (Hemiptera: Pentatomidae) kültürlerine bulaşan *M. scalaris*’in elde edilmesini kapsamaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Samsun ilinin Çarşamba ilçesinde fındık yetiştirilen alanlardan 2018 yılında toplanan *P. prasina* bireyleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Entomoloji laboratuvarına getirilerek kültüre alınmıştır. Kültür ortamında ölen bazı böceklerin içerisinde larvaların çıkış yaptığı gözlenmiş ve bu ölü böcekler farklı bir kültür ortamına aktarılmıştır. Larvaların böceğin iç organlarını tamamen tükettikten sonra, vücut duvarı üzerinde veya böceğin vücudu içerisinde pupa olduğu gözlenmiştir. Daha sonra pupalardan erginler elde edilmiş ve bunlar % 70’lik alkole alınmıştır. Erginlerin teşhisi 2019 yılında Dr. R. Henry L. Disney tarafından yapılmıştır. Ayrıca, bu makalede kullanılan böceğin fotoğrafları, OLYMPUS SZX 16 stereomikroskop ve Stream Basic 1.9 yazılımı ile OLYMPUS DP72 kamera ile çekilmiş ve daha iyi bir alan derinliği sağlamak ve fotoğrafları birleştirmek için Helicon Focus 6.2.2 ve Helicon Filter 5.4 yazılımları kullanılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

*Megaselia scalaris*’e Samsun ilinden elde edilen ve kültüre alınan böceklerle ilgili laboratuvar çalışması sırasında rastlanmıştır. Birkaç larvanın, ölü ergin *P. prasina*’nın vücudu dışına çıkmasıyla böceğin vücudu içerisinde beslendiği anlaşılmış ve larvaların tüm iç organları yiyerek, geride sadece vücut duvarını bıraktığı ve vücut duvarı üzerinde pupa olduğu gözlemlenmiştir. Daha sonra pupalardan ergin çıkışları sağlanmıştır (Şekil 1).

Bu çalışmada, dört adet ölü *Palomena prasina* bireyinden elde edilen böcek türünün, *M. scalaris* olduğu belirlenmiştir. Bu tür, ülkemiz faunası için ilk kayıt olmamasına rağmen, yeni bir konukçudan elde edilmesi nedeniyle *P. prasina* üzerinde ilk kayıttır. *Megaselia scalaris* (Loew, 1866)

İncelenen materyal: Samsun: Salıpazarı, 84 m, Ekim 2018, 5 ♀♀ and 3 ♂♂, *Palomena prasina* L. (Hemiptera: Pentatomidae). Sekiz *M. scalaris* bireyi, tek bir *P. prasina*’dan elde edilmiştir.

*Megaselia scalaris* kozmopolit bir tür olup, dünyanın pek çok yerine insanlar tarafından fark edilmeden taşınmıştır (Lever, 1944). Ilıman iklim türü olan *M. scalaris*, kuzey Amerika, Afrika, Asya ve Avrupa’da yayılış göstermektedir (Mainx, 1964; Robinson, 1975). Güney Avrupa’ya doğru yayılış devam eden tür, Akdeniz’e sınır olan ülkelerde, Almanya ve Avusturya’nın kuzeyine doğru dış mekanlarda tespit edilmiş ve kuzey Amerika’nın kuzeyine doğru da yayılış devam etmektedir (Disney, 2008; Disney ve ark., 2009).

*Megaselia scalaris* laboratuvar kültürlerinde istenmeyen bir polifag tür olup, nekrofaq bir beslenme tarzı göstermektedir (Robinson, 1975). Bu tür aynı zamanda adli (forensic) vakalarda faydalı bir türdür (Greenberg ve Kunich, 2002). *M. scalaris* parazit, fakültatif parazit veya parazitoit olarak tanımlanmakta ve böceklerin yanı sıra bitkisel ve hayvansal orijinli organik maddelerin geniş bir spektrumunu tüketmektedir (Koller ve ark., 2003; Disney, 2008). Bu nedenle bu böcek, laboratuvar koşullarında doğal bir şekilde çoğalabilmektedir. Özsizli ve Disney (2011) tarafından, *M. scalaris*’in beslendiği böcek türünde ölü böceklerin yanı sıra, ölmek üzere olanlarla, hatta laboratuvarında kendi ölü larvaları ve erginleriyle de beslendiği bildirilmiştir. Ayrıca parazitoit özelliği gösteren bu böceğin, insan ve hayvan miyazislerine sıklıkla sebep olduğu ve bir vektör olarak sağlığa zararlı olduğu için, bir biyolojik kontrol ajanı olarak kullanıma uygun olmadığı bildirilmiştir (Disney, 2008; Biery ve ark., 1978; Silva ve ark., 1999).



Şekil 1. *Megaselia scalaris*'in a) konukçusu ergin *Palomena prasina* ve pupaları, b) pupaları, c) ergini.  
Figure 1. *Megaselia scalaris*' a) host adult *Palomena prasina* and pupae, b) pupae, c) adult.

#### 4. Sonuç

Bu biyolojik gözlem, ülkemiz faunasında bulunan ve farklı bir beslenme tarzı gösteren *M. scalaris*'in yeni bir konukçusu olarak *P. prasina*'yı rapor etmektedir.

#### Teşekkür

Böceğin teşhisinin yapılması hususunda destek veren Dr. Öğr. Üyesi Gamze PEKBEY ve teşhisi yapan Dr. R. Henry L. Disney'e teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Biery, T.L., Clegern, R.W., Hart, W.W., 1978. Two cases of phorid (Diptera: Phoridae) myiasis in Texas. *Journal of Medical Entomology*, 15: 122–23.
- Brown, B.V., 1996. Review of “scuttle flies: The Phoridae”. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 98: 166-167.
- Civelek, H.S., Önder, F., 1997. İzmir ili kültür mantarlarında saptanan zararlı Diptera türleri. *Türkiye III. Entomoloji kongresi Bildirileri*, 24-28 Eylül 1996, Ankara, Ankara Üniversitesi Basımevi, pp. 534-540.
- Disney, R.H.L., 2008. Natural history of the scuttle fly, *Megaselia scalaris*. *Annual Review of Entomology*, 53: 39-60.
- Disney, R.H.L., Bayram, Ş., 1999. Recognition, biology and first Turkish record of *Megaselia coetanea* Schmitz (Dipt., Phoridae). *Entomologist's Monthly Magazine*, 135: 245-248.
- Disney, R.H.L., Copeland, R.S., Murrell, E., 2009. The true identity of Copeland's aquatic scuttle fly (Diptera: Phoridae) from Indiana and recognition of a sibling species from Texas. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*; 111: 564-574.
- Greenberg, B., Kunich, J.C., 2002. *Entomology and the Law*. Cambridge: Cambridge Univ. Press; p. 306.
- Koller, W.W., Andreotti, R., Zanon, A.M., Gomez, A., Barros, J.C., 2003. Mosca *Megaselia scalaris* (Loew) (Diptera: Phoridae), parasita do carrapato

- bovino *Boophilus microplus* (Canestrini): Uma revisão. Campo Grande, Embrapa Gado de Corte (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 142).
- Lever, R.J.A.W., 1944. Maggots in imported boot polish. *Agricultural Journal, Department of Agriculture*, 15: 15.
- Mainx, F., 1964. The genetics of *Megaselia scalaris* Loew (Phoridae): a new type of sex determination in Diptera. *The American Naturalist*, 98: 415–30.
- Mostovski, M.B., Disney, R.H.L., 2002. A new species of *Megaselia* (Diptera: Phoridae) from donkey dung in Turkey. *Entomologist's Monthly Magazine*, 138: 135-137.
- Ozsisi, T., Disney, R.H.L., First records for Turkish fauna: *Megaselia brevisissima* (Schmitz, 1924) and *Megaselia scalaris* (Loew, 1866) (Diptera: Phoridae). *Turkish Bulletin of Entomology*, 1(1), 31-33.
- Robinson, W.H., 1975. *Megaselia (M.) scalaris* (Diptera: Phoridae) associated with laboratory cockroach colonies. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 77: 384–90.
- Silva, R.J., Prado, A.P.D., Rodrigues, R.R., Lopes, C.A., Godoy, W.A.C., 1999. *Megaselia scalaris* (Diptera: Phoridae) causing myiasis in *Crotalus durissus terrificus* (Serpentes: Viperidae) in Brazil. *Journal of Medical Entomology*, 36: 630.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.697731

## Samsun ilinde biber alanlarında enfeksiyon oluşturan *Potato virus Y* patotiplerinin belirlenmesi ve moleküler karakterizasyonu

İlyas Deligöz<sup>a\*</sup>, Miray Arlı Sökmen<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bitki Sağlığı Bölümü, Samsun, Türkiye

<sup>b</sup>Ondokuzmayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ilyasdeligoz@yahoo.com

Geliş/Received 09/03/2020 Kabul/Accepted 14/09/2020

### ÖZET

*Potato virus Y* (PVY), biberde en fazla zarar oluşturan virüs türleri arasında yer almaktadır. PVY biber izolatları, *pvr2- eIF4E* lokusundaki, *pvr2<sup>1</sup>* ve *pvr2<sup>2</sup>* dayanıklılık genlerine sahip biber genotiplerinin verdikleri reaksiyonlara göre üç ayrı patotip altında sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, Samsun ilinde biberde enfeksiyon oluşturan PVY patotiplerinin belirlenmesi amacıyla 2010 ve 2011 yıllarında toplam 1012 yaprak örneği toplanmış ve daha sonra örnekler, PVY'ye spesifik poliklonal antiserum kullanılarak DAS-ELISA yöntemi ile test edilmiştir. Test sonucunda, 2010 yılında alınan örneklerin %11.9'unun, 2011 yılında ise %5.8'inin PVY ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Çoğaltımı sağlanan 13 PVY izolatı, patotip ayırım setindeki bitkilere inokule edilmiştir. Bu bitkilerin reaksiyonlarına ve ELISA sonuçlarına göre izolatların 9'nun Patotip 0 (PVY-0)'a, 4'ünün ise Patotip 1 (PVY-1)'e ait olduğu saptanmıştır. Ayrıca PVY-0 ve PVY-1 patotiplerine ait ikişer izolatın kılıf protein (CP) gen bölgesinin nükleotid dizileri elde edilmiştir. Nükleotid BLAST analizi, PVY-0 patotipine ait SÇ-9 izolatı ve PVY-1 patotipine ait SÇ-84 ve SÇ-87 nolu izolatların, Türkiye orjinli Tu12.3 biber izolatı ve İspanya orjinli LYE 84.2 domates izolatı ile genetik benzerlik (% 97-98) gösterdiğini; PVY-0 patotipine ait SB-63 nolu izolatın ise ABD ve Polonya'da patatesten belirlenen NTN ırkına ait izolatlar ile % 99 benzer olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca uygulanan filogenetik analiz, SÇ-9, SÇ-84 ve SÇ-87 izolatlarının PVY'nin C grup izolatları ile, SB-63 izolatının ise N grubundaki izolatlar ile aynı grupta kümelendiğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Biber  
PVY  
patotip  
karakterizasyon

### Determination and molecular characterization of pathotypes of *Potato virus Y* infecting pepper in Samsun province, Turkey

#### ABSTRACT

*Potato virus Y* (PVY) is one of the most devastating viruses on pepper. Pepper PVY isolates are classified into three pathotypes according to the reactions of pepper genotypes possessing the *pvr2<sup>1</sup>* and *pvr2<sup>2</sup>* resistance genes at the *pvr2-eIF4e* locus. In this study, in order to determine PVY pathotypes infecting pepper in Samsun province, Turkey, a total of 1012 leaf samples were collected in 2010 and 2011, and these samples were tested by DAS-ELISA using virus-specific polyclonal antiserum. The percentages of PVY infections were found to be 11.9% in 2010 and %5.8 in 2011. Thirteen PVY isolates were propagated and inoculated to pepper differentials to discriminate the pathotypes of PVY. According to reactions of different pepper genotypes and ELISA, nine isolates were found to belong to pathotype 0 (PVY-0) and four isolates to pathotype 1 (PVY-1). The coat protein (CP) gene nucleotide and predicted amino acid sequences of four PVY isolates were obtained. Nucleotide BLAST analysis showed that SÇ-9 (PVY-0), SÇ-84 (PVY-1) and SÇ-87 (PVY-1) isolates had nucleotide sequence similarity (% 97-98) with Tu12.3 isolate from pepper in Turkey and LYE 84.2 isolate from tomato in Spain. In contrast, the isolate SB-63 (PVY-0) had the highest nucleotide identity (% 99) with the isolates belonging to potato NTN strain determined in USA and Poland. Phylogenetic analysis also showed that the pepper isolates SÇ-9, SÇ-84 and SÇ-87 were clustered with the group C isolates of PVY, while the isolate SB-63 was clustered with the group N isolates of PVY.

Keywords:  
Pepper  
PVY  
pathotype  
characterization

© OMU ANAJAS 2020

## 1. Giriş

Biber, dünyada domates ve hıyardan sonra en fazla üretilen sebzedir. Türkiye, biber üretiminde Çin ve Meksika'dan sonra üçüncü sırada bulunmaktadır (FAO, 2020) Türkiye'de 2019 yılında 2.625.669 ton biber üretimi elde edilmiştir. Biber üretim bölgelerinin başında Ege, Akdeniz, Marmara ve Karadeniz gelmektedir. Samsun ili Türkiye biber üretiminde 133563 tonluk üretim miktarı ile Antalya (501213 ton), Bursa (188984 ton) ve Manisa (174769 ton) illerinden sonra 4. sırada yer almaktadır (TUİK, 2020).

*Potato virus Y* (PVY), başta patates, biber, domates ve tütün olmak üzere *Solanaceae* familyasına ait pek çok üründe tüm dünyada yaygın olarak enfeksiyon oluşturmaktadır (Kerlan, 2006). Mekanik olarak ve yaklaşık 73 yaprak biti türü ile non-persistent yolla taşınabilen virüs (Varveri, 2000), hassas çeşitlerde % 80'e kadar verim kaybına neden olabilmektedir (Hamalainen ve ark., 1997). *Potyviriidae* familyası ve *Potyvirus* cinsinin bir üyesi olan ve bu cins adı veren PVY, yaklaşık 10 kb büyüklüğünde pozitif özellikte tek sarmal RNA genomuna ve 740 nm uzunluğunda ve 11 nm çapında esnek çubuk şeklinde partiküllere sahiptir. Viral RNA, tek okuma çerçevesi (Open Reading Frame=ORF) ve ayrıca 5' ve 3' uçlarında translasyon dışı bölgeleri (untranslated region;UTR) içerir. Yaklaşık 2000 adet kılıf (kapsid) protein alt birimi (kapsomer) partikül oluşumunda kullanılır. Pozitif duyarlı tek sarmal genomik RNA, yaklaşık 3062 amino asitlik tek bir polipeptid kodlar (Riechmann ve ark., 1992). Bu protein, 3 proteaz enziminin proteolitik kesimi sonucunda birden fazla peptid bağı koparmasıyla P1 (Protein 1), HC-Pro (yardımcı bileşen-proteinaz), P3 (Protein 3), 6K1 (6 kilodalton protein 1), CI (sitoplazmik inklüzyon), 6K2 (6 kilodalton protein 2), VPg (genom-bağlı viral protein), NIa (nükleer inklüzyon a), NIb-Pol (nükleer inklüzyon b-RNA-dependant RNA polimeraz) ve CP (kılıf proteini) olmak üzere toplam 10 adet işlevsel viral proteine dönüşür (Urcuqui-Inchima ve ark., 2001; Grzela ve ark., 2008). İlave olarak, son yıllarda PVY genomunun P3N-PIPO olarak adlandırılan kısa bir ORF daha içerdiği belirlenmiştir (Quenouille ve ark., 2013).

PVY, oldukça karmaşık çok sayıda ırk (strain) çeşitliliğine sahip bir virüs türüdür. Konukçu dizisi, simptom tipi, serolojik özellikleri ve sekans/filogenetik analiz sonuçlarına göre patatesten enfeksiyon oluşturan PVY izolatları, ilk olarak O (PVY<sup>O</sup>), N (PVY<sup>N</sup>) ve C (PVY<sup>C</sup>) olmak üzere 3 ana ırk grubuna ayrılmıştır (Moury ve ark., 2002; Kerlan ve Moury, 2008). Daha sonra patatesten yeni ırk grupları (PVY<sup>Z</sup>, PVY-NA<sup>N</sup> gibi) belirlenmiştir (Karasev ve Gray, 2013). Ayrıca bazı PVY izolatları arasındaki rekombinasyon sonucu, yeni rekombinant ırkların oluştuğu bildirilmiştir (Revers ve ark., 1996; Glais ve ark., 2002; Ogawa ve ark., 2008). Bu rekombinant ırkların çoğunluğu, N ve O gruplarına

ait PVY izolatlarının rekombinasyonu sonucu oluşmuştur. Bunlardan bazıları, PVY<sup>NTN</sup> (Ogawa ve ark., 2008), PVY<sup>N-Wi</sup> (Rigotti ve Gugerli, 2007), PVY<sup>NTN-NW</sup> (Chikh Ali ve ark., 2010) ve PVY<sup>N:O</sup> (Karasev ve Gray, 2013) olarak adlandırılmıştır. Bunların dışında, orijini bilinmeyen PVY genomu ile diğer bazı bilinen PVY genomları arasındaki rekombinasyon sonucu oluşan bazı izolatların (PVY-NE11, PVY<sup>E</sup>) da bulunduğu rapor edilmiştir (Karasev ve Gray, 2013).

PVY<sup>C</sup> grubu izolatların homojen bir patotip olmasına karşın, farklı iki genetik ırktan oluştukları, PVY<sup>CI</sup> alt grubunun biberi enfekte edebildiği, PVY<sup>C2</sup> alt grubunun ise biberi enfekte edemediği bildirilmiştir (Blanco-Urgoiti ve ark., 1998). Biberde enfeksiyon oluşturan PVY patotipleri serolojik olarak birbirileri ile yakın ilişkili olup, antijenik özelliklere dayanan yöntemlerle bu patotipleri ayırmak nadiren mümkün olmaktadır (Gugerli ve Fries, 1983; Jordan ve Hammond, 1991). CP dizi analizi ve monoklonal antiserum (Mab)'ler PVY'nin biber izolatlarını diğer konukçu bitkilerin ırklarından ayırt edilmesinde kullanılabilmesine karşın, PVY'nin biber ırklarını kendi arasında ayırmada başarısız olmaktadır. Patatesten PVY'nin ırkları moleküler olarak Ters Transkripsiyon Polimeraz Zincir Reaksiyonu (RT-PCR) metodu ile birbirinden ayrılabilirken (Rigotti ve Gugerli, 2007), biber izolatları ayrılabilir (Llave ve ark., 1999). Biberde PVY patotiplerini ayırma ve sınıflandırma üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Gebre-Selassie ve ark. (1985) tarafından önerilen sistem günümüzde PVY'nin biber izolatlarını patotiplere ayırmada en fazla kabul gören ve en yaygın olarak kullanılan sistemdir. Bu sistemde, *pvr2* lokusundaki *pvr2*<sup>1</sup> ve *pvr2*<sup>2</sup> dayanıklılık genlerine sahip biber (*Capsicum annum* L.) genotiplerinin PVY biber izolatlarına verdikleri reaksiyonlara göre PVY-0, PVY-1 ve PVY-1,2 olmak üzere üç ayrı patotip altında sınıflandırılmaktadır (Gebre-Selassie ve ark. 1985). Resesif *pvr2*<sup>1</sup> alleli PVY-0 patotipine dayanıklılığı, *pvr2*<sup>2</sup> alleli ise PVY-0 ve PVY-1'e karşı dayanıklılığı sağlamaktadır. PVY-1,2 patotipi ise her iki genin dayanıklılığını kırmaktadır (Palloix ve Kyle, 1995). Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmalarda biber üretim alanlarında PVY-0 (Palloix ve ark. 1994; Çelik ve ark., 2012) ve PVY-1 (Palloix ve ark. 1994) patotipleri belirlenmiştir.

Samsun ili 133563 tonluk üretimi ile (TUİK, 2018) Türkiye biber üretiminde önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, Samsun ilinde biberde enfeksiyon oluşturan PVY'nin patotiplerinin belirlenmesi ve bu patotiplerin moleküler olarak karakterize edilmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Örneklerin toplanması

Örnekler, yapraklarda mozayik, mottle, damarlarda renk açılması, damar bantlaşması, bitki boyunun kısa

olması gibi virüs ve virüs-benzeri belirti gösteren biber bitkilerinin genç yapraklarından alınmıştır. Samsun ili Çarşamba, Bafra, Terme ve Tekkeköy ilçelerine bağlı köylerdeki biber üretim alanlarından, her bir ilçenin ekiliş alanları oranında 2010 yılında 502, 2011 yılında ise 510 olmak üzere toplam 1012 örnek toplanmıştır. Örnekler, polietilen torbalara konularak etiketlenmiş ve serolojik olarak test edilinceye kadar -20°C'de derin dondurucuda saklanmıştır.

### 2.2 PVY ile enfekteli örneklerin belirlenmesi ve izolatların elde edilmesi

Biber örnekleri PVY'ye spesifik antiserumlar kullanılarak DAS-ELISA yöntemi ile test edilmiştir. ELISA sonucu PVY ile enfekteli çıkan örneklerde karışık enfeksiyonları belirlemek amacıyla pozitif örnekler *Tobacco mosaic virus* (TMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Pepper mild mottle virus* (PMMoV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ve *Alfalfa mosaic virus* (AMV)'ye spesifik antiserumlar kullanılarak DAS-ELISA yöntemi ile tekrar test edilmiştir. Yöntem, Clark ve Adams (1977)'in ve antiserumların temin edildiği firmaların (Bioreba, İsviçre) önerilerine göre uygulanmıştır. Testlemeler sonucunda negatif kontrolün iki katı ve üzerinde absorban değerine sahip örnekler pozitif olarak kabul edilmiştir (Arlı Sökmen ve ark., 2005). Test sonucunda karışık enfeksiyon göstermeyen izolatlar belirlenmiş ve daha sonra her bir izolata numara verilerek izolatların çoğaltılmasına çalışılmıştır. Takiben, çoğaltılabilen Çarşamba ilçesine ait SÇ-9, SÇ-77, SÇ-79, SÇ-81, SÇ-83, SÇ-84, SÇ-85, SÇ-86 ve SÇ-87 izolatları ve Bafra ilçesine ait SB-12, SB-45, SB-62 ve SB-63 izolatları patotip belirleme çalışmalarına alınmıştır.

### 2.3 Patotip ayrımında kullanılan biber çeşitleri

PVY'nin patotiplerini belirlemek için Gebre-Selassie ve ark. (1985) tarafından önerilen Yolo Wonder (*Pvr0*), Yolo Y (*pvr2<sup>1</sup>*), Florida VR2 (*pvr2<sup>2</sup>*) ve CM 334 (*Pvr4*) çeşitlerine ait tohumlar kullanılmıştır. Tohumlar North Central Regional Plant Introduction Station, Iowa State University, USDA-ARS, ABD'den temin edilmiştir.

### 2.4 Patotip ayrım setindeki bitkilere virüs inokulasyonu ve patotiplerin belirlenmesi

ELISA testleri sonucunda PVY ile enfekteli bulunan örnekler, çoğaltım konukçusu olan Yolo Wonder biber çeşidinde çoğaltılarak yeterli PVY inokulumunun elde edilmesine çalışılmıştır. Daha sonra her bir PVY izolatı, patotip ayrım setine ait 4 farklı biber çeşidine (Çizelge 1) 5 tekerrürlü olacak şekilde ayrı ayrı inokule edilmişlerdir. Bu amaçla Fosfat tampon çözeltisinde (0.02 M, pH: 7.0) 1:10 (gr/ml) oranında sulandırıldıktan

sonra homojenize edilerek hazırlanan PVY izolatlarına ait inokulumlar, şaşırtma işleminden 1-2 gün sonra fidelere mekanik inokulasyon yöntemi ile bulaştırılmışlardır (Echer ve Costa, 2002; Çelik ve ark., 2012). İnokulasyon sonrası bitkiler, ortalama 25 °C sıcaklıktaki sera koşullarında 21 gün süreyle gözlenmiş ve belirtiler kaydedilmiştir. Ayrıca, bitkiler inokulasyondan 21 gün sonra DAS-ELISA yöntemi (Clark ve Adams, 1977) ile test edilmiştir. İnokulasyon sonrası sistemik belirti gösteren ve ELISA sonucu pozitif olan bitkiler hassas (S), sistemik belirti göstermeyen ve ELISA sonucu negatif olan bitkiler ise dayanıklı (R) olarak değerlendirilmiştir. Daha sonra ise patotip ayrım setindeki biber çeşitlerinin verdikleri reaksiyonlara göre (Çizelge 1) PVY patotipleri belirlenmiştir (Gebre-Selassie ve ark., 1985).

Çizelge 1. Patotip ayrım setindeki biber çeşitleri ve *Potato virus Y* patotiplerine reaksiyonları  
Table 1. Differential pepper cultivars used for detection of *Potato virus Y* pathotypes and their reactions

Çeşit/Genotip	PVY-0	PVY-1	PVY-1,2
Yolo Wonder ( <i>Pvr0</i> )	S	S	S
Yolo Y ( <i>pvr2<sup>1</sup></i> )	R	S	S
Florida VR2 ( <i>pvr2<sup>2</sup></i> )	R	R	S
CM 334 ( <i>Pvr4</i> )	R	R	R

R: Dayanıklı; S: Hassas

### 2.5 Reverse-Transkripsiyon-Polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR)

PVY patotipleri ile enfekteli biber bitkilerinden toplam RNA'lar Ambion PureLink RNA Mini Kit (Invitrogen) protokolüne göre izole edilmiştir. PVY patotiplerinin genomik RNA'sının bir bölümü (CP bölgesi) RT-PCR yöntemi ile çoğaltılmıştır. Primerler [CP1 (İleri yönlü primer): ATATCGGATCCGGAGAGACAC ve CP2 (Geri yönlü primer): CTAAGAAGCTTCACTGAAATG (Llave ve ark., 1999)] İntek (İstanbul) firması tarafından sentezlenmiştir. PVY CP genini içeren 902 bp büyüklüğündeki bölgenin amplifikasyonu ve yeterli ürünün elde edilmesi amacıyla Qiagen OneStep RT-PCR kiti kullanılarak tek aşamalı RT-PCR yöntemi uygulanmıştır. Reaksiyon bileşenleri, 5 µl 5X Qiagen One step RT-PCR tampon çözeltisi, 1 µl 10 mM dNTPs, her bir primerden 0,15 µl, (son konsantrasyon: 0.6 µM), 1µl Qiagen RT-PCR enzim karışımı (Omniscrypt Reverse Transkriptaz, Sensiscrypt Reverse Transkriptaz ve HotStar Taq DNA Polimeraz) ve RNA (1 pg-2 µg/reaksiyon)'dan oluşmuştur. Toplam reaksiyon hacmi RNase ve DNase içermeyen su ile 25 µl'ye

tamamlanmıştır. RT-PCR yöntemi, MJ Mini PCR termal döngü cihazında (Bio-Rad, ABD) gerçekleştirilmiş ve RT aşaması 50 °C'de 30 dk, PCR aşaması ise 95 °C'de 15 dk, 35 döngü olacak şekilde 94 °C'de 30 sn, 58 °C'de 1 dk ve 72 °C'de 1 dk uygulanmış ve 1 döngü 72 °C'de 5 dk ile tamamlanmıştır. Reaksiyon sonucunda 902 bp büyüklüğünde bant oluşturması beklenmiştir. PCR sonrası oluşan DNA fragmentlerinin analizi için 8 µl PCR ürününe 2 µl yükleme tamponu [% 15 ficoll 400, % 0,03 bromophenol blue, % 0,03 xylene cyanol FF, % 0,4 orange G, 10 mM Tris-HCl (pH: 7,5) ve 50 mM EDTA] ilave edilmiştir. Daha sonra örnekler TBE tampon çözeltisinde (89 mM Tris, 89 mM borik asit ve 2 mM EDTA) hazırlanan % 1'lik agaroz jelde (0,5 µg/ml etidyum bromür içeren) 80 mA sürekli akımda 2 saat süre ile elektroforeze tabi tutulmuştur. Jeldeki PCR fragmentlerinin analizi GelDoc 2000 (Biorad, ABD) jel görüntüleme sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

#### 2.6 Sekans analizi ve PVY biber izolatlarının filogenetik ilişkilerinin araştırılması

PVY'nin SÇ-9, SB-63, SÇ-84 ve SÇ-87 nolu izolatlarının kılıf protein gen bölgesi-nükleotid dizileri, Sanger Dizileme Yöntemi ile elde edilmiştir. Bu aşamada İontek (İstanbul) ve Genoks (Ankara) firmalarının sekans analizi hizmetinden yararlanılmıştır. CLC Main Workbench (Demo Version 7.03) programı kullanılarak PVY izolatlarına ait her iki yönde (ileri ve geri) elde edilen ham sekans verileri hizalanmış ve konsensus diziler elde edilmiştir. Daha sonra bu çalışmaya ait PVY izolatlarına ait konsensus diziler, diğer PVY izolatlarına ait diziler ile NCBI BLAST (<https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>) kullanılarak moleküler düzeyde karşılaştırılmıştır. Ayrıca, Mega 7 programında bulunan ClustalW (Thompson ve ark., 1994) analiz yöntemi kullanılarak bu çalışmaya ait dört PVY izolatının, NCBI'dan indirilen 41 referans PVY izolatının ve dış grup olarak kullanılan *Bean common mosaic virus* (Çizelge 2) NL-1 ırkının (KM023744) nükleotid dizileri hizalanmıştır. Daha sonra Kimura-2 parametre yöntemi (transisyon/transversiyon oranı: 2.0) (Kimura, 1980) ile genetik uzaklıklar belirlenmiş ve Neighbor-Joining (NJ) algoritmasına göre (Saitou ve Nei, 1987) filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Filogenetik analizde Bootstrap değeri olarak 1000 alınmıştır. Sonuçların tutarlılığını kontrol etmek amacıyla aynı nükleotid dizileri MEGA 7 yazılımında yer alan Maximum likelihood (ML) yöntemi (Felsenstein, 1981) kullanılarak da analiz edilmiş ve bu yöntemle göre elde edilen dendrogram, NJ yöntemi ile elde edilen dendrogram ile kıyaslanmış ve sonuçlar tek bir filogenetik ağaç olarak verilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 Samsun ilinde biber üretim alanlarında PVY'nin bulunma durumu

Samsun ilinde biber üretim alanlarından alınan örneklerin DAS-ELISA yöntemi ile test edilmeleri sonucunda 2010 yılında toplanan 502 örneğin %11.9'unun PVY ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Bafra ilçesine ait 202 örneğin % 19.3'ü, Çarşamba ilçesine ait 245 örneğin % 7.3'ü, Terme ilçesine ait 36 örneğin % 8.3'ü PVY ile enfekteli olarak bulunmuştur. Tekkeköy ilçesinde ise test edilen 19 örneğin tamamında PVY' ye rastlanılmamıştır (Çizelge 3). 2011 yılında ise incelenen 510 örneğin % 5.8'inin PVY ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Bu yıla ait Çarşamba ilçesinde toplanan 227 örneğin % 7.9'u, Bafra ilçesinde 227 örneğin % 2.6'sı, Terme ilçesinde ise 46 örneğin % 2.1'i, Tekkeköy ilçesinde ise test edilen 10 örneğin % 50'si PVY ile enfekteli bulunmuştur (Çizelge 3). Her iki yıl birlikte değerlendirildiğinde toplam 1012 biber örneğinin % 8.9'u PVY ile enfekteli olarak belirlenmiştir. Arlı Sökmen ve ark. (2005), 1998 ve 1999 yıllarında Samsun ilinde biber üretim alanlarında en yaygın virüs türü olarak PVY (% 24.6)'yi belirlemişlerdir. Geçmiş yıllara oranla, PVY'nin Samsun ilindeki biber üretim alanlarında daha düşük oranda belirlenmesinin nedeninin, üreticiler tarafından son yıllarda vektör yaprak bitlerine karşı daha etkili mücadele edilmesi ve vektörün popülasyonunun azalması ile ilgili olabileceği düşünülmüştür. Daha sonraki bir başka çalışmada, Hatay, Kahramanmaraş, Şanlıurfa ve Gaziantep illerindeki biber üretim alanlarından alınan örneklerde PVY'nin % 26.4 ile en sık rastlanan virüs olduğu belirlenmiştir (Buzkan ve ark., 2006). Antalya ilinde ise 2007 ve 2008 yıllarında biber üretim alanlarından toplanan 274 örnekte PVY'nin bulunma oranı ise % 7.6 olarak belirlenmiştir (Çelik ve ark., 2012).

Bu çalışmada daha sonra, PVY ile enfekteli olarak belirlenen 90 örneğin biberde enfeksiyon oluşturabilen ve sıklıkla rastlanan diğer virüslerle karışık enfekteli olup olmadığı, ELISA yöntemi ile araştırılmıştır. PVY ile enfekteli örneklerin 24 (%26.6)'ünün diğer virüslerle karışık-enfekteli olduğu belirlenmiştir. PVY ile karışık enfeksiyonu belirlenen virüsler ve sayıları şu şekildedir: CMV (13), TSWV (9), PMMoV (1) ve CMV+TSWV (1). Test edilen örneklerde AMV, TMV ve ToMV enfeksiyonuna ise rastlanmamıştır. PVY ile karışık enfeksiyon oluşturduğu belirlenen PMMoV, Samsun ilinde ilk defa tespit edilmiştir. Arlı Sökmen ve ark. (2005), 1998 ve 1999 yıllarında yaptıkları çalışmada, Samsun ilinde biber üretim alanlarında AMV, CMV, PVY, ToMV, TMV ve TSWV'nin bulunduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, en yaygın karışık enfeksiyonun, TMV+PVY (% 15.4) ikili enfeksiyonu olduğunu bildirmişlerdir.

Çizelge 2. Filogenetik analizde kullanılan *Potato virus Y* izolatları  
Table 2. *Potato virus Y* isolates used in phylogenetic analysis

Grup	İzolat Adı	GenBank Kayıt No	Ülke	Bitki	Patotip/Irk
?*	SÇ-9	KJ847048	Türkiye	Biber	PVY-0
?	SB-63	KJ847047	Türkiye	Biber	PVY-0
?	SÇ-84	KJ847045	Türkiye	Biber	PVY-1
?	SÇ-87	KJ847046	Türkiye	Biber	PVY-1
C1	Tu12.3	AJ303095	Türkiye	Biber	PVY-1
C	LYE 84.2	AJ439545	İspanya	Domates	PVY-0
?	Si-15	AJ303093	İtalya	Biber	PVY-1
C	SON-41	AJ439544	Fransa	<i>Solanum nigrum</i>	PVY-1,2
C	PRI-509	EU563512	Hollanda	Patates	PVY <sup>C</sup>
C	YC Zb	JF804785	Polonya	Patates	PVY <sup>C</sup>
O	PVY-Kh81	EF192311	İran	Patates	PVY <sup>O</sup>
N	SASA 207	AJ584851	Birleşik Krallık	Patates	PVY <sup>N</sup>
N	Cou8/03	JF804780	Polonya	Patates	PVY <sup>NTN</sup>
N	PB312	EF026075	ABD	Patates	PVY <sup>NTN</sup>
C	nnp	AF237963	İtalya	Biber	Biber damar nekroz ırkı
?	HNJJ	MK190679	Çin	Tütün	?
?	PVYO:N-Iraq2	JQ026009	Irak	Patates	?
N	Tu 660	AY166866	ABD	Patates	PVY <sup>NTN</sup>
O	SASA-110	AJ585195	Birleşik Krallık	Patates	O
C	PVY-MN	AF463399	ABD	?	MN
C	NC57	DQ309028	ABD	Tütün	?
C	Foggia	EU482153	İtalya	Domates	?
C	Adgen	AJ890348	Fransa	Patates	?
C1	PVY-1055	KP063211	İran	Tütün	?
O	SCRI-O	AJ585196	Birleşik Krallık	Patates	?
O	PVY-Oz	EF026074	ABD	Patates	?
O	Co1898	HQ912906	ABD	Patates	?
C2	C27	AF012026	?	?	?
C1	P21-82	AJ005639	?	Biber	?
N	Mont	AY884983	ABD	?	?
N	N605	X97895	İsviçre	?	?
?	Si-15-Turk	AJ303094	Türkiye	Biber	?
?	P21-82	AJ303097	İspanya	Biber	?
N	Satina	AJ890347	Almanya	Patates	PVY <sup>NTN</sup>
O	NT-25	JQ924285	Brezilya	Patates	O
C1	PV-0890	KP063208	İran	Biber	?
O	NE-38	KY848004	ABD	Patates	?
Wilga	156var	AJ889868	Almanya	Patates	?
O	v951204	AJ390292	Birleşik Krallık	Patates	?
N	WA316	KY848025	ABD	Patates	?
?	SC-1-1-2	KX688602	Çin	Patates	?
O	LW	AJ890349	Polonya	Patates	?
O	PVY-KZNU	KU695256	Güney Afrika	<i>Physalis peruviana</i>	?
O	O803	AJ223594	İsviçre	?	?
O	AL100001	KY847935	ABD	Tütün	?

\*: İlgili veriye ulaşılmadı.

### 3.2. Samsun ilinde belirlenen PVY patotipleri

Test edilen diğer virüs türleri ile karışık-enfekteli olmadığı belirlenen ve hassas biber çeşidi Yolo Wonder'a inokule edilerek çoğaltımı sağlanabilen 13 PVY izolatı, patotiplerinin araştırılması için seçilmiştir. Çoğaltımı sağlanan PVY izolatları patotip ayırım setindeki 4 farklı biber çeşidine ayrı ayrı inokule edilmiştir. Patotip ayırım setindeki bitkilerin PVY izolatlarına verdikleri reaksiyonlara ve ELISA sonuçlarına göre, PVY izolatlarından 9 tanesi (SÇ-9, SB-12, SB-45, SB-63, SÇ-77, SÇ-79, SÇ-81, SÇ-83 ve SÇ-85 nolu izolatlar) sadece Yolo Wonder çeşidinde sistemik mozayik oluşturarak hassas reaksiyona neden olmuştur (Şekil 1). Ayrıca, incelenen tüm çeşitler, inokulasyondan 21 gün sonra PVY'ye spesifik antiserum kullanılarak ELISA ile test edilmiş ve sadece Yolo Wonder çeşidine ait bitkiler PVY antiserumu ile pozitif reaksiyon oluşturmuştur. Virüs inokulasyon ve ELISA sonuçları, incelenen 9 PVY izolatının PVY-0 patotipine ait olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 4). Diğer taraftan, 4 PVY izolatı (SB-62, SÇ-84, SÇ-86 ve SÇ-87 nolu izolatlar) hem Yolo Wonder hem de Yolo Y çeşitlerinde sistemik enfeksiyona sebep olmuş (Şekil 2) ve bu çeşitlere ait bitkiler ELISA ile de enfekteli bulunmuştur. Söz konusu izolatlarla karşı Florida VR-2 ve CM-334 çeşitlerinin dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, SB-62, SÇ-84, SÇ-86 ve SÇ-87 izolatlarının PVY-1 patotipine ait olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çalışma sonucunda, Samsun ilinde biber üretim alanlarında PVY-0 ve PVY-1 patotipleri belirlenmiştir. PVY-1,2 patotipi ise tespit edilmemiştir. Benzer bir şekilde Palloix ve ark. (1994), Akdeniz Bölgesi'ndeki biber üretim alanlarında patotip ayırım setini kullanarak PVY'nin patotiplerini araştırmışlar ve çalışma sonucunda PVY-0 ve PVY-1 patotiplerini belirlemişlerdir. Buzkan ve ark. (2012), 2010 ve 2011 yıllarında Gaziantep, Kahramanmaraş ve Hatay illerinde biber üretim alanlarından topladıkları örneklerden PVY ile enfekteli bir izolatın patotip ayırım seti kullanarak PVY-1 patotipi olduğunu belirlemişlerdir. Çelik ve ark. (2012), Antalya'da 2007 ve 2008 yıllarında biber üretim alanlarından topladıkları toplam 21 PVY izolatının patotiplerini, patotip ayırım setini kullanarak belirlemişler ve izolatların tamamının PVY'nin 0 patotipi olduğunu ortaya koymuşlardır. PVY-0 patotipi Fransa, İtalya ve İspanya gibi Akdeniz ülkelerinde de en yaygın patotip olarak bilinmektedir (Caranta ve ark., 1999). Bu çalışmada da benzer bir şekilde Samsun ilinde PVY-0'ın en yaygın (% 69.2) patotip olduğu ortaya konulmuştur.

### 3.3. PVY patotiplerinin moleküler karakterizasyonu

Bu çalışmada, PVY-0 patotipine ait SÇ-9 (KJ847048) ve SB-63 (KJ847047) izolatlarının ve PVY-1 patotipine ait SÇ-84 (KJ847045) izolatının CP

bölgesinin tamamının, PVY-1 patotipi olarak belirlenen SÇ-87 (KJ847046) izolatının ise kısmi sekans verileri elde edilmiş ve GenBank'a yukarıda belirtilen numaralar ile kayıt edilmiştir. Bu çalışmadaki biber izolatlarının, PVY genomundaki pozisyonlarının belirlenmesinde GenBank Kayıt Numarası NC\_001616 olan PVY izolatının genomu esas alınmıştır. (NC\_001616 kayıt numaralı izolatın kılıf protein bölgesi, 8573-9373 nükleotidleri arasında yer almaktadır). Daha sonra GenBank'da kayıtlı diğer PVY izolatları ile nükleotid BLAST (BLASTn) yöntemi ile karşılaştırılmıştır. İzolatlara ait elde edilen nükleotid dizilerinin büyüklükleri, PVY genomundaki pozisyonları ve benzerlik oranları Çizelge 5'de verilmiştir.



Şekil 1. SB-12 nolu izolat (PVY-0) ile inokule edilen Yolo Wonder biber çeşidinin yapraklarında oluşan mozayik semptomu

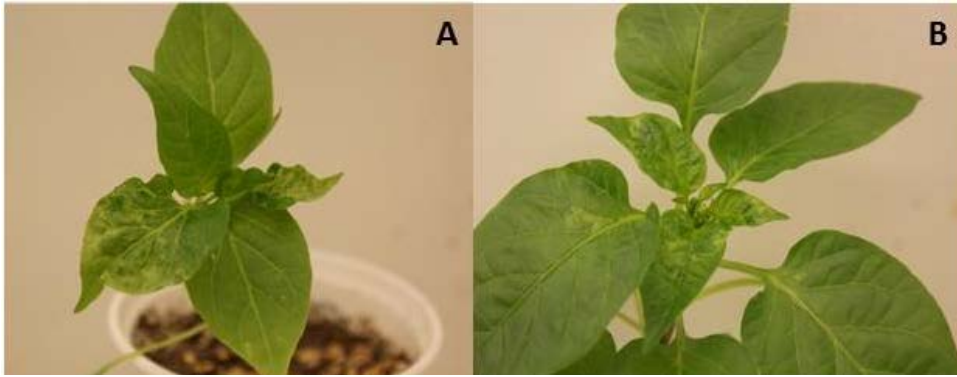
Figure 1. Mosaic symptom on leaves of pepper cultivar "Yolo Wonder" after inoculation with the SB-12 (PVY-0)

SÇ-9 (PVY-0), SÇ-84 (PVY-1) ve SÇ-87 (PVY-1) nolu izolatların, daha önceki bir çalışmada Türkiye'den elde edilmiş olan ve PVY-1 patotipine ait biber izolatı Tu12.3 (AJ303095) ve İspanya'daki bir çalışmada elde edilmiş olan ve PVY-0 patotipine ait olan domates izolatı LYE 84.2 (AJ439545) ile en yüksek nükleotid benzerlik oranına (% 97-98) sahip olduğu belirlenmiştir. Her üç izolat da PVY-1,2 patotipine ait Fransa orjinli SON-41 izolatı ile daha düşük oranda (% 94-96) benzerlik göstermiştir (Çizelge 5). Bu durum, biberi enfekte eden PVY-0 ve PVY-1 patotiplerinin CP bölgesi bakımından birbirine çok benzer, PVY-1,2 patotipine ise daha düşük oranda benzer olduğunu göstermiştir. Llave ve ark. (1999), İspanya'da biber yetiştirilen alanlardan elde edilen PVY patotipleri PVY-0, PVY-1 ve PVY-1,2'nin CP nükleotid ve aminoasit dizilerini karşılaştırmışlar ve en yüksek (% 99.2) dizi benzerliğinin 0 ve 1 patotipi arasında olduğunu, 0 ve 1 patotipleri ile patotip 1,2 arasında ise daha düşük (% 98.1) benzerliğin bulunduğunu belirlemişlerdir.



Çizelge 3. Samsun ilinden alınan biber örneklerinin *Potato virus Y* ile bulaşıklık oranları  
 Table 3. Incidence of *Potato virus Y* in pepper samples collected in Samsun province

Yıl	İlçe	Enfekteli Örnek/Toplam Örnek	Enfeksiyon Oranı (%)
2010	Çarşamba	18/245	7.3
	Bafra	39/202	19.3
	Terme	3/36	8.3
	Tekkeköy	0/19	0.0
	Toplam	60/502	11.9
2011	Çarşamba	18/227	7.9
	Bafra	6/227	2.6
	Terme	1/46	2.1
	Tekkeköy	5/10	50.0
	Toplam	30/510	5.8
Genel Toplam		90/1012	8.9



Şekil 2. SÇ-87 nolu izolatın (PVY-1), Yolo Wonder (A) ve YoloY (B) biber çeşidinin üst yapraklarında oluşturduğu mozayik simptomu

Figure 2. Mosaic symptom on upper leaves of pepper cultivars “Yolo Wonder” (A) and “Yolo Y” (B) inoculated with the isolate SÇ-87 (PVY-1),

Bu çalışmada, PVY'nin SÇ-9, SÇ-84 ve SÇ-87 izolatlarının, patatesten enfeksiyon oluşturan izolatlarla genetik olarak daha uzak (%88-96) ilişkiye sahip olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada ele alınan bu üç izolatın, PVY<sup>C</sup> ırkı ile ilişkili patates izolatlarına daha yüksek oranda (%95-96) benzer bulunması (Çizelge 5), izolatların PVY<sup>C</sup> ırkı ile yakın ilişkili olduğuna işaret etmiştir. Benzer şekilde, Buzkan ve ark. (2015), Hatay ilinde biber üretim alanlarından elde ettikleri PVY izolatlarının VPg ve CP geni dizi analizlerine göre tamamının C ırk grubunda yer aldığını ortaya koymuşlardır. Blanco-Urgoiti ve ark. (1998), pek çok biber izolatının patatesteki PVY<sup>C</sup> izolatları ile yakından ilişkili olduğunu ve serolojik, biyolojik ve moleküler analizler (CP geni dizisi ve RFLP analizleri) sonucuna

göre hemen hemen tüm biber izolatlarının C ırk grubunda yer aldığını belirlemişlerdir.

Kılıf protein bölgesi nükleotid dizi analizi sonucuna göre, PVY biber izolatlarının diğer PVY izolatları ile genetik ilişkilerini belirlemek amacıyla, farklı bitki türlerine ve lokasyonlara ait PVY izolatlarının (Çizelge 2) ve bir adet dış izolatın (*Bean common mosaic virus-BCMV*) nükleotid dizileri kullanılarak filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Neighbor-Joining (NJ) algoritmasına göre ve 1000 Bootstrap değeri seçilerek oluşturulan dendrogramın istatistiksel açıdan güvenilir olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3). Kılıf protein bölgesi için oluşturulan filogenetik ağaç incelendiğinde, Samsun'da biber alanlarından elde edilen SB-63 izolatının PVY-0 patotipine ait olmasına rağmen, patates bitkisinde saptanmış olan N grubu izolatlar ile aynı grupta yer



Çizelge 4. Patotip ayırım setine ait biber çeşitlerinin *Potato virus Y* (PVY) izolatlarına verdikleri reaksiyonlar ve Samsun'da belirlenen PVY patotipleri

Table 4. Reactions of differential pepper cultivars against to *Potato virus Y* (PVY) isolates and PVY pathotypes determined in Samsun province

İzolat	İlçe	Köy	Patotip Ayırım Reaksiyonları								Patotip
			Yolo Wonder		Yolo Y		Florida VR-2		CM-334		
			Reaksiyon	ELISA	Reaksiyon	ELISA	Reaksiyon	ELISA	Reaksiyon	ELISA	
SC-9	Çarşamba	Vakıfköprü	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SB-12	Bafra	Ağıllar	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SB-45	Bafra	Adaköy	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SB-62	Bafra	Yağmurca	S	+	S	+	R	-	R	-	PVY-1
SB-63	Bafra	Yağmurca	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SC-77	Çarşamba	Bafracalı	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SC-79	Çarşamba	Kumarlı	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SC-81	Çarşamba	Kumarlı	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SC-83	Çarşamba	Kirazbucağı	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SC-84	Çarşamba	Y.Karacalı	S	+	S	+	R	-	R	-	PVY-1
SC-85	Çarşamba	Y.Karacalı	S	+	R	-	R	-	R	-	PVY-0
SC-86	Çarşamba	Y.Karacalı	S	+	S	+	R	-	R	-	PVY-1
SC-87	Çarşamba	Y.Karacalı	S	+	S	+	R	-	R	-	PVY-1

S: Hassas, R: Dayanıklı, -:Negatif, +: Pozitif

aldığı gözlenmiştir. SC-9, SC-84 ve SC-87 izolatları ise C grubu izolatlar ile ayrı bir dalda kümelenmiştir. Şekil 3 ve Çizelge 2 birlikte değerlendirildiğinde N grubu izolatların % 82 bootstrap değeriyle desteklenen ayrı bir ana dalda, O ve C grubu izolatların ise % 81 bootstrap değeriyle diğer bir ana dalda yer aldığı görülmektedir. Sadece N grubundaki tek bir PVY izolatı (AJ584851) O ve C grubu izolatlar ile dendrogramda aynı kolda yer almıştır. PVY izolatlarının aralarındaki genetik ilişkilerin incelendiği önceki bazı çalışmalarda da dünya PVY izolatlarının 2 ana kola ayrıldığı rapor edilmiştir. CP bölgesine göre yapılan filogenetik analizlerde birinci grubun nekrotik ve rekombinant ırklardan (PVY<sup>NTN</sup>, PVY<sup>N</sup>, PVY<sup>NW<sub>i</sub></sup> ve PVY-N/P), diğer grubun ise PVY<sup>C</sup> ve PVY<sup>O</sup> ırklarından oluştuğu rapor edilmiştir (Van der Vlugt ve ark., 1993; Abdalla ve ark., 2016).

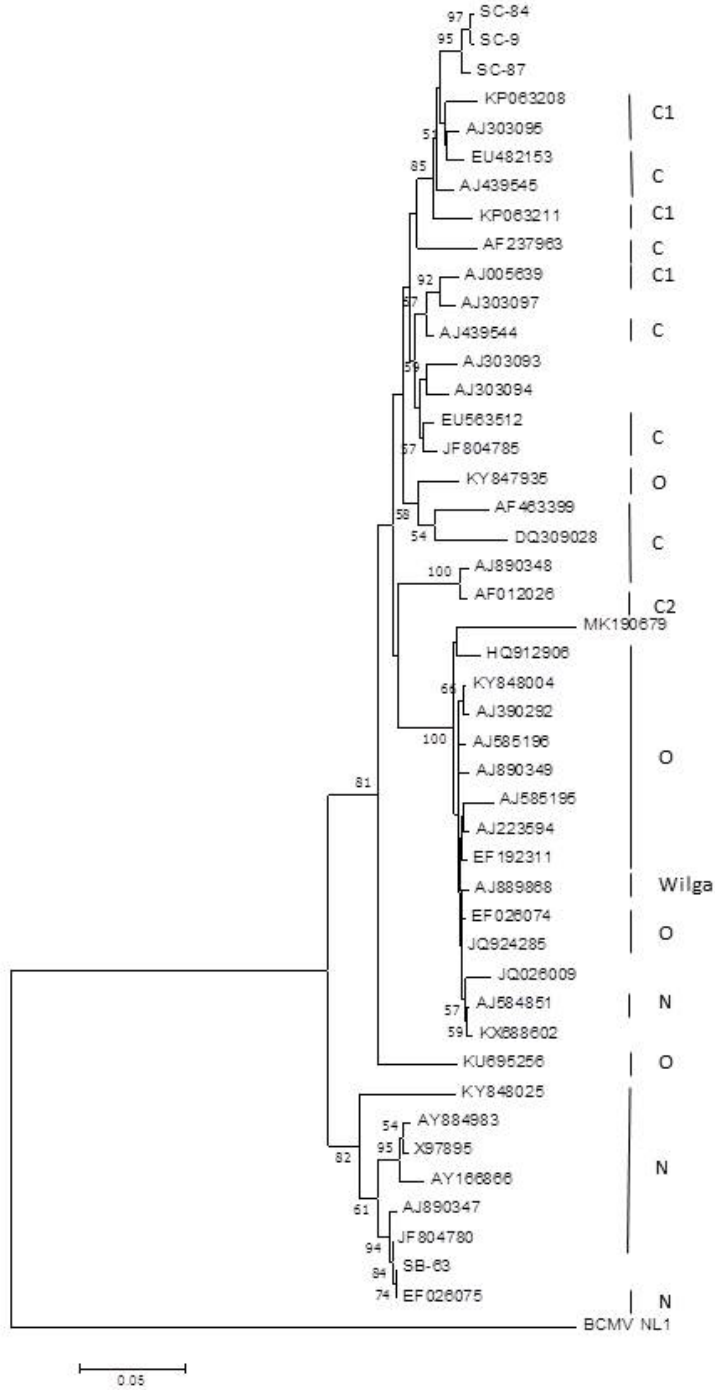
Bu çalışmada, CP nükleotid dizi analizleri sonucunda dört izolat içerisinde en farklı izolatın, Bafra ilçesinden elde edilen PVY-0 patotipine ait SB-63 nolu izolat olduğu ortaya konulmuştur. SB-63 izolatının CP bölgesinin, patatesten enfeksiyon oluşturan ve PVY<sup>NTN</sup> ırkına dahil olan ABD orjinli PB312 (EF026075) ve Polonya orjinli Cou8/03 (JF804780) izolatlarına nükleotid düzeyinde % 99 benzer olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu izolatın Türkiye biber izolatları ile

genetik benzerliği ise düşük (% 90) bulunmuştur. Bu sonuçlar SB-63 nolu izolatın patates orijinli olabileceğini ya da rekombinat bir ırk olabileceğine işaret etmiştir. Soto ve ark. (1994), PVY'nin biber ve patates izolatlarının daha çok biber ve patatese özgü olduklarını ve aralarındaki geçişlerin sınırlı olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte, diğer taraftan PVY'nin patates izolatlarının laboratuvar şartlarında biberi enfekte edebildiği ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Heldak, 1997; Kazinczi ve ark., 2003). Ayrıca, SB-63 izolatının CP bölgesine ait ileri ve geri yönlü primerler kullanılarak elde edilen sekans dizisi sonucu incelendiğinde, tek noktada (Şekil 4'de 117. nükleotid) değişimin olduğu, her iki sekans dizisinde de tek noktada Timin veya Guanin içeren piklerin bulunduğu gözlenmiştir. Bu durum, SB-63nolu izolatın bu pozisyonda Urasil (U) veya Guanin (G) içeren iki farklı PVY popülasyonu içerdiğine işaret etmiştir. Karışık virüs popülasyonlarının olması rekombinasyon ihtimalini de artırmaktadır. *Potyvirus* cinsinde yer alan virüs türlerinin doğada rekombinasyon yoluyla yeni ırklar oluşturabildiği bilinmektedir. PVY<sup>NTN</sup> ırkının, PVY<sup>N</sup> ve PVY<sup>O</sup> ırklarına ait izolatların rekombinasyonları sonucunda oluşan patatese özgü bir ırk olduğu bildirilmiştir (Ogawa ve ark., 2008).

Çizelge 5. *Potato virus Y* -biber izolatlarının kılıf protein (CP)bölgesi GenBank BLASTn analiz sonuçları  
 Table 5. Results of GenBank BLASTn analysis for the coat protein (CP) region of *Potato virus Y* -pepper isolates

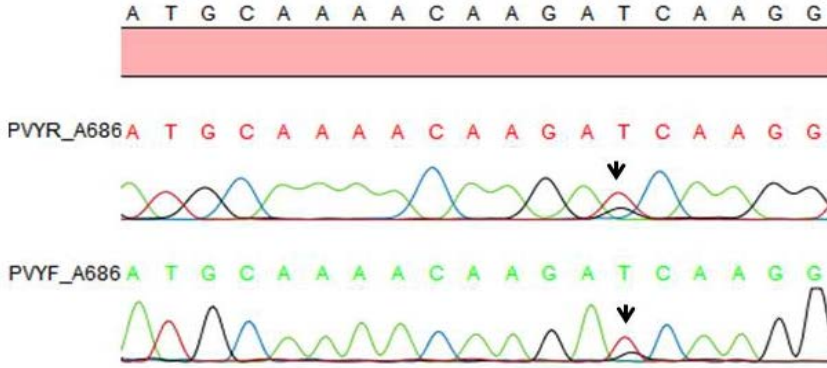
İzolat No	Patotip	Sekans Uzunluğu (bp)	Genom Pozisyonu*	Benzeşen İzolat adı	Erişim Numarası	Orijin Ülke	Orijin Bitki	Patotip/Irk	Benzerlik (%)
SÇ-9	PVY-0	879	8498-9376	Tu12.3	AJ303095	Türkiye	Biber	PVY-1	97
				LYE 84.2	AJ439545	İspanya	Domates	PVY-0	97
				K16.94	AJ303094	Tunus	Biber	PVY-1	95
				Si-15	AJ303093	İtalya	Biber	PVY-1	95
				SON-41	AJ439544	Fransa	<i>S. nigrum</i>	PVY-1,2	94
				PRI-509	EU563512	Hollanda	Patates	PVY <sup>C</sup>	95
				YC Zb	JF804785	Polonya	Patates	PVY <sup>C</sup>	95
				PVY-Kh81	EF192311	İran	Patates	PVY <sup>O</sup>	93
				SASA 207	AJ584851	UK	Patates	PVY <sup>N</sup>	91
				Cou8/03	JF804780	Polonya	Patates	PVY <sup>NTN</sup>	88
SB-63	PVY-0	881	8510-9390	PB312	EF026075	ABD	Patates	PVY <sup>NTN</sup>	99
				Cou8/03	JF804780	Polonya	Patates	PVY <sup>NTN</sup>	99
				PVY-Kh81	EF192311	İran	Patates	PVY <sup>O</sup>	92
				Tu12.3	AJ303095	Türkiye	Biber	PVY-1	90
				K16.94	AJ303094	Tunus	Biber	PVY-1	90
				Si-15	AJ303093	İtalya	Biber	PVY-1	90
				SON-41	AJ439544	Fransa	<i>S. nigrum</i>	PVY-1,2	90
				SASA 207	AJ584851	UK	Patates	PVY <sup>N</sup>	91
				LYE 84.2	AJ439545	İspanya	Domates	PVY <sup>O</sup>	89
				PRI-509	EU563512	Hollanda	Patates	PVY <sup>C</sup>	89
SÇ-84	PVY-1	885	8508-9391	YC Zb	JF804785	Polonya	Patates	PVY <sup>C</sup>	89
				Tu12.3	AJ303095	Türkiye	Biber	PVY-1	98
				LYE 84.2	AJ439545	İspanya	Domates	PVY-0	97
				Si-15	AJ303093	İtalya	Biber	PVY-1	96
				K16.94	AJ303094	Tunus	Biber	PVY-1	95
				SON-41	AJ439544	Fransa	<i>S. nigrum</i>	PVY-1,2	95
				PRI-509	EU563512	Hollanda	Patates	PVY <sup>C</sup>	95
				PVY-Kh81	EF192311	İran	Patates	PVY <sup>O</sup>	93
				SASA 207	AJ584851	UK	Patates	PVY <sup>N</sup>	91
				Cou8/03	JF804780	Polonya	Patates	PVY <sup>NTN</sup>	89
SÇ-87	PVY-1	806	8586-9390	PB312	EF026075	ABD	Patates	PVY <sup>NTN</sup>	89
				Tu12.3	AJ303095	Türkiye	Biber	PVY-1	98
				LYE 84.2	AJ439545	İspanya	Domates	PVY-0	98
				K16.94	AJ303094	Tunus	Biber	PVY-1	96
				Si-15	AJ303093	İtalya	Biber	PVY-1	96
				PRI-509	EU563512	Hollanda	Patates	PVY <sup>C</sup>	96
				YC Zb	JF804785	Polonya	Patates	PVY <sup>C</sup>	96
				SON-41	AJ439544	Fransa	<i>S. nigrum</i>	PVY-1,2	96
				PVY-Kh81	EF192311	İran	Patates	PVY <sup>O</sup>	93
				SASA 207	AJ584851	UK	Patates	PVY <sup>N</sup>	92
SÇ-87	PVY-1	806	8586-9390	PB312	EF026075	ABD	Patates	PVY <sup>NTN</sup>	90
				Cou8/03	JF804780	Polonya	Patates	PVY <sup>NTN</sup>	90

\*: Bu çalışmadaki biber izolatlarının, PVY genomundaki pozisyonlarının belirlenmesinde GenBank Kayıt Numarası NC\_001616 olan PVY izolatının genomu esas alınmıştır. Bu izolatın kılıf protein bölgesi, 8573-9373 nükleotidleri arasında yer almaktadır.



Şekil 3. *Potato virus Y* (PVY) izolatlarının kılıf protein (CP) bölgesi nükleotid dizisine göre aralarındaki genetik ilişkiyi gösteren filogenetik ağaç. Filogenetik analizde MEGA 7 yazılımında yer alan Neighbor-joining (NJ) yöntemi kullanılmıştır. % 50' nin altındaki bootstrap değerleri dendrogramda yer almamıştır. Ölçek, her nükleotid pozisyonu için 0.05 değişimi göstermektedir. *Potyvirus* cinsi üyesi *Bean common mosaic virus* NL1 ırkı (KM023744), filogenetik ağacın oluşturulmasında dış grup olarak kullanılmıştır. Referans izolatlarına ait bilgiler Çizelge 2'de yer almaktadır.

Figure 3. Phylogenetic tree showing genetic relationships among *Potato virus Y* (PVY) isolates according to the coat protein nucleotide sequences. The tree was constructed using Neighbor-Joining (NJ) method in the MEGA 7 program. Bootstrap values more than 50 % are labelled. The scale bar represents 0.05 substitutions per nucleotide site. The sequence of *Bean common mosaic virus* (Potyvirus) NL-1 strain (KM023744) was used as the outgroup. The data of reference isolates are presented in Table 2.



Şekil 4. SB-63 nolu izolataın CP gen bölgesinin her iki yöne ait primerler (ileri: PVYF ve geri: PVYR) ile elde edilen sekans sonucunun bir bölümü. Aynı pozisyondaki Timin veya Guanin pikleri hizalanmış dizide okla gösterilmiştir

Figure 4. The partial result of sequence analysis belonging to the CP region of the isolate SB-63 obtained with forward (PVYF) and reverse (PVY-R) primers. Thymine or guanine peaks at the same position of the sequence alignment are shown by arrow.

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada, Samsun ilinde biber üretim alanlarında PVY'nin 0 ve 1 patotiplerinin bulunduğu ortaya konulmuş, PVY-0 patotipinin PVY-1 patotipine göre daha yaygın olduğu belirlenmiştir. Her iki patotip de biber üretiminin yoğun olarak yapıldığı Çarşamba ve Bafra ilçelerinde tespit edilmiştir. Her ne kadar PVY-1 patotipi bölgede daha az oranda belirlenmiş olsa da, PVY-0 patotipine göre daha şiddetli belirtiler oluşturması nedeni ile bölgede yapılacak olan biber ıslahı çalışmalarında PVY-0 ve PVY-1 patotiplerinin her ikisine karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir. CP geni nükleotid dizi analizlerine göre PVY'nin SB-63 nolu izolataının diğer patotiplerden farklı bir profil sergilediği ortaya konmuştur. SB-63 izolata ile ilgili daha detaylı çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca bu çalışmada, Samsun ilinde PMMoV ilk defa belirlenmiştir. Bir *Tobamovirus* cinsi üyesi olan PMMoV, Türkiye'de bugüne kadar başta Akdeniz Bölgesi olmak üzere birçok bölgede tespit edilmiştir. Söz konusu virüsün Samsun ilinde biber üretim alanlarında ne derece yaygın olduğu, ekonomik anlamda zarara neden olup olmadığı bilinmemektedir. PMMoV'nin bölgede biber üretim alanlarındaki yaygınlığı ve epidemiyolojisi üzerine daha detaylı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

#### Teşekkür

Bu araştırma, "Samsun ilinde biber üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan Potato virus Y (PVY) patotiplerinin karakterizasyonu ve bazı biber çeşit ve hatlarının PVY'ye karşı dayanıklılık düzeylerinin araştırılması" isimli doktora tez çalışmasından üretilmiş ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO.ZRT1904.10.019 nolu Proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Abdalla O.A., Eraky A.I., Mohamed S.A., Fahmy F.G., 2016. Phylogenetic analysis of Potato virus Y (PVY) isolate from upper Egypt proves the widespread of PVY-NTN strain causing PTNRD disease in Egypt. *Annals of Virology and Research*, 2 (3): 1020.
- Aramburu J., Galipienso L., Matas M., 2006. Characterization of potato isolates from tomato crops in northeast Spain. *European Journal of Plant Pathology*, 115: 247-258. DOI:10.1007/s10658-006-9003-x
- Arlı-Sökmen, M., Mennan, H., Sevik, M.A., Ecevit, O., 2005. Occurrence of viruses in field-grown pepper crops and some of their reservoir weed hosts in Samsun, Turkey. *Phytoparasitica*, 33 (4): 347-358. DOI:10.1007/BF02981301
- Blanco-Urgoiti B., Sánchez, F., Pérez de San Román, C., Dopazo, J., Pons, F., 1998. Potato virus Y group C isolates are a homogenous pathotype but two different genetic strains. *Journal of General Virology*, 79: 2037-2042.
- Buzkan, N., Demir, M., Öztekin, V., Mart, C., Çağlar, B. K., Yılmaz, M. A., 2006. Evaluation of the status of capsicum viruses in the main growing regions of Turkey. *EPPO*

- Bulletin, 36 (1): 15–19. DOI:10.1111/J.1365-2338.2006.00936.X
- Buzkan, N., Arpacı, B.B., Moury, B., Fabre, F., 2012. Sürekli virüs dayanıklılığı için Türkiye’de biberler ve potyvürsler arasındaki genetik ilişkinin analizi. TÜBİTAK TOVAG 109O447 Nolu Proje Sonuç Raporu, 54s. <http://https://app.trdizin.gov.tr/publication/project/detail/TVRF MU16QXc> (Erişim tarihi: 15.06.2020).
- Buzkan, N., Arpacı, B.B., Görsoy, G., Zencirkıran, M., Moury, B., 2015. Genetic variability of Potato virus Y (PVY) and Tobacco etch virus (TEV) from naturally infected pepper fields in the Hatay region of Turkey. Archives of Phytopathology and Plant Protection. 48 (7): 588–600. DOI:10.1080/03235408.2015.1091133
- Caranta, C., Thabuis, A., Palloix, A., 1999. Development of a CAPS marker for the Pvr4 locus: a tool for pyramiding Potyvirus resistance genes in pepper. Genome / National Research Council Canada. 42(6): 1111-1116. DOI:10.1139/G99-069
- Chikh Ali M., Maoka T., Natsuaki T., Natsuaki K. T., 2010. PVYNTN-NW, a novel recombinant strain of Potato virus Y predominating in potato fields in Syria. Plant Pathology, 59: 31 – 41. DOI:10.1111/J.1365-3059.2009.02174.X
- Clark, M.F., Adams, A.N., 1977. Characteristics of microplate metod of Enzyme-linked Immunosorbent Assay for the detection of plant viruses. Journal of General Virology, 34, 475-483. DOI:10.1099/0022-1317-34-3-475
- Çelik, N., Özalp, R., Göçmen, M., 2012. Antalya ili örtü altı biber yetiştiriciliğinde Patates Y Virüsü (PVY) patotiplerinin belirlenmesi ve bazı biber çeşitlerinin PVY’ye karşı reaksiyonları. Bitki Koruma Bülteni, 52 (3): 235-246. DOI:10.16955/BKB.12862
- Echer, M., Costa, C.P., 2002. Reaction of sweet pepper to the Potato Virus Y (PVYm)1. Scientia Agricola, 59 (2): 309-314. DOI:10.1590/s0103-90162002000200016
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org](http://www.fao.org). URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>. (Erişim tarihi:16.06.2020).
- Felsenstein, J., 1981. Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. Journal of Molecular Evolution, 17 (6): 368–376. DOI:10.1007/BF01734359
- Gebre-Selassie, K., Marchoux, G., Delecalle, B., Pochard, E., 1985. Variabilite naturelle des souches du virus Y de la porn me de terre dans les cultures de piment du Sud- Est de la France. Caracterisation et classification en pathotypes. Agronomie, 5 (7): 621-630. DOI:10.1051/agro:19850708
- Glais, L., Tribodet, M., Kerlan, C., 2002. Genomic variability in Potato potyvirus Y (PVY): evidence that PVYNW and PVYNTN variants are single to multiple recombinants between PVYO and PVYN isolates. Archives of Virology, 147, 363–378. DOI:10.1007/s705-002-8325-0
- Grzela, R., Szolajka, E., Ebel, C., Madern, D., Favier, A., Wojtal, I., Zagorski, W., Chroboczek, J., 2008. Virulence factor of Potato virus Y, genome-attached terminal protein VPg, is a highly disordered protein. Journal of Biological Chemistry, 283(1): 213-221. DOI:10.1074/JBC.M705666200
- Gugerli, P., Fries, P., 1983. Characterization of monoclonal antibodies to Potato virus Y and their use for virus detection, Journal of General Virology, 64: 2471-2477. DOI:10.1099/0022-1317-64-11-2471
- Hamalainen, J.H., Watanabe, K.N., Valkonen, J.P.T., Arihara, A., Plaisted, R.L., Pehu, E., Miller, L., Slack, S.A., 1997. Mapping and marker-assisted selection for a gene for extreme resistance to Potato virus Y. Theoretical and Applied Genetics, 94: 192-197. DOI:10.1007/s001220050399
- Heldak, J., 1997. Symptomatological and serological evaluation of Potato virus Y (PVY) isolates in relation to potato tuber necrotic ringspot disease. Agriculture (Poľnohospodárstvo), 43 (1): 18-32.
- Jordan, R. L., Hammond, J., 1991. Comparison and differentiation of Potyvirus isolates and identification of strain-, virus-, subgroup- specific, and Potyvirus group-common epitopes using monoclonal antibodies. Journal of General Virology, 72: 25-36. DOI:10.1099/0022-1317-72-1-25
- Karasev A. V., Gray S. M., 2013. Continuous and emerging challenges of Potato virus Y in potato. Annual Review of Phytopathology, 51: 571–586. DOI:10.1146/annurev-phyto-082712-102332
- Kazinci, G., Kovács, J., Takács, A.P., Horváth, J., Gáborjányi. R., 2003. Susceptibility of Capsicum breeding lines to NTN strain of Potato virus Y (PVY(NTN)) and Obuda pepper virus (ObPV). Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 68: 555-559.
- Kerlan, C., 2006. Potato Virus Y. AAB Descriptions of Plants Viruses, 414.
- Kerlan, C., Moury, B., 2008. Potato Virus Y. In Encyclopedia of Virology, 287-296. Edited by B.W.J. Mahy & M.H.V. van Regenmortel. Oxford: Academic Press.
- Kimura, M., 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. Journal of Molecular Evolution, 16 (2): 111–120. DOI:10.1007/BF01731581
- Llave, C., Martinez, B., Diaz-Ruiz, J.R., López-Abella, D., 1999. Serological analysis and coat protein sequence determination of Potato virus Y (PVY) pepper pathotypes and differentiation from other PVY strains. European Journal of Plant Pathology, 105 (9): 847-857. DOI:10.1023/A:1008775910680
- Moury, B., Morel, C., Johansen, E., Jacquemond, M., 2002. Evidence for diversifying selection in Potato virus Y and in the coat protein of other potyviruses. Journal of General Virology, 83: 2563–2573. DOI:10.1099/0022-1317-83-10-2563
- Ogawa, T., Tomitaka, Y., Nakagawa, A., Ohshima, K., 2008. Genetic structure of a population of Potato virus Y inducing potato tuber necrotic ringspot disease in Japan; comparison with North American and European populations. Virus Research, 131: 199–212. DOI:10.1016/J.VIRUSRES.2007.09.010
- Palloix, A., Abak, K., Gognalons, P., Daubeze, A.M., Güldür, M.E., Memouchi, G., Selassie, K.G., 1994. Virus diseases isñfecting pepper crops in Türkiye. 9th Congress of the Mediteranean Phytopathological Union, September 18-24, Kuşadası-Aydın, Türkiye, 469-472.
- Palloix A., Kyle M., 1995. Proposal revision of gene nomenclature for Potyvirus resistance genes in Capsicum sp.. Capsicum and Eggplant Newsletter, 14: 26-29.
- Quenouille J., Vassilakos N., Moury B., 2013. Potato virus Y: a major crop pathogen that has provided major insights

- into the evolution of viral pathogenicity. *Molecular Plant Pathology*, 14: 439 – 452. DOI:10.1111/mpp.12024
- Revers, F., Le Gall, O., Candresse, T., Le Romancer, M., Dunez, J., 1996. Frequent occurrence of recombinant Potyvirus isolates. *Journal of General Virology*, 77: 1953–1965. DOI:10.1099/0022-1317-77-8-1953
- Riechmann, J.L., Lain, S., Garcia, J.A., 1992. Highlights and prospects of Potyvirus molecular biology. *Journal of General Virology*, 73: 1-16.
- Rigotti, S., Gugerli, P., 2007. Rapid identification of Potato virus Y strains by one-step triplex RT-PCR. *Journal of Virological Methods*, 140: 90–94. DOI:10.1016/J.JVIROMET.2006.11.002
- Saitou, N., Nei, M., 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. *Molecular Biology and Evolution*, 4: 406-425. DOI:10.1093/oxfordjournals.molbev.a040454
- Soto, M.J., Luis Artega, M., Fereres, A., Ponz, F., 1994. Limited degree of serological variability in pepper strains of Potato virus Y as revealed by analysis with monoclonal antibodies. *Annals of Applied Biology*, 124: 37–43. DOI:10.1111/j.1744-7348.1994.tb04113.x
- Thompson J.D, Higgins, D.G., Gibson, T.J. 1994. CLUSTALW: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. *Nucleic Acids Research*. 22: 4673-4680. DOI:10.1093/nar/22.22.4673
- TÜİK, 2018. Türkiye İstatistik Kurumu. [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr). URL: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi:16.06.2020).
- Urcuqui-Inchima, S., Haenni, A.L., Bernardi, F., 2001. Potyvirus proteins: a wealth of functions. *Virus Research*, 74: 157-175. DOI:10.1016/S0168-1702(01)00220-9
- Van der Vlugt, R.A, Leunissen, J., Goldbach, R., 1993. Taxonomic relationships between distinct potat virus Y isolates based on detailed comparisons of the viral coat proteins and 3'-nontranslated regions. *Archives of Virology*, 131 (3-4): 361-375. DOI:10.1007/BF01378638
- Varveri, C., 2000. Potato Y potyvirus detection by immunological and molecular techniques in plants and aphids. *Phytoparasitica*, 28: 141-148. DOI:10.1007/BF02981743

## Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.713698

# Kivide Aşı Başarısı ve Fidan Gelişim Performansı Üzerine Anaç ve Çeşitlerin Etkisinin Belirlenmesi

 Ahmet Öztürk<sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, Türkiye

\*Sorumlu yazar/corresponding author: ozturka@omu.edu.tr

Geliş/Received 02/04/2020 Kabul/Accepted 17/06/2020

## ÖZET

Bu çalışma, iki farklı kivi çeşidinin (*Actinidia deliciosa* cvs. Bruno ve Hayward) tohumlarından elde edilen çöğürler üzerine aşılanan dört farklı kivi çeşidinin aşı başarısı ve fidan gelişim performansını belirlemek amacıyla 2018 ve 2019 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmada aşı başarısı ve fidan gelişim performansı üzerine anaçların, çeşitlerin ve araştırma yıllarının farklı seviyelerde etki ettiği belirlenmiştir. Anaçlar üzerlerine aşılanan çeşitlerin aşı sürme, yaprak eni ve ortalama yaprak alanı hariç, incelenen diğer özelliklerini önemli derecede etkilemiştir. Çeşitler arasında ise incelenen tüm özellikler bakımından önemli farklılıkların olduğu saptanmıştır. Fidan yaşama oranı, sürgün boyu ve boğumlar arası mesafe üzerine araştırma yıllarının önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Çalışmada genellikle aşı başarısının Hayward anacı üzerine aşıli bitkilerde, fidan gelişim performansının ise Bruno anacı üzerine aşıli bitkilerde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Aşı başarısının Hayward çeşidinde diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu ve Bruno çeşidinin fidan gelişim performansının, diğer çeşitlere kıyasla daha iyi olduğu belirlenmiştir. En yüksek aşı sürgün çapı ve boyunun Bruno anacı üzerine aşıli Bruno çeşidinde (sırasıyla 11.50 mm ve 279.5 cm); en yüksek yaprak eni ve boyu ile ortalama ve bitkideki toplam yaprak alanının ise Hayward anacı üzerine aşıli Hayward çeşidinde (sırasıyla 16.4 cm, 13.5 cm, 172.6 cm<sup>2</sup> ve 6999.9 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup>) olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak aşı başarısı bakımından Hayward anacının, fidan gelişim performansı bakımından ise Bruno anacının daha iyi sonuçlar verdiği açığa çıkarılmıştır.

Anahtar Sözcükler:  
Anaç  
Aşı başarısı  
Çeşit  
Kivi  
Sürgün boyu  
Yaprak alanı

## Determination of rootstocks and cultivars on graft success and sapling growth performance on kiwifruit

### ABSTRACT

This study was aimed to determine the graft success and sapling growth performance of four different kiwi varieties grafted on the seeds obtained from two different kiwi cultivars (*Actinidia deliciosa* cvs. Bruno and Hayward) in 2018 and 2019 years. Rootstocks, cultivars and research years had differently significant effects on graft success and sapling development performance. Rootstocks had a significant effect on the other characteristics of the grafted cultivars, except for graft sprouting, leaf width and average leaf area. There were significant differences between the cultivars in terms of all the examined characteristics. It has been determined that the years of research have a significant effect on the survival ratio, shoot length and internode distances. It was generally determined that the graft success was higher in the plants grafted on the Hayward rootstock and the growth performance of the saplings was higher in the plants grafted on the Bruno rootstock. It was observed that the graft success was higher in the Hayward cultivar than other cultivars and the sapling growth performance was better in the Bruno cultivar compared to other cultivars. The highest shoot length and diameter was observed from Bruno cultivar grafted on the Bruno rootstock (11.50 mm and 279.5 cm, respectively); the highest leaf width and height and mean leaf area and total leaf area in the plant were detected in Hayward cultivar grafted on the Hayward rootstock (16.4 cm, 13.5 cm, 172.6 cm<sup>2</sup> and 6999.9 cm<sup>2</sup> plant<sup>-1</sup> respectively). As a result, it was revealed that Hayward rootstock gave better results in terms of graft success and Bruno rootstock in terms of sapling growth performance

Keywords:  
Rootstock  
Graft success  
Cultivar  
Kiwifruit  
Shoot length  
Leaf area

© OMU ANAJAS 2020



## 1. Giriş

Türkiye’de 1980’li yıllardan itibaren yetiştirilmeye başlanan kivi (*Actinidia deliciosa* cvs), yüksek besin içeriğine sahip olmasının yanında birim alandan yüksek getirisi nedeniyle üreticiler tarafından büyük ilgi görmektedir (Zenginbal ve Özcan, 2000; Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2015). Türkiye 2018 yılı verilerine göre yaklaşık 4 milyon tonluk Dünya kivi üretiminin, 61.920 tonluk üretimiyle %1.5’lik kısmını gerçekleştirmiştir. Ülkemiz bu üretim miktarı ile Çin, İtalya ve Yeni Zelanda gibi ülkelerden sonra 7. sırada yer almaktadır (FAO, 2020). Türkiye’de 2015 yılında 41.640 ton olan kivi üretimi 2019 yılında 63.798 tona ulaşmış olup 2019 yılı kivi üretiminde Yalova, Bursa, Ordu, Samsun ve Rize illeri ilk 5’de yer almakta ve bu iller üretimin büyük kısmını (%77.5) karşılamaktadır. Türkiye’de kivi üretimi en fazla Marmara Bölgesi (36.869 ton, %57.8) ve Karadeniz Bölgesi’nde (23.333 ton, %33.6) yapılmakta olup bu bölgeleri Akdeniz Bölgesi takip etmektedir. Türkiye’de 2017 yılında 304.419 adet olan meyve vermeyen kivi omca sayısı %13.8’lik artış ile 2018 yılında 353.245; 2019 yılında da %10.7 artışla 395.649 adede yükselmiştir. Yine 2017 yılında 1.688.310 adet olan toplam ağaç sayısı %8.3 artarak 2018 yılında 1.842.092 adede yükselmiş, 2019 yılında ise %8.4 artarak 2.011.291 adet olmuştur (TÜİK, 2020). Yüksek verim ve karlılığın yanında uzun süre depolanabilmesi dolayısıyla Türkiye’de son yıllarda kivi yetiştiriciliğine ilgi hızla artmaktadır. Artan bu ilgi dolayısıyla modern tarım tekniklerinin uygulandığı kivi bahçelerinin sayısı her geçen gün artmakta ve yeni bahçeler tesis edilmeye devam edilmektedir (Atak, 2015; Atak, 2018). Kivide ticari üretim için artan fidan talebine rağmen, genellikle düşük aşı başarısının kivi yetiştiricileri için büyük bir problem olduğu ifade edilmiştir (Pandey ve ark., 2019).

Kivi yetiştiriciliğine olan ilgideki artışa bağlı olarak yeni bahçelerin kurulması için gerekli, yeter miktarda ve kalitede fidan üretiminin sağlanabilmesi önemlidir. Vejetatif ve generatif olarak çoğaltılabilen kivide diğer meyve türlerinde de olduğu gibi fidan üretiminde vejetatif yollarla çoğaltım tercih edilmektedir (Loreti ve ark., 1991; Lawes, 1992; Zenginbal ve ark., 2006; 2007; Ferguson ve Seal, 2008; Öztürk ve ark., 2011). Bu çoğaltım yöntemleri arasında ise en yaygın kullanılan yöntem aşı ile çoğaltma olup çelik ve doku kültürleri ile üretim de yapılabilmektedir. Çelikle çoğaltmada kısa zamanda hızlı ve çok fazla fidan üretilebilmesine rağmen üretilen fidanların kök yapısının zayıf gelişmesi önemli bir dezavantajdır (Diaz Hernandez ve Garcia Berrios, 1997). Doku kültürü ile üretilen fidanların ise çelik ve aşı ile çoğaltılan fidanlara göre gençlik kısırlığı süresinin uzun olması (Monastra ve Testoni, 1991), aşılı fidana ilgiyi artırmaktadır (Zenginbal ve Özcan, 2003; Öztürk ve ark., 2011; Sedaghatthoor ve Noie, 2016). Kivide doğrudan genaratif çoğaltımda tohumdan çıkan

bitkilerin yaklaşık %80’nin erkek, %20’sinin dişi bireylerden oluşması, elde edilen bu bitkilerin cinsiyetinin çiçeklenme dönemine kadar tam olarak bilinmemesi (Samancı, 1990) ve uzun süren gençlik kısırlığı dönemlerinden dolayı bu çoğaltım yöntemi doğrudan üretimde kullanılmamaktadır. Tohumdan elde edilen bu bitkilerin kivinın aşı ile çoğaltımında anaç olarak değerlendirilmesi önerilmektedir (Zenginbal ve Özcan, 2000; Zenginbal ve Özcan, 2003). Kök sistemi güçlü olan aşı ile çoğaltılan fidanlar kurağa dayanımlarının daha iyi olması dolayısıyla sıcak bölgelerde tercih edilebilirler (Samancı, 1990). Meyve ağaçlarının büyüme gücü, gelişme, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri olan anaçlar aynı zamanda üzerine aşılanan çeşit ile aşı uyuma durumu ve yaşam süresini de etkilemektedir (Yılmaz, 1994; Hartmann ve ark., 2011; Dolkar ve ark., 2018; Bolat ve İkinci, 2019). Kivi’de günümüzde oldukça fazla ticari çeşit bulunmaktadır. Literatürde, bu çeşitler için en uygun anaçların hangisinin olduğu ya da bu çeşitlerin anaçlık potansiyelinin saptandığı çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Özellikle yurtdışında yapılan çalışmalarda genellikle Hayward veya Bruno çeşidinin çöğürleri anaç olarak kullanılırken (Viti ve ark., 1990; Cruz-Castillo ve ark., 1992; Wang ve ark., 1994; Kwack ve ark., 2011; Sedaghatthoor ve Noie, 2016), ülkemizde ise yetiştiriciliği en fazla yapılan Hayward çeşidinin çöğürleri (Zenginbal ve ark., 2006; Zenginbal, 2007; Öztürk ve ark., 2011; Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2015) aşıları kivi fidanı üretiminde kullanılmaktadır. Saksıda yetiştiricilikte yapılan bir çalışmada, çelikle çoğaltılan Hayward ve Bruno anaçlarının üzerine yapılan aşı işleminde yeterli kalitede fidan elde edilememiştir (Sedaghatthoor ve Noie, 2016). Hayward çöğür anacına aşıları fidanların ilk yıllarda çok iyi gelişme göstermemesi bu çeşide alternatif bir anaç arayışını da gerektirmiştir. Çeşitlerden elde edilen çöğürlerin anaçlık potansiyellerinin karşılaştırıldığı ve daha güçlü fidanların elde edildiği açık arazideki performanslarının belirlenmesine yönelik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma ile kivide aşı başarısı ve fidan gelişim performansı üzerine anaç ve çeşidin etkisinin ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1 Materyal

Bu araştırma, Samsun ili Atakum ilçesi ekolojik koşullarındaki bir üretici bahçesinde (Kuzey:41°22’, Doğu:36°10’, Rakım:182 m) 2018 ve 2019 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü arazi % 1 eğime sahip düz bir alandır. Çalışmada anaç materyali olarak Hayward ve Bruno kivi çeşitlerinin (*Actinidia deliciosa*) tohumlarından üretilen 1 yaşlı çöğürleri ile aşı kalemi olarak Bruno, Gold® (HORT16A), Hayward

ve Matua (*Actinidia deliciosa*) çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma süresince deneme alanının sıcaklık (°C) ve nem (%) değerleri sıcaklık ve nem kaydedici Hobo ile (Kimo KT 100, Fransa) belirlenmiş, belirlenen iklimsel veriler Şekil 1’de verilmiştir.

Deneme arazisi toprağı; killi (% 83), az kireçli (% 0.50), tuzsuz (% 0.105), fazla azotlu (% 0.24), çok yüksek fosforlu (63.2 kg da<sup>-1</sup>), fazla miktarda potasyumlu (236 kg da<sup>-1</sup>), yüksek organik madde içeriğine (% 5.76) sahip ve hafif asidik (pH 6.60) karakterdedir.

## 2.2 Yöntem

Anaç materyali yetiştirmek amacıyla Bruno ve Hayward kivi çeşitlerinin meyveleri Kasım ayının ilk haftasında, % 6.5 suda çözünebilir kuru madde içeriğinde hasat edilmiştir. Meyvelerin karpit ile olgunlaştırılmasının ardından meyve kabukları paslanmaz bıçak ile soyulmuş ve el ile parçalanmış, akabinde bir elek içerisinde akan musluk suyu altında meyve eti ve tohumlar birbirinden ayrılmıştır. Elde edilen tohumlar laboratuvar ortamında oda koşullarında (21°C ve %75 oransal nem) kurutulduktan ve +4.0oC’deki soğutucuda bekletildikten sonra, her iki deneme yılında da Nisan ayının ilk haftasında torf içerisine serpmeye olarak ekilmiştir. Tohumlar çimlenip fidelerde ilk gerçek yapraklar çıkmaya başlayınca, bu fideler 2:1 oranında torf + perlit karışımıyla doldurulmuş viyollere şaşırtılmıştır. Bitkiler 3 gerçek yapraklı aşamaya ulaşınca, fidan yetiştirme parsellerine sıra arası 125 cm ve sıra üzeri 20 cm olacak şekilde temmuz ayının ilk haftasında dikilmişlerdir. Fidanlarda sulama (damlama sulama), gübreleme ve yabancı ot mücadelesi düzenli olarak yürütülmüştür.

Çalışmada aşılacak aşamaya gelen çöğürlerde aşılama işlemi bölgede daha önce Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015)’nin önerdiği şekliyle, 15 Mart’ta dilciksiz kalem aşısı yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Araştırmada aşısı işleminin daha kolay uygulandığı, aşısı başarısı ve fidan gelişiminin daha iyi olduğu Bruno ve Hayward çeşitlerine ait kalın çaplı çöğürlere (7.01 mm ≤) aşılama yapılmıştır (Öztürk ve ark., 2011). Bruno, Hayward, Gold® (dişi) ve Matua (erkek) çeşitlerine ait aşısı kalemleri bitkilerin kış dinlenme döneminde (şubat ayında) alınarak, aşısı zamanına kadar 0-4°C’de muhafaza edilmiştir (Öztürk ve ark., 2012; Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2015).

Araştırmada aşısı tutma oranı (%), aşısı sürme oranı (%), fidan yaşama oranı (%), sürgün boyu (cm) ve çapı (mm), sürgündeki yaprak sayısı (adet), yaprak ayası eni (cm) ve (boyu), yaprak sapı uzunluğu (cm) ve kalınlığı (mm), ortalama yaprak alanı (cm<sup>2</sup>), toplam yaprak alanı (cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup>), boğum arası mesafe (cm) daha önce benzer konularda yapılan Zenginbal (2007), Zenginbal ve ark. (2007), Öztürk ve ark. (2011), Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015) ve Sedagathoor ve Noie (2016) çalışmalara göre belirlenmiştir. Ortalama yaprak alanı Uzun ve

Çelik (1999)’in belirlemiş olduğu Uz-Çelik 1 modeline göre hesaplanmıştır.

## 2.3 Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırma, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 bitki olacak şekilde, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş olup elde edilen verilerden yüzde (%) olarak ifade edilen (aşısı tutma, sürme ve yaşama oranı) değerlere açısı (arc sin<sup>√x</sup>) transformasyonu uygulanmış, sonuçların sunulmuş olduğu çizelgelerde ise gerçek değerler verilmiştir. Araştırmadan elde edilen verilerin ortalamaları, ‘Office Excel 2015’ programında alınmış ve ortalamalar arasındaki farklılıklar IBM SPSS 21.0 paket programında analiz edilmiş ve ortalamaların karşılaştırılmasında ‘Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi’ kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar çizelgelerde iki yıllık ortalamalar üzerinden sunulmuştur.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada kivide aşısı başarısı (aşısı tutma oranı, aşısı sürme oranı ve fidan yaşama oranı) ve fidan gelişim performansı (sürgün çapı ve boyu, yaprak sayısı, yaprak eni, boyu ve alanı, yaprak sapı uzunluğu ve kalınlığı, ortalama yaprak alanı, bitki başına toplam yaprak alanı ve boğumlar arası mesafe) üzerine anaç, çeşit ve araştırma yıllarının etkisi incelenmiş olup, sonuçlar Çizelge 1 ve 2’de sunulmuştur.

### 3.1 Aşısı tutma oranı (%)

Araştırmada kivide aşısı tutma oranı üzerine anaçların, çeşitlerin ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir. Araştırmada aşısı tutma oranının Hayward anaçları üzerine çeşitler aşılandığında (%95.76) Bruno çeşidi üzerine aşılananlardan (%94.46) daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında aşısı tutma oranının %90.83-%99.58 arasında değiştiği ve en yüksek aşısı tutma oranının Hayward çeşidinde (%99.58), en düşük aşısı tutma oranının ise Matua çeşidinde (%90.83) olduğu tespit edilmiştir. Aşısı tutma oranının anaç x çeşit interaksyonu bakımından %100.0-%90.83 arasında değiştiği belirlenmiş olup, en yüksek aşısı tutma oranının Bruno üzerine Hayward ve Hayward üzerine Hayward ve Gold çeşitlerinin aşılanmasından elde edildiği saptanmıştır (Çizelge 1).

Araştırmamızda aşısı tutma oranı anaç, çeşit ve anaç x çeşit bakımından farklılık gösterirken yıllar arasında farklılık görülmemiştir. Anaç ve çeşitler arasında ortaya çıkan farklılığın genetik yapıdan kaynaklandığı düşüncesi en gerçekçi yaklaşım olabilir. Nitekim aşısı yapılan bitkiler arasındaki genetik yapı farklılığının aşıda başarıyı etkileyebileceği vurgulanmıştır (Hartmann ve ark., 2011). Araştırmada aşısı tutma oranının her iki yılda da benzer olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada aşıların yapıldığı 15 Mart tarihinde iklim

koşullarının aşı yapılmaya uygun olduğu (Şekil 1) görülmektedir. Sıcaklık ve nemin aşı tutma oranını etkilediği (Yılmaz, 1994) ve kivide benzer konularda yapılan çalışmalarda aşı tutma oranı üzerine dilcikli ve dilciksiz aşı yöntemlerinin olumlu etki yaptığı bildirilmiştir (Zenginbal ve ark., 2005; Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2015). Araştırmada çeşitlerin aşı tutma oranları ile ilgili elde edilen sonuçlar Zenginbal (2007)'ın bildirdiği sonuçlar ile benzerlik göstermektedir. Araştırmacı aşı tutma oranı üzerine çeşitlerin etkisinin olduğunu ve aşı tutma oranının Hayward çeşidinde %98.3-100; Bruno çeşidinde %85.0-88.3, Matua çeşidinde %95.0-100, Tomuri çeşidinde ise %90 olduğunu bildirmiştir. Kivide aşı tutma oranını Zenginbal ve ark. (2006) %91.2-93.3; Öztürk ve ark. (2011) %82.9-97.5; Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015) %93.7-99.7 arasında bildirmişlerdir. Hayward ve Bruno çeşitlerinin çeliklerinin anaç olarak kullanıldığı bir çalışmada anaç ve aşı yönteminin aşı tutma oranını etkilemediği aşı yöntemi x anaç interaksyonunun önemli etkisinin olduğu ve aşı tutma oranının %66.7-100 arasında değiştiği bildirilmiştir (Sedaghatthoor ve Noie, 2016). Araştırmamızda belirlenen aşı tutma oranları, belirtilen çalışmadaki sonuçlar ile kısmen uyumlu bulunmuştur.

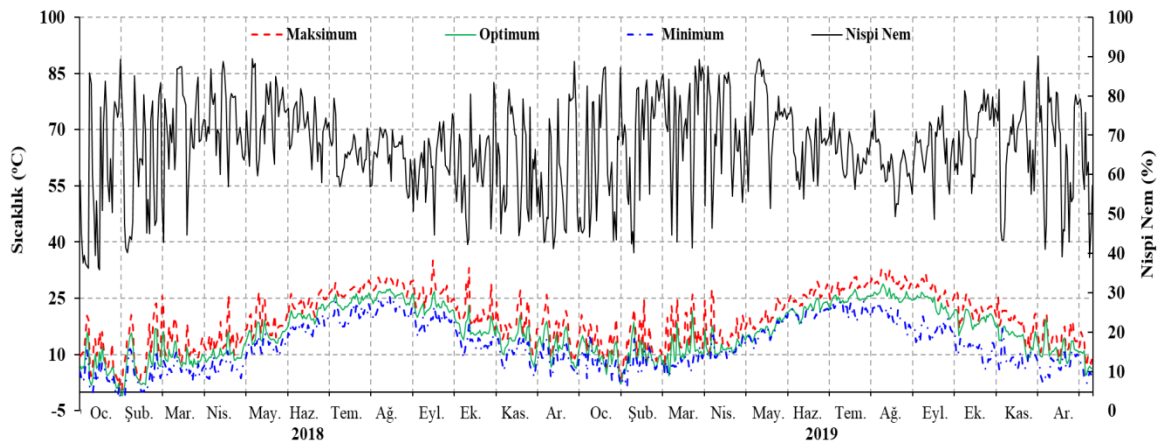
### 3.2. Aşı sürme oranı (%)

Araştırmada aşı sürme oranı üzerine kivi çeşitlerinin ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli olduğu, anaçların, araştırma yıllarının ve interaksyonlarının etkisinin ise önemsiz olduğu saptanmıştır. Araştırmada anaçlar arasında aşı sürme oranının %94.38-%95.56 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çeşitler arasında aşı sürme oranının %90.83-%99.58 arasında değiştiği ve en yüksek aşı sürme oranının Hayward çeşidinde (%99.58), en düşük ise Matua çeşidinde (%90.83) olduğu saptanmıştır. Aşı

sürme oranının anaç x çeşit interaksyonu bakımından %90.83-%100.0 arasında değiştiği belirlenmiş olup, en yüksek aşı sürme oranı Bruno üzerine Hayward ve Hayward üzerine Hayward ve Gold aşı kombinasyonlarından elde edilmiştir. Araştırmada en düşük aşı sürme oranı ise her iki anaç üzerine aşılansın Matua çeşidinden (%90.83) elde edilmiştir (Çizelge 1).

Araştırmada kullanılan dilciksiz aşı yönteminin kivide yapılmasının hızlı ve kolay olduğu ve aşı sürme oranını olumlu etkilediği (Zenginbal, 2007; Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2015) bildirilmektedir. Kivide aşı sürme oranı üzerine çeşidin (Zenginbal, 2007; Pandey ve ark., 2019), aşı zamanının (Lal ve ark., 2007; Zenginbal ve ark., 2007), aşı yönteminin (Zenginbal ve ark., 2006; Öztürk ve ark., 2011; Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2015) ve anaç çapının (Öztürk ve ark., 2011) etkilerinin olduğu rapor edilmiştir.

Kivide aşı sürme oranının Zenginbal ve ark. (2006) %60.0-93.3; Lal ve ark. (2007) %26.5-66.0; Zenginbal (2007) %80.0-96.7; Öztürk ve ark. (2011) %29.2-69.6; Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015) % 61.1-96.4; Pandey ve ark. (2019) %73.4-96.9 olduğunu vurgulamışlardır. Araştırmada yapılan aşılardan genellikle sürdükleri ve elde edilen aşı sürme oranı değerlerinin önceki çalışmalardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumu, önceki çalışmaların genellikle uygun aşı zaman ve yönteminin belirlenmesine yönelik olmasına ve çalışmalarda aşı uygulamalarının farklı zamanlarda ve farklı aşı yöntemleri kullanılarak yapılmasına bağlayabiliriz. Nitekim yapmış olduğumuz çalışmada kullanılan aşı zamanı ve yönteminin önceki çalışmalarda belirlenen en uygun zaman ve yöntem olması, aşı sürme oranının da yüksek olmasına neden olmuştur. Yine aşının yapıldığı dönemde olduğu gibi yapıldıktan sonraki dönemdeki uygun iklim koşullarının (sıcaklık ve nem) (Şekil 1) da aşılardan tutma oranını ve tutan aşılardan sürmesini artırmasının bu olayda etkili olduğunu düşünmekteyiz.



Şekil 1. Deneme arazisinde gözlemlenen sıcaklık (°C) ve nispi nem (%) değerleri.

Figure 1. The data of temperature (°C) and relative humidity (%) observed in the experimental area.

Çizelge 1. Kivide farklı anaç ve çeşitlerin aşı başarısı ve sürgün özellikleri üzerine etkisi

Table 1. The effects of different rootstock and cultivars on graft success and shoot traits in kiwifruit

Anaçlar	Çeşitler	Aşı Tutma Oranı (%)	Aşı Sürme Oranı (%)	Fidan Yaşama Oranı (%)	Sürgün Çapı (mm)	Sürgün Uzunluğu (cm)	Boğumlar Arası Mesafe (cm)
Bruno	Bruno	93.17 b*	93.17 bc	93.17 c	11.50 a	279.5 a	6.1 c
	Hayward	99.17 a	99.17 a	93.89 c	10.56 bc	217.4 f	6.9 b
	Gold®	94.67 b	94.33 b	90.83 d	10.31e	223.7 f	6.1 c
	Matua	90.83 c	90.83 c	90.50 cd	10.03 f	266.4 b	8.8 a
Hayward	Bruno	93.89 b	93.06 bc	88.89 d	10.49 cd	253.9 c	5.0 d
	Hayward	100.0 a	100.0 a	100.0 a	10.71 b	243.9 d	6.0 c
	Gold®	98.33 a	98.33 a	95.83 b	10.47 cde	239.0 de	6.0 c
	Matua	90.83 c	90.83 c	90.00 cd	10.34 de	236.2 e	6.9 b
SHO		0.55	0.56	0.53	0.06	2.95	0.15
Faktörler							
Anaç	Bruno	94.46 b	94.38 a	92.10 b	10.60 a	246.8 a	7.0 a
	Hayward	95.76 a	95.56 a	93.68 a	10.50 b	243.2 b	6.0 b
Çeşit	Bruno	93.53 c	93.11 c	91.03 c	10.99 a	266.7 a	5.5 d
	Hayward	99.58 a	99.58 a	96.94 a	10.64 b	230.6 c	6.5 b
	Gold®	96.50 b	96.33 b	93.33 b	10.39 c	231.4 c	6.1 c
	Matua	90.83 d	90.83 d	90.25 c	10.18 d	251.3 b	7.9 a
Yıl	2018	95.42 a	95.14 a	93.47 b	10.51 a	245.6 a	6.1 a
	2019	96.11 a	95.97 a	93.89 a	10.49 a	240.9 b	5.9 b

\* Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) farklılık yoktur. SHO: Standart Hata Ortalaması.

Nitekim aşı yapıldıktan hemen sonraki sıcaklıkların aşıda başarıyı doğrudan etkilediği ve aşıda kaynaşmayı sağlayacak kallus dokusunun oluşması için çevre koşullarının özellikle de sıcaklıkla birlikte nemin uygun olması gerektiği bildirilmektedir (Yılmaz, 1994; Hartmann ve ark., 2011). Aşılama süresince ya da sonrasındaki sıcaklıkların 12.80C-32°C arasında olması kallus oluşumunu hızlandırmakta ve aşının tutarak hızla sürmesini sağlamaktadır. Aşılama sonrası anaç ve kalem arasındaki kallus oluşumu ve kambiyum birleşmesi 7-14 gün sonra meydana gelmekte ve dolayısıyla aşılama sonrasındaki ilk 15 günlük hava sıcaklıkları aşı başarısını doğrudan etkilemektedir (Yılmaz, 1994; Hartmann ve ark., 2011). Nitekim çalışmamızda aşı tutma ve sürme oranının yüksek olmasını, aşılama izleyen süreçteki iklim koşullarının (Şekil 1) uygun olmuş olmasından kaynaklandığını söyleyebiliriz.

### 3.3 Fidan yaşama oranı (%)

Kivide fidan yaşama oranı üzerine anaçların, çeşitlerin, araştırma yıllarının ve anaç x çeşit etkilerinin etkisinin önemli olduğu saptanmıştır.

Fidan yaşama oranının 2019 yılında (%93.89) 2018 yılından (%93.47) biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Araştırmada kivi çöğür anaçları arasında fidan yaşama oranının %92.10-%93.68 arasında değiştiği; fidan yaşama oranının Hayward anacında Bruno anacından daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında fidan yaşama oranının %90.25-%96.94 arasında değiştiği ve en yüksek fidan yaşama oranının Hayward çeşidinde (%96.94) en düşük ise Matua çeşidinde (%90.25) olduğu saptanmıştır. Anaç x çeşit etkisini bakımından fidan yaşama oranının %88.89-%100.0 arasında değiştiği görülmekte olup, en yüksek fidan yaşama oranı Hayward üzerine Hayward (%100.0) aşılama tespit edilmiştir. Araştırmada en düşük fidan yaşama oranı Hayward üzerine Bruno (%88.89) ve Bruno üzerine Gold aşı (%90.83) kombinasyonlarından elde edilmiştir (Çizelge 1).

Kivide fidan yaşama oranı üzerine aşı zamanı ve yetiştirme ortamlarının etkisini belirten Lal ve ark. (2007), fidan yaşama oranının örtü altında yetiştirilen fidanlarda %81.0-87.2, açıkta yetiştirilenlerde ise %51.2-55.0 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Fidan yaşama oranı üzerine aşı yönteminin etkisinin olduğu, aşı zamanının etkisinin

olmadığını vurgulayan Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015), fidan yaşama oranının %66.5-94.3 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Nepal ekolojik koşullarında kivide fidan yaşama oranı üzerine çeşit ve aşı bağlama materyalinin önemli etkisinin olduğunu ifade eden Pandey ve ark. (2019), fidan yaşama oranının çeşitler arasında %64.21-93.75, aşı bağlama materyalleri arasında %78.08-87.01 olduğunu saptamışlardır. Bu çalışmada belirlenen yaşama oranının önceki çalışma sonuçlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Araştırmada anaç, çeşit ve araştırma yılları arasında fidan yaşama oranı bakımından farklılıkların olduğu ortaya çıkarılmıştır. Anaçlar ve çeşitler bakımından ortaya çıkan farklılığın genetik yapı farklılığından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Rom ve Carlson (1987) fidan yaşama oranının armut aşılarında kullanılan anaca göre değişiklik gösterdiğini ve yüksek fidan yaşama oranı için genetik yakınlığın önemli olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca aşı bölgesinde meydana gelen yetersiz kallus oluşumu ile aşılardan sonra meydana gelen kanama ve aşırı yüksek sıcaklıkların aşı yaşama oranını azalttığı da ifade edilmiştir (Öztürk ve ark., 2009; Hartmann ve ark., 2011).

#### 3.4 Aşı sürgünü çapı (mm)

Araştırmada aşı sürgün çapı üzerine anaç, çeşit ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli olduğu, araştırma yıllarının etkisinin ise önemsiz olduğu belirlenmiştir. Kivi çöğür anaçları arasında aşı sürgün çapının 10.50-10.60 mm arasında değiştiği; Bruno anacının Hayward anacına göre daha kalın fidanlar oluşturduğu gözlemlenmiştir. Çeşitler arasında aşı sürgün çapı 10.18-10.99 mm arasında değişmiş ve en yüksek fidan çapı Bruno çeşidinden (10.99 mm), en düşük ise Matua çeşidinden (10.18 mm) elde edilmiştir. Anaç x çeşit interaksyonu bakımından aşı sürgün çapının 10.03-11.50 mm arasında değiştiği ve en yüksek aşı sürgün çapının ise Bruno üzerine Bruno (11.50 mm) aşı kombinasyonunda olduğu belirlenmiştir. Araştırmada en düşük aşı sürgün çapı ise Bruno üzerine Matua (10.03 mm) aşı kombinasyonunda ölçülmüştür (Çizelge 1).

Araştırmada aşı sürgün çapı üzerine anaç, çeşit ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Kivide aşı sürgün çapı üzerine; aşı zamanı ve yöntemlerinin (Chandel ve ark., 1998; Zenginbal ve ark., 2006), aşı yöntemi ve kivi çeşitlerinin (Zenginbal, 2007), anaç çapı ve aşı zamanının (Öztürk ve ark., 2011), aşı zamanı ve yönteminin (Öztürk ve Yazıcıoğlu, 2015) etkilerinin önemli olduğu rapor edilmiştir. Kivide aşı sürgün çapının, Zenginbal ve ark. (2006) 5.99-9.33 mm; Zenginbal (2007) 5.41-9.12 mm, Öztürk ve ark. (2011) 5.63-9.44 mm, Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015) 5.3-9.1 mm, Pandey ve ark. (2019) 4.40-5.06 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bulgularımız ile Pandey ve ark. (2019) hariç diğer araştırmacıların bildirmiş olduğu

sonuçların uyumlu olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan farklılığın genetik yapı, çevresel koşullar ve bakım şartlarından kaynaklandığı söylenebilir.

#### 3.5 Aşı sürgünü uzunluğu (cm)

Aşı sürgünü uzunluğu üzerine anaç, çeşit, yıl ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli olduğu saptanmıştır. Araştırmada 2018 yılında, 2019 yılına göre daha uzun sürgün boyu elde edilmiştir. Anaçlara bağlı olarak sürgün uzunluğunun 243.2-246.8 cm arasında değiştiği; Bruno anacının Hayward anacına göre daha uzun sürgünler oluşturduğu görülmüştür. Çeşitler arasında sürgün uzunluğunun 230.6-266.7 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmada, en yüksek aşı sürgün uzunluğuna Bruno (266.7 cm), en düşük ise Hayward (230.6 cm) ve Gold (231.4 cm) çeşitlerinin sahip olduğu saptanmıştır. Yine aşı sürgün uzunluğunun anaç x çeşit interaksyonu bakımından 217.4-279.5 cm arasında değiştiği belirlenmiş olup, en uzun sürgünler Bruno üzerine Bruno (279.5 cm) aşı kombinasyonunda, en kısa sürgün boyu, Bruno üzerine Hayward (217.4 cm) ve Gold (223.7cm) aşı kombinasyonlarında ölçülmüştür (Çizelge 1).

Kivide mart ayında yapılan aşılarla en uzun aşı sürgününün (130.16 cm) (Zenginbal ve ark. 2005) elde edildiği; yine en uzun sürgünlerin diltikli aşı yöntemiyle Hayward çeşidinde (Zenginbal, 2007) belirlendiği bildirilmiştir. Kivide yürütülen çalışmalarda sürgün uzunluğunu; Zenginbal ve ark. (2006) 58.6-131.3 cm, Lal ve ark. (2007) 21.0-62.0 cm, Zenginbal (2007) 55.6-120.3 cm, Öztürk ve ark. (2011) 50.3-120.1 cm, Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015) 74.3-141.2 cm, Sedaghatthor ve Noie (2016) 51.7-68.3 cm, Pandey ve ark. (2019) 16.45-24.55 cm arasında saptamışlardır. Bulgularımızın, daha önceki çalışma sonuçlarından oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Kullanılan anaç ve çeşitler arasındaki genetik farklılık ve sağlanmış olan optimal bakım koşulları, bu farklılığın oluşmasındaki temel nedenler olarak ifade edilebilir. Araştırmamızda zayıf gelişen anaç ve çeşitlerde sürgünlerin kısa, kuvvetli gelişenlerde ise uzun olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç kivide zayıf gelişen anaçların sürgünlerinin, kuvvetli gelişenlere kıyasla daha kısa olduğunu bildiren Clearwater ve ark. (2006)'nın bulgularıyla uyumludur. Sedaghatthor ve Noie (2016), Bruno anacının diğer anaçlara göre daha güçlü geliştiğini bildirmiştir. Ancak araştırmacının elde etmiş olduğu sürgün uzunluğu değerleri, bulgularımızdan oldukça düşük bulunmuştur. Ortaya çıkan bu farklılığın yetiştiriciliğin yapıldığı ekoloji ve yetiştiricilik koşullarının farklılığından kaynaklandığını söyleyebiliriz. Çalışmamız arazi koşullarında yürütülmüştür. Hâlbuki Sedaghatthor ve Noie (2016) çalışmasını saksılarda yürütmüştür. Saksı gibi sınırlı ortamlardaki kök büyümesi de açık arazi koşullarına göre sınırlı olmaktadır. Ayrıca çalışmamızda fidanların sökümü sırasında Bruno anaçlarının Hayward anaçlarına göre daha zor söküldükleri ve kök

sistemlerinin de daha güçlü olduğu görülmüştür (yayınlanmamış veri). Bu durum araştırma sonuçlarına da yansımış olup, Bruno anaçlarının ve çeşidinin sürgün boyu ve çapının diğer anaç ve çeşitlerden daha yüksek olmasına neden olmuştur. Nitekim Yeni Zelanda'da daha güçlü gelişim göstermeleri ve daha verimli olmaları dolayısıyla, Bruno çöğürlerinin uzun yıllardır anaç olarak kullanıldığı rapor edilmiştir (Lawes, 1992; Cruz-Castillo, 1997).

### 3.6 Boğumlar arası mesafe (cm)

Kivide anaçların, çeşitlerin, araştırma yıllarının ve anaç x çeşit interaksyonunun sürgündeki ortalama boğumlar arası mesafe üzerine önemli etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada 2018 yılında üretilen fidanların (6.1 cm) 2019 yılında üretilen fidanlara (5.9 cm) kıyasla daha uzun boğum arası mesafeye sahip olduğu saptanmıştır. Anaçlar arasında sürgündeki ortalama boğumlar arası mesafenin 6.0-7.0 cm arasında değiştiği; Bruno anacının Hayward anacına göre daha uzun boğum arası mesafeye sahip olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında ortalama boğumlar arası mesafenin 5.5-7.9 cm arasında değiştiği; en yüksek boğum arası mesafenin Matua (7.9 cm), en düşük ise Bruno (5.5 cm) çeşidinde olduğu görülmüştür. Araştırmada, boğumlar arası mesafenin anaç x çeşit interaksyonu bakımından 5.0-8.8 cm arasında değiştiği belirlenmiş olup, en uzun boğumlar arası mesafe Bruno üzerine Matua (8.8 cm) kombinasyonundan elde edilmiştir. Araştırmada en kısa boğum arası mesafe ise Hayward üzerine Bruno (5.0 cm) aşı kombinasyonunda ölçülmüştür (Çizelge 1). Boğumlar arası mesafe, sürgün uzunluğu ve sürgündeki yaprak sayısına bağlı olarak değişim göstermiştir. Sürgün uzunluğunun fazla, yaprak sayısının az olduğu anaç ve çeşitlerde, boğum arası mesafenin en yüksek olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde Clearwater ve ark. (2006), farklı kivi türleri üzerine aşılanan Hort16A kivi çeşidinde sürgün gelişiminin zayıf olduğu anaçlarda daha kısa sürgünler, daha küçük yapraklar ve daha kısa boğum arası mesafe ölçmüşlerdir. Kivide boğum arası mesafenin 2.9-5.1 cm olduğunu ifade eden Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015), bu değer üzerine aşı zamanı ve yöntemlerinin önemli etkisinin olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmadan elde edilen sonuçların Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015)'nin bildirdiği sonuçlardan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun, bu çalışmadan elde edilen fidanların iyi bakım şartları nedeniyle önceki çalışmaya göre daha uzun sürgün boyu ve daha fazla yaprak sayısı oluşturmasının bir sonucu olduğunu söyleyebiliriz.

### 3.7 Yaprak sayısı (adet bitki<sup>-1</sup>)

Bitki başına yaprak sayısı üzerine kivide anaç, çeşit ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli, araştırma yıllarının ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Kivi çöğür anaçları arasında yaprak sayısının 36.1-41.4

adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği; Hayward anacının (41.4 adet bitki<sup>-1</sup>) Bruno anacından daha fazla yaprak sayısına (36.1 adet bitki<sup>-1</sup>) sahip olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında yaprak sayısının 32.3-48.4 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği; en fazla yaprak sayısının Bruno (48.4 adet bitki<sup>-1</sup>), en az ise Matua (32.3 adet bitki<sup>-1</sup>) çeşidinde olduğu saptanmıştır. Araştırmada anaç x çeşit interaksyonu bakımından yaprak sayısının 30.3-50.7 adet bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği belirlenmiş olup, en fazla yaprak sayısı Hayward üzerine Bruno (50.7 adet bitki<sup>-1</sup>), en az ise Bruno üzerine Matua (30.3 adet bitki<sup>-1</sup>) ve Hayward (31.4 adet bitki<sup>-1</sup>) aşı kombinasyonlarında belirlenmiştir (Çizelge 2).

Araştırmada çeşitler bakımından en yüksek sürgün boy ve çapına sahip olan Bruno çeşidinin en fazla yaprak sayısına sahip olduğu saptanmıştır. Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015), kivide erken dönemde (15 Mart) yapılan diltikli ve diltiksiz aşılarla yaprak sayısının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca yaprak sayısı ile sürgün boyu, sürgün çapı ve yaprak alanının doğrudan ilişkili olduğunu belirleyen araştırmacılar, en uzun sürgünlerin elde edildiği dönemde en fazla yaprak sayısı ve yaprak alanının, en kısa sürgünlerin elde edildiği dönemde ise en az yaprak sayısı, yaprak alanı ve sürgün çapının oluştuğunu tespit etmişlerdir. Aşı zamanı ve yetiştirme ortamının aşı başarısı üzerine etkisini inceleyen Lal ve ark. (2007) Hindistan'da bitkideki yaprak sayısının açık arazide 7.06-10.50 adet, örtüaltında 12.6-19.0 adet arasında değiştiğini vurgulamışlardır. Nepal ekolojik koşullarında çöğür üzerine aşı kivi çeşitleri arasında yaprak sayısının 6.25-9.20 adet arasında değiştiği bildirilmiştir (Pandey ve ark., 2019). Araştırmadan elde etmiş olduğumuz sonuçların önceki çalışmalar ile uyumlu olduğu, ortaya çıkan farklılıkların ise çeşitler arasındaki genetik farklılık ile bakım koşullarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

### 3.8 Yaprak eni ve boyu (cm)

Kivide yaprak eni üzerine çeşit ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli, anaç ve araştırma yıllarının ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Anaçlar arasında yaprak eninin 14.7-14.8 cm arasında değiştiği saptanmıştır. Çeşitler arasında yaprak eninin 14.0-15.8 cm arasında değiştiği; yaprak eninin en yüksek Hayward (15.8 cm), en düşük ise Matua (14.0 cm) çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Araştırmada anaç x çeşit interaksyonu bakımından en yüksek yaprak eni Hayward üzerine Hayward (16.4 cm), en düşük ise Bruno üzerine Matua (13.9 cm) aşı kombinasyonundan elde edilmiştir. Yaprak boyu üzerine anaç, çeşit ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli, araştırma yıllarının ise önemsiz olduğu saptanmıştır. Kivi çöğür anaçları arasında yaprak boyunun 11.8-12.0 cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Araştırmada yaprak boyunun Bruno anacında (12.0 cm), Hayward anacından (11.8 cm) daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kivide farklı anaç ve çeşitlerin yaprak özellikleri üzerine etkisi

Table 2. The effects of different rootstock and cultivars on leaf traits in kiwifruit

Anaçlar	Çeşitler	Yaprak						Toplam Yaprak Alanı (cm <sup>2</sup> bitki <sup>-1</sup> )
		Sayısı (adet)	Eni (cm)	Boy (cm)	Sapı Uzunluğu (cm)	Sapı Kalınlığı (mm)	Alanı (cm <sup>2</sup> yaprak <sup>-1</sup> )	
Bruno	Bruno	46.1 b*	14.0 ef	12.5 b	6.3 e	4.19 b	136.1 c	6280.5 b
	Hayward	31.4 f	15.3 c	12.5 b	6.6 d	4.10 b	151.8 b	4769.4 e
	Gold®	36.7 d	15.8 b	11.9 c	7.9 b	4.74 a	155.4 b	5692.6 c
	Matua	30.3 f	13.9 f	11.0 d	6.0 f	4.12 b	125.9 e	3817.7 g
Hayward	Bruno	50.7 a	14.4 d	12.1 c	5.8 g	4.15 b	139.2 c	7063.7 a
	Hayward	40.6 c	16.4 a	13.5 a	8.2 a	4.22 b	172.6 a	6999.9 a
	Gold®	39.9 c	14.2 de	10.5 e	7.4 c	3.81 c	127.5 de	5082.8 d
	Matua	34.3 e	14.2 de	11.1 d	6.1 ef	4.13 b	130.2 d	4467.9 f
	SHO	0.98	0.12	0.14	0.13	0.04	2.27	164.96
Faktörler								
Anaç	Bruno	36.1 b	14.7 a	12.0 a	6.7 b	4.29 a	142.3 a	5140.0 b
	Hayward	41.4 a	14.8 a	11.8 b	6.8 a	4.08 b	142.4 a	5903.6 a
Çeşit	Bruno	48.4 a	14.2 c	12.3 b	6.0 c	4.17 b	137.7 c	6672.1 a
	Hayward	36.0 c	15.8 a	13.0 a	7.4 b	4.16 b	162.2 a	5884.7 b
	Gold®	38.3 b	15.0 b	11.2 c	7.7 a	4.27 a	141.4 b	5387.7 c
	Matua	32.3 d	14.0 d	11.1 c	6.1 c	4.12 b	128.1 d	4142.8 d
Yıl	2018	41.1 a	14.8 a	11.8 a	6.9 a	4.1 a	143.5 a	5911.7 a
	2019	41.7 a	14.8 a	11.8 a	6.8 a	4.1 a	141.4 a	5895.5 a

\*: Aynı sütunda aynı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak ( $p < 0.05$ ) farklılık yoktur.

SHO: Standart Hata Ortalaması

Çeşitler arasında yaprak boyunun 11.1-13.0 cm arasında değiştiği; en yüksek yaprak boyunun Hayward (13.0 cm), en düşük Matua (11.1 cm) çeşidinde olduğu görülmüştür. Araştırmada yaprak boyunun anaç x çeşit etkisi bakımından 10.5-13.5 cm arasında değiştiği belirlenmiş olup, en yüksek yaprak boyu Hayward üzerine Hayward (13.5 cm), en düşük ise yine Hayward üzerine Gold (10.5 cm) aşı kombinasyonunda ölçülmüştür (Çizelge 2).

Araştırmada anaçlar arasında yaprak eni Hayward'da Bruno'ya göre bir miktar daha yüksek iken, yaprak boyu Bruno'da daha yüksek bulunmuştur. Hayward çeşidinde ise hem yaprak eni hem de yaprak boyu en yüksek ölçülmüştür. Yaprak sayısının daha fazla olduğu Hayward anacında daha yüksek yaprak eni saptanmış, dolayısıyla toplam yaprak alanının da yüksek olduğu belirlenmiştir. Kivi çeşitleri bakımından ise yaprak eni ve boyunun yüksek olduğu Hayward çeşidinde birim yaprak alanının diğer çeşitlerden daha yüksek olduğu hesaplanmıştır. Yine yaprak sayısı ve sürgün uzunluğunun daha fazla olduğu Bruno çeşidinin de toplam yaprak alanının daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kivide yaprak eni ve boyunun aşı zamanı ve yetiştirme ortamları bakımından farklılık gösterdiğini

belirten Lal ve ark. (2007) yaprak boyunun 9.20-17.00 cm, yaprak eninin 7.10-12.80 cm arasında değiştiğini saptamışlardır. Kivide sürgün gelişme kuvvetine bağlı olarak kısa sürgünlerde daha küçük, uzun sürgünlerde daha geniş ayalı yaprakların oluştuğu belirtilmiştir (Clearwater ve ark., 2006).

### 3.9 Yaprak sapı uzunluğu (cm) ve kalınlığı (mm)

Araştırmada yaprak sapı uzunluğu ve kalınlığı üzerine anaç, çeşit ve anaç x çeşit etkisinin etkisinin önemli, araştırma yıllarının etkisinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Anaçlar arasında yaprak sapı uzunluğu 6.7-6.8 cm, kalınlığı ise 4.08-4.29 mm arasında değişmiştir. Anaçlar arasında yaprak sapı uzunluğunun Hayward, yaprak sap kalınlığının ise Bruno anacında en yüksek olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında Gold çeşidinin en uzun ve en kalın yaprak sapına sahip olduğu görülmüştür (sırasıyla 7.7 cm ve 4.27 mm). Anaç x çeşit etkisi bakımından en uzun yaprak sapı Hayward üzerine Hayward (8.2 cm), en kalın yaprak sapı ise Bruno üzerine Gold (4.74 mm) aşı kombinasyonunda belirlenmiştir (Çizelge 2). Araştırmada, Hayward anacında daha uzun yaprak



sapları, Bruno anacında daha kalın yaprak sapları elde edilmiştir. Gold kivi çeşidinde ise hem daha uzun hem de daha kalın yaprak sapları meydana gelmiştir. Ortaya çıkan bu farklılığın genetik yapıdan kaynaklandığını söyleyebiliriz.

### 3.10 Ortalama ve toplam yaprak alanı (cm<sup>2</sup>)

Araştırmada çeşit ve anaç x çeşit interaksyonunun yaprak alanı üzerine etkisinin önemli, anaç ve araştırma yıllarının etkisinin ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Kivi çöğür anaçları arasında ortalama yaprak alanı 142.3-142.4 cm<sup>2</sup> arasında değişmiştir. Çeşitler arasında ortalama yaprak alanının 128.1-162.2 cm<sup>2</sup> arasında değiştiği ve en yüksek yaprak alanına Hayward (162.2 cm<sup>2</sup>); en düşük ise Matua çeşidinin (128.1 cm<sup>2</sup>) sahip olduğu saptanmıştır. Anaç x çeşit interaksyonu bakımından en yüksek ortalama yaprak alanı Hayward üzerine Hayward (172.6 cm<sup>2</sup>); en düşük ise Bruno üzerine Matua (125.9 cm<sup>2</sup>) aşı kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 2). Araştırmada, bitkideki toplam yaprak alanı üzerine anaç, çeşit ve anaç x çeşit interaksyonunun etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir. Anaçlar arasında toplam yaprak alanı 5140.0-5903.6 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. Hayward anaçlarında toplam yaprak alanının Bruno'dan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasında toplam yaprak alanının 4142.8-6672.1 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve en yüksek toplam yaprak alanını Bruno (6672.1 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup>), en düşük ise Matua çeşidinin (4142.8 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup>) verdiği tespit edilmiştir. Araştırmada toplam yaprak alanı anaç x çeşit interaksyonu bakımından 3817.7-7063.7 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup> arasında değişmiş olup, en yüksek toplam yaprak alanı Hayward üzerine Bruno ve Hayward (7063.7 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup> ve 6999.9 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup>), en düşük ise Bruno üzerine Matua (3817.7 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup>) aşı kombinasyonundan elde edilmiştir (Çizelge 2).

Kivide toplam yaprak alanının anaç çapı ve aşı dönemleri bakımından farklılık gösterdiğini bildiren Öztürk ve ark. (2011), toplam yaprak alanının 922.1-2698.9 cm<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup> olduğunu tespit etmişlerdir. Kivide aşı başarısı ve fidan büyüme özellikleri üzerine farklı aşı zamanı ve yöntemlerinin etkisini inceleyen Öztürk ve Yazıcıoğlu (2015), ortalama yaprak alanının 61.2-98.4 cm<sup>2</sup>, bitkideki toplam yaprak alanının ise 672.7-3394.2 cm<sup>2</sup> arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yine kivide toplam yaprak alanını Cangı ve Atalay (2006), 21.0-58.6 m<sup>2</sup> bitki<sup>-1</sup>, Uslu (2006), 39.5-594 cm<sup>2</sup> yaprak<sup>-1</sup> arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Araştırmada yaprak sayısı ve yaprak alanının daha yüksek olduğu anaçta, toplam yaprak alanının da daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yine yaprak sayısı ve ortalama yaprak alanı en fazla olan anacın da toplam yaprak alanı en yüksek olmuştur. Çeşitler arasında ise sürgün çapı, sürgün boyu ve yaprak sayısının daha fazla olduğu çeşitte, toplam yaprak alanının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda yaprak eni ve boyu en

yüksek olan çeşitte, ortalama yaprak alanının da en fazla olduğu belirlenmiştir. Kivide toplam yaprak alanındaki değişimin sürgün boyu, sürgün çapı ve yaprak sayısı ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmiştir (Öztürk ve ark., 2011).

## 4. Sonuç

Bu çalışma ile kivide aşı başarısı ve fidan gelişim performansı üzerine anaç ve çeşitlerin etkisi ortaya konulmuş olup, anaç ve çeşitlerin aşı başarısı ve fidan gelişimini önemli derecede etkiledikleri belirlenmiştir. Araştırmada aşı sürme oranı, yaprak eni ve yaprak alanı hariç, incelenen tüm parametreler üzerine anacın önemli derecede etkisinin olduğu belirlenmiştir. Genellikle aşı başarısının Hayward anacında Bruno'dan daha yüksek olduğu belirlenirken, Bruno anacının fidan gelişim performansının Hayward anacından daha iyi olduğu saptanmıştır. Çeşitler arasında ise incelenen tüm parametreler bakımından önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. İncelenen çeşitler değerlendirildiğinde, Hayward çeşidinin diğer çeşitlere göre daha yüksek aşı başarısına sahip olduğu saptanmıştır.

Fidan gelişim performansı bakımından ise özellikle kaliteli fidanda bulunması gereken en önemli özelliklerin fidan çap ve boyunun olduğu dikkate alınır, Bruno çeşidinin bu iki parametre bakımından diğer çeşitlerden daha yüksek değerlere sahip olması bir avantaj olmaktadır. Yine Bruno anaçlarının Hayward anaçlarına göre daha erken yapraklandıkları ve üzerine aşılanan çeşitlerde uyanmanın daha erken meydana gelmesine neden oldukları da gözlemlenmiştir. Bu durumlar dikkate alındığında, anaçların aşı başarısı ve fidan gelişimi üzerine olan etkileri kadar, fenoloji üzerine olan etkilerinin de incelenmesinin önemli olacağı düşünülmektedir. Bu açıdan bakıldığında, kivide Hayward ve Bruno çeşitlerinin yanı sıra anaçlık potansiyeli taşıyan başka çeşitlerin de incelenerek, aşı başarısı ve fidan gelişim performanslarının ortaya konulmasının büyük öneme sahip olduğu belirtilebilir. Bu çalışmanın sonuçları dikkate alındığında, Hayward anaçlarının aşı başarısının daha yüksek, Bruno anaçlarının ise fidan gelişiminin daha iyi olması dolayısıyla ön plana çıktıkları söylenebilir. Ayrıca bu çalışma diğer meyve türlerinde olduğu gibi kivide de anaç kullanımının gerekliliğine dikkat çekmek açısından önemli sonuçlar içermektedir. Ülkemizde Marmara, Karadeniz ve Akdeniz Bölgeleri gibi uygun ekolojilerde son yıllarda artan kivi bahçesi tesisi kurulumunda kullanılan aşılı fidan üretiminde Bruno ve Hayward çeşidinin anaçlarının kullanılmasının uygun olabileceği de söylenebilir.

## Kaynaklar

Atak, A., 2015. Kiwifruit research and production in Turkey. *Acta Horticulturae*, 1096: 63–67. Doi: 10.17660/ActaHortic.2015.1096.3.

- Atak, A., 2018. Modern approaches in new kiwifruit plantations in Turkey. *Acta Horticulturae*, 1218: 451-458. Doi: 10.17660/ActaHortic.2018.1218.62
- Bolat, İ., İkinci, A., 2019. Meyvecilikte anaç kullanımı. I. Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 278-283, 8-10 Mart, Şanlıurfa/Türkiye,
- Cangi, R., Atalay, D.A., 2006. Effects of different bud loading levels on the yield, leaf and fruit characteristics of Hayward kiwifruit. *Hortscience (Prague)*, 33(1): 23-28. Doi: 10.17221/3736-HORTSCI
- Chandel, J.S., Negi, K.S., Jindal, K., 1998. Studies on vegetative propagation in kiwi (*Actinidia deliciosa* Chev.). *Indian Journal of Horticulture*, 55(1): 52-54
- Clearwater, M.J., Seleznyova, A.N., Thorp, T.G., Blattmann, P., Barnett, A.M., Lowe, R.G., Austin, P.T., 2006. Vigor-controlling rootstocks affect early shoot growth and leaf area development of kiwifruit. *Tree Physiology*, 26: 505-515. Doi: 10.1093/treephys/26.4.505
- Cruz-Castillo, J.G., MacKay, B.R., Lawes, G.S., Woolley, D.J., 1992. Canonical discriminant analysis in kiwifruit rootstock research. *Acta Horticulturae*, 313: 143-148. Doi: 10.17660/actahortic.1992.313.16
- Cruz-Castillo, J.G., Lawes, G.S., Woolley, D.J., Ganesh, S., 1997. Evaluation of rootstock and 'Hayward' scion effects on field performance of kiwifruit vines using multivariate analysis technique. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25: 273-282. Doi: 10.1080/01140671.1997.9514016
- Diaz Hernandez, M.B., Garcia Berrios, J., 1997. Performance of kiwifruit plant material propagated by different methods. *Acta Horticulturae* 444: 155-169. Doi: 10.17660/actahortic.1997.444.22
- Dolkar, T., Mansoor, A., Agleema, B., Divya, S., Lobzang, S., Stanzin, K., 2018. Mitigation of temperate fruit crop problems through use of rootstock. *International Journal of Chemical Studies*, 6(2):880-887.
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization Statistical Databases, Agriculture, Crop Primary, Kivifruit Production in the World. 15 March 2020. www.fao.org web site (Erişim tarihi: 15Mart 2020).
- Ferguson, A.R., Seal, A.G., 2008. Kiwifruit. In: Hancock, J.F. (ed), *Temperate Fruit Crop Breeding-Germplasm to Genomic*, Springer Netherlands, 235-264. Doi:10.1007/978-1-4020-6907-9
- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, Jr. F.T., Geneve, R.L., 2011. *Plant propagation: principles and practices*. 8th Edition. Regents/Prentice Hall International Ed., Englewood Cliffs, New Jersey, p.915.
- Kwack, Y.B., Kim, H.L., Choi, Y.H., 2011. Grafting Characteristics of Kiwifruit Cultivars Bred in Korea. *Acta Horticulturae*. 913:379-384. Doi: 10.17660/ActaHortic.2011.913.50
- Lal, H., Singh, V.P., Raman, J., 2007. Effect of environments and timing on grafting success in kiwi fruit. *Annals of Agricultural Research New Series*, 28 (1): 35-36.
- Lawes, G.S., 1992. Propagation of Kiwifruit. MAF Ecology, Soil and Plant Research Group. Ruakura Agriculture Center, Hamilton, New Zealand.
- Loreti, F., Picottino, D., Xiloyannis, C., 1991. Effect of propagation technique on vegetative growth and fruiting in kiwifruit. *Acta Horticulturae*, 297: 183-187. Doi: 10.17660/ActaHortic.1992.297.23
- Monastra F., Testoni, A. 1991. Horticultural performance and quality characteristics of fruit from kiwifruit plants (cv. Hayward) obtained by in-vitro, *Acta Horticulturae*, 297:197-203. Doi: 10.17660/ActaHortic.1992.297.25
- Öztürk, A., Serdar, Ü., Balcı, G., 2009. The influence of different nursery conditions on graft success and plant survival using the inverted radicle grafting method on the Chestnut. *Acta Horticulturae*, 815: 193-197. Doi: 10.17660/ActaHortic.2009.815.25
- Öztürk, B., Özcan, M., Öztürk, A., 2011. Farklı Anaç Çapları ve Aşılama Zamanının Kivi Fidanı Üretiminde Aşı Başarısı ve Fidan Büyümesi Üzerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 17 (4):261-268.
- Öztürk, A., Yazıcıoğlu, E., 2015. Aşı Zamanı ve Yöntemlerinin Kivide (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) Aşı Başarısı ve Fidan Gelişimine Etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(1):23-29.
- Pandey, D., Shrestha, B., Sapkota, M., Banjade, S., 2019. Effect of scion varieties and wrapping materials on success of tongue grafting in Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in Dolakha, Nepal. *Journal of Agriculture and Natural Resources*, 2(1): 180-192. Doi: 10.3126/janr.v2i1.26065
- Rom, R.C., Carlson, R.F., 1987. *Rootstocks for Fruit Crops*. John Wiley and Sons- Interscience Publication, New York, 497, USA.
- Samancı, H., 1990. Kivi (*Actinidia*) Yetiştiriciliği. *Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı*, Yayın No: 22 Yalova.
- Sedaghatthoor, S., Noie, M., 2016. Study on different grafting methods of kiwifruit 'Hayward' on the 'Matua' and 'Bruno' rootstocks. *Fruits*, 71:275-280. Doi:10.1051/fruits/2016024
- TUİK, 2020. Bitkisel Üretim İstatistikleri <https://biruni.tuik.gov.tr> (Erişim tarihi 15.03.2020)
- Uslu, N.A., 2006. Kivide budama ve sürgün gelişiminin meyve kalitesi ve verim üzerine kantitatif ve kalitatif etkileri. *Doktora Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 138s, Samsun
- Uzun, S., Çelik, H., 1999. Leaf Area Prediction Models (Uz-Çelik 1) for Some Horticultural Plants. *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23:645-650.
- Viti, R., Xiloyannis, C., Trinci, M., Ragone, A.F., 1990. Effect of calcareous soil on vegetative growth of own rooted and grafted kiwi trees. *Acta*

- Horticulturae, 282: 209-216. Doi: 10.17660/ActaHortic.1990.282.27
- Wang, Z.Y., Gould, K.S., Patterson, K.J., 1994. Comparative root anatomy of five *Actinidia species* in relation to rootstock effects on kiwifruit flowering. *Annals of Botany* 73: 403-413. Doi: 10.1006/anbo.1994.1050
- Yılmaz, M., 1994. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Teknikleri. Çukurova Üniversitesi Basımevi, 151s. Adana
- Zenginbal, H., Özcan, M., 2000. Samsun ekolojik şartları altında kivilerin sürgün göz aşılılarıyla çoğaltılması üzerine bir araştırma. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15(2):27-35.
- Zenginbal, H., 2007. The Effects of Different Grafting Methods on Success Grafting in Different Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) Cultivars. *International Journal of Agricultural Research*, 2:736-740. Doi: 10.3923/ijar.2007.736.740
- Zenginbal, H., Özcan, M., 2003. Kivilerin aşılı çoğaltma teknikleri. *Ulusal Kivi ve Üzümü Meyveler Sempozyumu*, 120-126. 23-25 Ekim, Ordu.
- Zenginbal, H., Özcan, M., Çelik, H., 2005. Hayward kivi çeşidinde farklı kalem aşılarının aşı başarısı üzerine etkileri. *Bahçe Dergisi*, 34(2):31-36
- Zenginbal, H., Özcan, M., Demir, T., 2006. An investigation on the propagation of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) by grafting under Turkey ecological conditions. *International Journal of Agricultural Research*, 1(6):597-602. Doi: 10.3923/ijar.2006.597.602
- Zenginbal, H., Özcan, M., Haznedar, A., Demir, T., 2007. Comparisons of Methods and Time of Budding in Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.). *International Journal of Natural and Engineering Sciences*, 1:23-28.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 35 (2020)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.715749

**Assessments of the productivity and profitability of diverse crops and cropping systems as influenced by conservation agriculture practices under a semi-arid rainfed environment of western India**

Lal Prasad Amgain<sup>a\*</sup>, Ajit Ram Sharma<sup>b</sup>, Uma Kant Behera<sup>b</sup>, Jagadish Timsina<sup>c</sup>,  
 Jiban Shrestha<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Agronomy Department, Institute of Agriculture and Animal Science, Tribhuvan University, Rampur campus, Khairahani Chitwan, Nepal

<sup>b</sup>Agronomy Division, Indian Agricultural Research Institute, Pusa, New Delhi, India

<sup>c</sup>Soils and Environment Research Group, Veterinary and Agricultural Sciences, University of Melbourne, Victoria-3010, Australia

<sup>d</sup>Agriculture Botany Division, Nepal Agriculture Research Council, Khumaltar, Lalitpur, Nepal

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [lalprasad@iaas.edu.np](mailto:lalprasad@iaas.edu.np)

Geliş/Received 07/04/2020

Kabul/Accepted 22/09/2020

**ABSTRACT**

Field studies were conducted under a conservation-tilled rainfed semi-arid environment in New Delhi, India, during the rainy- and winter-seasons of 2010-11 and 2011-12 to assess the effects of diverse crops and cropping systems and residue retention on system productivity and profitability of nine double-cropping systems. Pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) and greengram (*Vigna radiata* L. Wilczek) were grown under no-residue, crop residues, and Ipil-ipil (*Leucaena leucocephala*) twigs during the rainy season in 2010 and 2011. Subsequently, wheat (*Triticum aestivum* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.), and mustard (*Brassica juncea* L.) were grown during winter of 2010-11 and 2011-12 after summer crops. Randomized Complete Block, Strip and Strip-plot designs with four replications were followed to analyze the data from the nine rainfed cropping systems with different residue management practices. Significantly higher ( $p \leq 0.05$ ) pearl millet-equivalent yield was obtained with clusterbean after wheat and chickpea under *Leucaena* twigs, followed by residue retention than pearl millet or greengram. Significantly higher ( $p \leq 0.05$ ) wheat-equivalent yield (4.15 t ha<sup>-1</sup> in 2010-11, and 3.77 t ha<sup>-1</sup> in 2011-12) was obtained with mustard under *Leucaena* twigs after clusterbean. The system profitability (net returns and B: C ratio) were higher under clusterbean–mustard and clusterbean–wheat systems with *Leucaena* twigs. It is suggested that the clusterbean–mustard, greengram–wheat and pearl millet–chickpea systems with *Leucaena* twigs were the most beneficial systems under zero-tilled rainfed conditions in the semi-arid environments of north-western India.

**Keywords:**

Conservation tillage  
Productivity  
Rainfed crops  
Cropping systems  
Residue retention

© OMU ANAJAS 2020

**1. Introduction**

Globally, rainfed agriculture covers about 80% of the area and accounts for about 60% of the global food-grain production (Amgain et al. 2019). About 67% of 143 million ha net cultivated area in India is rainfed (Saxena 2012), and the future prosperity of India depends on rainfed agriculture because about 91% of

coarse grains and pulses, 80% of oilseeds, 60% of cotton, 50% of rice, and 19% of wheat are produced under rainfed conditions (Prasad and Bhatia 2009). Yields of those rainfed crops are almost half compared with those of the irrigated crops due to the limited and erratic rainfall resulting in mid-or late-season moisture stress. Cultivation of short-duration and relatively low-water requiring crops, such as pearl millet, clusterbean and greengram, in summer (rainy) season and/or leaving

the land fallow during the remainder of the season, and cultivating drought-hardy winter-season crops like wheat, chickpea and mustard on the conserved soil moisture under conventional tillage is followed in the semi-arid areas of north-western India (Singh et al. 2008). The “age-old” practice of including legumes and oilseeds in the cereal-based systems utilizes the soil nutrients and residual moisture, minimizes pest hazards, and provides balanced proteins and fatty acids to human beings (Dhyani et al. 2009). In irrigated areas of north-western India, about 20 diversified cropping systems are practiced (Gill and Ahlawat 2006), but in rainfed areas, only a few systems have been documented, of which, clusterbean-wheat and clusterbean-mustard are considered profitable. Clusterbean-mustard system was found to be more remunerative than clusterbean-wheat at Hisar, India; however, clusterbean-wheat gave higher net returns and water-use efficiency than other rainfed systems at Gwalior (Saxena et al. 1997; Singh et al. 1998). Likewise, net returns and benefit: cost ratio were also higher than clusterbean-wheat system with greengram-wheat in Rajasthan (Singh et al. 2008). Similarly, on-farm experiments conducted under rainfed conditions at 35 different locations in five districts of Rajasthan revealed that clusterbean-wheat sequence recorded the highest gross returns, followed by clusterbean-mustard and pearl millet-wheat crop sequences (Lal et al. 2004). There are reports of remarkable increases in crop yields in maize-wheat systems, under scanty rainfall, through the maintenance of appropriate vegetative cover in rainfed areas (Acharya et al. 1998; Sharma et al. 1998; Sharma and Acharya 2000; Sharma et al. 2010). Pruned twigs of *Leuceana* as mulch were found to be effective in conserving soil moisture and build the soil fertility status for both rainy and winter-season crops because of twigs’ high N content and easy availability (Sharma and Behera 2009; Sharma et al. 2010; 2011); significant residual effects were observed on soil fertility and productivity of subsequent crops (Jones et al. 1996; Leiria et al. 2006).

Despite several instances of sustainable productivity and profitability of rainfed crops and cropping systems based on the principles and practices of conservation agriculture (CA) (i.e., zero or reduced tillage, residue retention, and sustainable crop rotations), adoption of CA under rainfed conditions has reportedly been rather slow (Pittelkow et al. 2014). Therefore, the present research work was undertaken to explore the feasibility of double-cropping systems through CA-based practices, such as zero-tillage (Erenstein and Laxmi 2008) and residue recycling (Singh et al. 2005) in diversified cropping systems (Gill and Ahlawat 2006) under the rainfed ecosystem in a semi-arid environment of northwest India.

## 2. Material and Methods

### 2.1 Research site, soil and weather

Field experiments were conducted on a fixed site during rainy (June-October) and winter (October-April) seasons of 2010-11 and 2011-12 at the Research Farm of the Indian Agricultural Research Institute, New Delhi (28.4o N, 77.1o E, 229 masl). The soil at the site was sandy-loam with bulk density of 1.55 Mg m<sup>-3</sup> and field capacity of 18.7% (w/w). It had 0.40% organic C, 147.2 kg ha<sup>-1</sup> KMnO<sub>4</sub>-oxidizable N, 17.0 kg ha<sup>-1</sup> 0.5 N NaHCO<sub>3</sub>-extractable P, 225.1 kg ha<sup>-1</sup> 1.0 N NH<sub>4</sub>OAc-exchangeable K, and a pH of 7.5 at the initiation of the experiment on summer season of 2010 (Table 1). The average annual rainfall of Delhi during the last 10 years was 739 mm, of which >80% generally occurred during the monsoon season (July-September). There was 30.6% higher rainfall in 2010-11 (953.7mm) than in 2011-12 (662.2 mm), indicating contrasting weather conditions during the two years of experimentation (Figure 1-3). In the winter season of 2010-11, there was about 85 mm timely distributed rainfall, while rainfall was only 34 mm distributed sparsely in 2011-12.

Table 1. Physico-chemical and biological characteristics of the soil of the experimental site at the initiation of the experiment in 2010\*.

Soil properties	Values
<b>Physical properties</b>	
Mechanical composition (Hydrometer method)	
Sand (%)	62.9
Silt (%)	12.3
Clay (%)	24.8
Textural class	Sandy loam
Moisture content at 1/3 atmospheric tension (%) (Pressure plate apparatus)	18.8
Moisture content at 15 atmospheric tension (%) (Pressure plate apparatus)	6.5
Bulk density (0-15 cm layer) (Mg m <sup>-3</sup> )	1.55
Hydraulic conductivity (cm hr <sup>-1</sup> )	1.31
Infiltration rate (cm hr <sup>-1</sup> )	1.06
<b>Chemical properties</b>	
Organic C (%) (Wet digestion)	0.40
Available N kg ha <sup>-1</sup> (Alkaline KMnO <sub>4</sub> - oxidizable)	147.2
Available P kg ha <sup>-1</sup> (0.5 N NaHCO <sub>3</sub> - extractable)	17.0
Available K kg ha <sup>-1</sup> (1 N NH <sub>4</sub> OAc - exchangeable)	225.1
pH (1:2.5 soil: water)	7.5
EC (dSm <sup>-1</sup> at 25°C)	0.33
<b>Microbiological properties</b>	
Microbial biomass C (µg MBCg <sup>-1</sup> soil) (Nunan et al. 1998)	84.3
Dehydrogenase activity (µg TPF g <sup>-1</sup> soil day <sup>-1</sup> ) (Casida et al. 1964)	26.3
FDA hydrolysis (A <sub>490</sub> µg Fluorescein g <sup>-1</sup> soil hr <sup>-1</sup> ) (Green et al. 2006)	2.03

\*The physical, chemical and micro-biological properties of soil at the initiation of the rainy season trial in 2010.

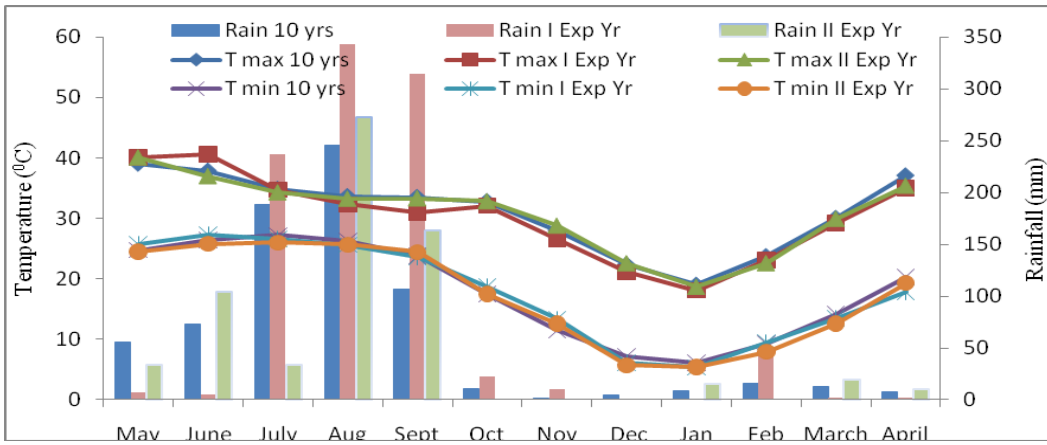


Figure 1. Comparison of mean monthly maximum and minimum temperature, and mean monthly total rainfall for last 10 years (2000-2009) with those for the experimental years (2010-11 and 2011-12).

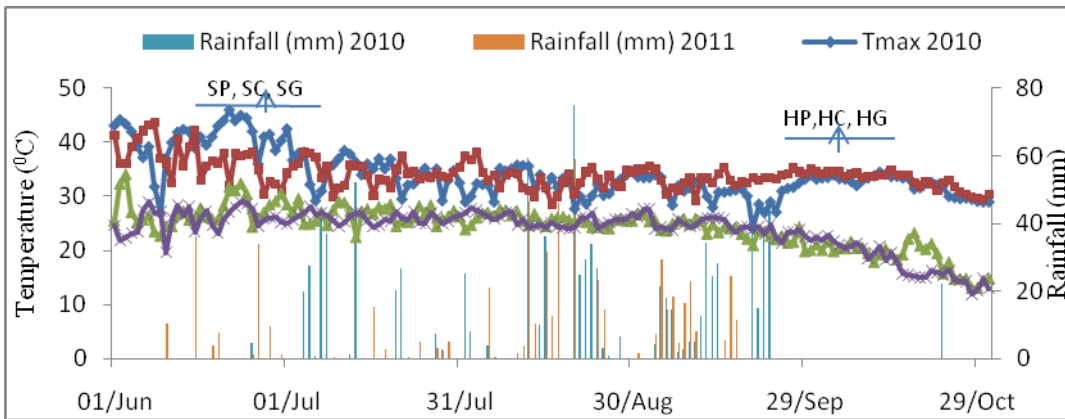


Figure 2. Daily variations in temperatures and rainfall during the growing period of rainy-season crops (Arrows indicate sowing and harvesting dates. SP, SC and SG: sowing of pearl millet, clusterbean, and greengram; HP, HC and HG: harvesting of pearl millet, clusterbean and greengram)

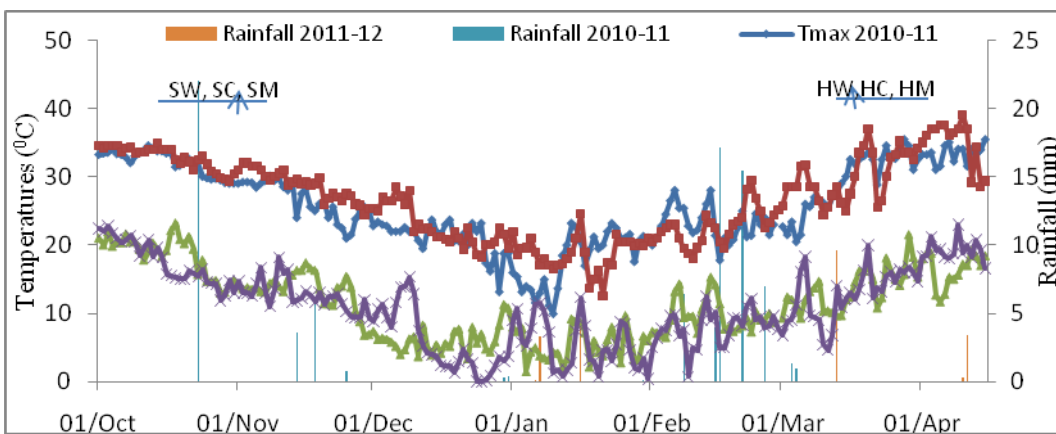


Figure 3. Daily variations in temperatures and rainfall during the growing period of winter-season crops. Arrows indicate the sowing and harvesting dates. SW, SC and SM: sowing of wheat, chickpea, and mustard; HW, HC and HM: harvesting of wheat, chickpea and mustard).

## 2.2 Treatments details

Initially, the field was Laser Land Levelled in November 2009 and a uniformity trial was conducted by growing wheat cultivar 'PBW-175'. Thereafter, continuous zero-tillage was followed till the establishment of the experimental crops under rainfed conditions. Pearl millet, clusterbean and greengram were grown during rainy-season under no-residue, crop residues @ 5.0 t ha<sup>-1</sup> and Leucaena twigs @ 10.0 t ha<sup>-1</sup> (fresh weight) in a randomized complete block design (RCBD) with four replications in 2010. Subsequently, winter-season crops, viz., wheat, chickpea and mustard, were grown as successive crops with the same residue management practices in a layout following strip and strip-split plot designs with the same replicas on the two respective seasons and years.

Three crops each in rainy season (pearlmillet, clusterbean and greengram) and winter season (wheat, chickpea and mustard) were grown. Thus, there were the following nine cropping systems:

- i. Pearl millet–wheat
- ii. Pearl millet–chickpea
- iii. Pearl millet–mustard
- iv. Clusterbean–wheat
- v. Clusterbean–chickpea
- vi. Clusterbean–mustard
- vii. Greengram–wheat
- viii. Greengram–chickpea
- ix. Greengram–mustard

Three treatments of mulch cover, viz., no residue, crop residue and Leucaena twigs were maintained. Residues of rainy-season crops @ 5.0 t ha<sup>-1</sup> were retained at harvest and spread as mulch at sowing of winter-season crops in the respective plots. Similarly, the residues of winter-season crops were spread and retained as mulch @ 5.0 t ha<sup>-1</sup> at sowing of rainy-season crops. The above-ground portion of crop residues was removed from the no-residue and Leucaena twigs applied plots. Leucaena twigs were applied @ 10.0 t ha<sup>-1</sup> (fresh weight with moisture of 67 % w/w) immediately after sowing of crops in both seasons. The crop residues and Leucaena twigs were retained on the soil surface and all crops were grown exclusively under zero-till condition throughout the experimentation.

## 2.3 Crop management

Rainy season crops: Sowing of pearl millet, clusterbean and greengram was carried out with a zero-till seed-cum-fertilizer drill known as 'Happy Seeder' (Sidhu et al. 2007) at row spacing of 40 cm, 40 cm and 20 cm, respectively. The seed-drill was calibrated suitably to adjust the seed rate @ 5, 30 and 40 kg ha<sup>-1</sup>, respectively, for the above crops. Pearl millet seeds were small, so they were uniformly mixed with diammonium phosphate (DAP) and placed together in the seed-box of

Happy Seeder (Sidhu et al. 2007). Seeds of greengram were treated with chloropyriphos @ 2 ml kg<sup>-1</sup> seed for 30 min before sowing. The clusterbean seeds were also pre-treated with fungicide thimaethoxam. The crops were supplied with NPK fertilizers as per the recommended doses, i.e., 60:40:20 kg ha<sup>-1</sup> N–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–K<sub>2</sub>O for pearl millet and 20:40:20 kg ha<sup>-1</sup> N–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–K<sub>2</sub>O for both clusterbean and greengram. All fertilizers were applied as basal for clusterbean and greengram, whereas for pearl millet, 50% N (through DAP and urea), along with full P (through DAP) and K (muriate of potash), was applied as basal. The remainder N (as urea) was top-dressed during the period of active growth, which coincided with the occurrence of rainfall. Plant population was adjusted to about 50 plants m<sup>-2</sup> for pearl millet and clusterbean (40 cm × 5 cm) and 100 plants m<sup>-2</sup> for greengram (20 cm × 5 cm) about 15 days after sowing (DAS). Pendimethalin, a pre-emergence herbicide @ 0.75 kg ha<sup>-1</sup> in 500 liters of water, was applied a day after sowing of the crops. In 2011, clusterbean under crop-residue treatments was heavily infested with *Cyperus iria*, which was controlled by hand weeding. Pearl millet was highly effective in suppressing all weed species; therefore, the weed infestation in pearl millet plots was negligible.

Winter-season crops: Sowing of wheat, chickpea and mustard was carried out using row spacing of 20, 40 and 40 cm, respectively, with a well-calibrated Happy Seeder (Sidhu et al. 2007). Wheat was sown at a seed rate of 120 kg ha<sup>-1</sup>, whereas the seed rate for chickpea was 80 kg ha<sup>-1</sup> and that for mustard 4 kg ha<sup>-1</sup>. Wheat seed was treated with chloropyriphos @ 2 ml kg<sup>-1</sup> seed for one hour prior to sowing. The NPK fertilizers were applied @ 80:60:40 kg N–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> for wheat and mustard, and 20:40:20 kg N–P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>–K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> for chickpea, as recommended for the rainfed crops. Fifty percent of N, along with full P and K, was applied as basal dose for wheat and mustard; for chickpea, full dose of all the nutrients was applied basally. The remainder amount of N was top-dressed in wheat and mustard on the second day following the occurrence of rainfall. As for the rainy-season crops, DAP was mixed with mustard seed in the seed box of the Happy Seeder, and the fertilizers and seeds were drilled together. The remainder N (as urea) was top-dressed at maximum vegetative growth stage.

Because of the occurrence of late monsoon rainfall just after sowing of the winter crops on 22 October 2010, germination of all crops was good. Thinning was carried out in mustard to maintain a plant to plant spacing of 8–10 cm. In the second year (2011–12), mustard and chickpea sown on 3 October, 2011 did not germinate because of scanty soil moisture coupled with high temperatures and evaporation throughout October. Therefore, limited irrigation (about ~200 m<sup>3</sup> of water ha<sup>-1</sup>) was applied along the seed rows 20 DAS to obtain a uniform plant stand. Further, the gravimetric soil moisture in the surface soil (0–15 cm) at the end of



October was only 7–8% in the plots to be sown with wheat. Therefore, a pre-sowing flood irrigation equivalent to 7.0 cm was applied to these plots, and after attainment of optimum soil moisture, the wheat crop was sown on 11 November 2011.

2.4 Seed and stover / stalk yield

Pearlmillet was harvested when ear-heads had turned whitish brown and grains had become relatively hard. Greengram pods were hand-picked twice: first, when >60% pods had changed to blackish brown color (70–75 DAS), and second, when 75% of leaves had abscised and when almost all pods had matured. The green and tender pods of clusterbean were harvested twice (at an interval of 4-5 days) for vegetable purposes 80 DAS. A net plot size of 25 m<sup>2</sup> was used for the rainy season crops in the first year; two border rows were left on either side along the length of the plots and 1.0 m on the other side of the plot. The ear-heads of pearlmillet were harvested manually with a serrated sickle. Threshing of thoroughly dried heads of pearlmillet and pods of greengram was carried out with an Almaco Pullman Thresher (Sidhu et al. 2007).

A net plot size of 10 m<sup>2</sup> was used for all winter crops. Samples for mustard, wheat and chickpea were taken at maturity from the third week of March to the first week of April from the sampling area in the middle of the plot, avoiding the border rows. The grain and stalk samples were left in the field for 3-4 days for sun drying, after which, bundle weights were recorded. Threshing was carried out with the same Pullman Thresher as used for the rainy-season crops. Grains were separated, cleaned and weighed separately from each net plot. The weight of straw and stalk was recorded by subtracting the grain weight from the bundle weight.

2.5 Assessment of equivalent and system yields

Pearlmillet-equivalent yield (PEY) of rainy-season crops was estimated by multiplying the minimum support price (MSP) of clusterbean and greengram (Table 2) with the ratio of their economic yield and MSP of pearlmillet using the following equation:

$$PEY = [Yield\ of\ pearlmillet + \{(Yield\ of\ clusterbean\ and\ greengram \times price\ of\ clusterbean\ and\ greengram) \div Price\ of\ pearlmillet\}] \text{-----}(1)$$

Similarly, wheat-equivalent yield (WEY) of winter-season crops was calculated by multiplying the ratio of seed yields of chickpea and mustard to the MSP of wheat with the MSP of chickpea and mustard (Table 2) as shown in following equation:

$$WEY = [Yield\ of\ wheat + \{(Yield\ of\ mustard\ and\ chickpea \times price\ of\ mustard\ and\ chickpea) \div Price\ of\ wheat\}] \text{-----}(2)$$

Total system productivity was determined as total pearlmillet-equivalent yield (TPEY), wherein, PEY is added to the quotient of WEY divided by the price of pearlmillet.

$$TPEY = [PEY + (WEY \div price\ of\ pearlmillet)] \text{-----}(3)$$

Table 2. Prices of produce used in economic analysis (minimum support price (MSP) for grain or seed, and the prevailing market rate for by-product during experimentation [Indian Rupees (INRs) t<sup>-1</sup>] †

Rainy season crops	Products	2010	2011
Pearlmillet	Grain	8800	9800
	Stover	400	500
Clusterbean	Green pods	5000	8000
	Stover	400	500
Greengram	Seed	31700	35000
	Stover	400	500
Winter season crops	Products	2010-11	2011-12
Wheat	Grain	10200	12850
	Straw	500	600
Chickpea	Seed	21500	28000
	Stover	500	600
Mustard	Seed	18500	25000
	Stover	500	600

†(1 US\$ = INRs 60.00)

2.6 Economic analysis

Economics of different treatments mainly cost of cultivation, gross and net returns and B : C ratio was determined by considering the cost of inputs and operations, and price of output (grain and by-product yields).

The details regarding output values and input costs as common cost and total cost of cultivation per treatment are presented in Tables 2-5.

Gross and net returns, and B : C ratio were estimated for each treatment on the basis of total cost of cultivation, economic output and market prices of the various commodities.

2.7 Statistical analysis

The experimental data recorded on yield of individual crops, systems yield as pearl millet, wheat and total pearl millet equivalent yields, systems economics were subjected to statistical analysis by using the analysis of variance (ANOVA) technique, and the significance tested was tested using F-test (Gomez and Gomez, 1984).

Least significant differences (LSDD;  $p < 0.05$ ) were calculated for different variables to estimate differences between treatment means.

Table 3. Estimation of common cost of cultivation of different rainy-season crops (INRs ha<sup>-1</sup>)<sup>§</sup>

Particulars	Pearlmillet		Clusterbean		Greengram	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Seed	200	250	2500	2700	2500	2700
Sowing with Happy seeder	1000	1250	1000	1250	1000	1250
Fertilizer (kg ha <sup>-1</sup> )	NPK::60:40:20		NPK::20:40:20		NPK::20:40:20	
N	750	850	250	300	250	300
P	950	1200	950	1200	950	1200
K	500	600	500	600	500	600
Herbicide						
Pre-sowing	0	350	0	350	0	350
After sowing	350	350	350	350	350	350
Application	150	400	150	400	150	400
Gap filling and thinning	450	600	300	400	300	400
Hand weeding	0	0	0	1000	0	0
Insecticide	0	0	450	600	450	600
Application	0	0	300	400	300	400
Harvesting	1500	2000	1500	2000	1500	2000
Threshing	750	1000	0	0	450	600
Bird watching (15 days)	2250	3000	0	0	0	0
Rental value of land (6 months @ ` 2000/ha/annum)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Interest on loan (6%)	591	771	555	693	582	729
Grand total	10441	13621	9805	13303	10282	12879

Note: Labor wage- 2010-11 @ INRs 150 man-day<sup>-1</sup>, 2011-12 @ INRs 200 man-day<sup>-1</sup> § (1 US\$ = INRs 60.00)

Table 4. Estimation of common cost of cultivation of winter-season season crops (INRs ha<sup>-1</sup>) §

Particulars	Wheat		Chickpea		Mustard	
	2010-11	2011-12	2010-11	2011-12	2010-11	2011-12
Seed	2250	2500	2500	2700	500	600
Sowing (Turbo-seeder)	1000	1250	1000	1250	1000	1250
Fertilizer (kg ha <sup>-1</sup> )	NPK::60:40:20		NPK::20:40:20		NPK::60:40:20	
N	750	850	250	300	750	850
P	950	1000	950	1000	950	1000
K	500	600	500	600	500	600
Herbicides and application						
Pre-sowing	0	350	0	350	0	350
After-sowing	0	350	0	0	0	0
Application	0	400	0	200	0	200
Irrigation cost	0	600	0	300	0	300
Gap filling and thinning	0	0	0	600	450	600
Insecticide cost	0	0	0	500	0	500
Application	0	0	0	200	0	200
Harvesting	1500	2000	1200	1600	1500	2000
Threshing	750	1000	450	600	750	1000
Bird watching (15 days)	2250	3000	2250	3000	2250	3000
Rental value of land (6 months @ ` 2000/ha/annum)	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Interest on loan (6%)	657	894	606	852	579	807
Grand total	11607	15794	10706	15052	10229	14257

Note: Labor wage- 2010-11 @ INRs 150 man-day<sup>-1</sup>, 2011-12 @ INRs 200 man-day<sup>-1</sup> § (1 US\$ = INRs 60.00)

Table 5. Variable cost of cultivation for different treatments (INRs ha<sup>-1</sup>)<sup>§</sup>

Particulars	Crop residues @ 5 t ha <sup>-1</sup> dry biomass		<i>Leucaena</i> twigs @ 10 t ha <sup>-1</sup> green biomass	
	2010-11	2011-12	2010-11	2011-12
<i>1. Rainy season crops</i>				
i. Pearl millet	2950	3600	1500	2000
ii. Clusterbean	2950	3600	1500	2000
iii. Greengram	2950	3600	1500	2000
<i>2. Winter season crops</i>				
i. Wheat	2450	3100	1500	2000
ii. Chickpea	2450	3100	1500	2000
iii. Mustard	2450	3100	1500	2000

Note: Crop residues application cost @ 3 man-days ha<sup>-1</sup> with Happy Seeder; *Leucaena* twigs mulching application cost @ 10 man-days ha<sup>-1</sup> § (1 US\$ = INRs 60.00)

### 3. Results

#### 3.1 Weather details and crop productivity

The climate of New Delhi is of semi-arid type, with hot and dry summers and cold winters. It is categorized as the 'Trans-Gangetic plains' agro-climatic zone (AEZ). The 10-year mean monthly total rainfall and mean monthly maximum and minimum temperatures (2000–2009), and the monthly total rainfall and monthly mean maximum and minimum temperatures for the experimental years (2010–11 and 2011–12) are shown in Figure 1-3. The data revealed that the mean maximum temperatures ranged from 37–38°C during May–June, whereas the mean minimum temperatures ranged from 6–8°C during December–January. Likewise, 10-years mean monthly total rainfall ranged from a few mm during November–January to as high as 100–250 mm during July–September. Around 80% of the total annual rainfall occurred during July–September and the remainder 20% occurred in the other months, with negligible rainfall occurring in the winter season. The monthly total rainfall for July–September was higher for both the experimental years than the 10-years mean values, whereas the trends were not consistent for other months, and especially for winter months. Maximum temperatures were generally higher than the long-term mean temperatures, which; however, was not the case for the minimum temperatures. Analysis of weather conditions across the 10-years period indicated that crop production during the rainy-season (July–September) was more assured, but that during the winter (October–

April), it was risky and dependent primarily on the occurrence of rainfall. The meteorological data recorded daily for the rainy and winter seasons of 2010–11 and 2011–12 from the Meteorological Observatory of the Institute are graphically presented in Figures 2 and 3. In 2010, 953.7 mm of rainfall was received, whereas it was much less (668.7 mm) in 2011, and also lower than the 10-year average (739 mm). Rainfall during winter was well distributed in 2010–11 (10 rainy days, 85.5 mm); it was much less (three rainy days, 34.1 mm) in 2011–12. During winter, October 2011 had the highest maximum temperature, resulting in high evapo-transpiration. Further, minimum temperature for a few days during December–January in 2011–12 dropped down to 0°C, which caused some frost injury on the mustard crop. Thus, the two experimental years had quite distinct weather conditions.

#### 3.2 System productivity in terms of pearl millet, wheat and total pearl millet equivalent yields

Grain yield expressed as pearl millet-equivalent yield for summer crops and as wheat-equivalent yield for winter crops, and system productivity as total pearl millet-equivalent yield showed significant variation between the two years (Tables 6-8). Pearl millet-equivalent yield of the rainy-season crops during 2010 showed the highest yield with clusterbean under *Leucaena* twigs (5.72 t ha<sup>-1</sup>), followed by crop residue retention (4.69 t ha<sup>-1</sup>) (Table 6). Similar to summer

season crops, the yield of winter-season crops expressed in wheat-equivalent yield was significantly higher under mustard after *Leucaena* twigs with clusterbean as the preceding rainy-season crop than the pearl millet and greengram (Table 7). The wheat equivalent yield was significantly higher in 2010-11 than in 2011-12 because of higher mustard yield in former year. Chickpea followed mustard in wheat-equivalent yield in 2010-11, but wheat followed mustard in 2011-12. Results further showed the lowest pearl millet-equivalent yield under no

residue for pearl millet (1.44 t ha<sup>-1</sup>), followed by greengram (2.69 t ha<sup>-1</sup>). Although greengram fetched higher market price, it was not superior to clusterbean because of less greengram seed yield and high clusterbean green pod yield. A similar trend was found in both years, but the productivity was lower in 2011 because of erratic rainfall pattern. In 2011, pearl millet-equivalent yields after chickpea were the highest but the lowest after mustard (Table 6).

Table 6. Pearl millet-equivalent yield (t ha<sup>-1</sup> crop-1 season-1) of rainy-season crops (A) under crop residues and *Leucaena* twigs after the winter-season crops

Residue management (B)/ winter-crops (C)	2010¶			2011					
	Pearl Millet	Cluster Bean	Green gram	Pearl millet	Cluster bean	Green gram			
<i>After wheat</i>									
No residue	1.44	4.35	2.69	1.17	4.19	1.58			
Crop residue	1.73	4.69	3.31	1.34	5.68	2.15			
<i>Leucaena</i> twigs	2.33	5.72	3.04	1.32	6.13	2.53			
<i>After chickpea</i>									
No residue				1.32	4.52	1.61			
Crop residue				1.95	5.63	2.49			
<i>Leucaena</i> twigs				1.56	5.59	2.78			
<i>After mustard</i>									
No residue				1.33	3.53	1.71			
Crop residue				1.45	4.49	1.81			
<i>Leucaena</i> twigs				1.34	4.68	2.20			
	A	B	A × B	A	B	C	A × B	A × C	B × C
LSD (P<0.05)	0.21	0.36	0.51	0.18	0.18	0.13	0.29	0.22	0.22

¶There were only three treatments during rainy-season of 2010

In the winter season, the wheat-equivalent yield for chickpea and mustard was significantly higher under *Leucaena* twigs and crop residue than the no residue (Table 7). Wheat did not perform well in 2010-11 because of less residual soil moisture, but it did well in 2011-12, which in turn led to higher wheat-equivalent yield.

The performance of different crops in terms of total system productivity grown in sequence under the two important CA-based technologies (zero-till and surface mulching with crop residues and *Leucaena* twigs grown on the farm boundaries was evaluated in total pearl millet equivalent yields (Table 8).

In 2010-11, the significantly higher yield (10.53 t ha<sup>-1</sup>) with clusterbean–mustard system under *Leucaena* twigs than the clusterbean–mustard cropping system

under crop residue (9.13 t ha<sup>-1</sup>). In contrast, in 2011-12, pearl millet-equivalent yield was significantly higher under clusterbean-wheat system with crop residue (9.75 t ha<sup>-1</sup>) than the clusterbean–chickpea under *Leucaena* twigs (9.03 t ha<sup>-1</sup>).

Higher wheat yield in 2011-12 was contributed to higher pearl millet-wheat equivalent yield under clusterbean as the preceding crop. Relative to pearl millet-equivalent system yield, clusterbean–mustard system under *Leucaena* twigs and crop residue, and clusterbean-wheat system with crop residue and clusterbean–chickpea system with *Leucaena* twigs resulted in higher system productivity.

Table 7. Wheat-equivalent yield (t ha<sup>-1</sup> crop<sup>-1</sup> season<sup>-1</sup>) of winter-season crops (C) under crop residues and *Leucaena* twigs after the rainy-season crops¶

Residue management (B)/ rainy-crops (A)		2010-11					2011-12						
		Wheat	Chick pea	Mustard			Whe at	Chic kpea	Mustard				
<i>After pearl millet</i>													
No residue		0.51	1.88	2.43			1.07	1.55	1.43				
Crop residue		1.16	2.90	3.29			2.71	3.19	2.68				
<i>Leucaena</i> twigs		1.12	3.53	4.08			2.20	2.19	1.94				
<i>After cluster bean</i>													
No residue		0.58	1.23	1.34			1.06	1.39	1.87				
Crop residue		1.24	2.11	3.83			2.94	2.17	2.46				
<i>Leucaena</i> twigs		1.03	2.55	4.15			3.29	2.70	3.77				
<i>After green gram</i>													
No residue		0.84	1.48	2.70			1.72	1.49	1.58				
Crop residue		1.33	2.39	4.04			3.32	2.90	3.04				
<i>Leucaena</i> twigs		1.16	2.77	3.59			2.44	2.04	2.19				
Treatment													
Source	A B C	A × B	A × C	B × C		A	B	C	A × B	A × C	B × C		
LSD (P<0.05)	0.05 0.02 0.12	0.29	0.21	0.21		0.16	NS	0.11	0.25	0.19	0.19		

¶ The interaction effect of rainy season crops (A), residue management (B) and winter season crops (C)

Table 8. System productivity expressed as total pearl millet-equivalent yield (t ha<sup>-1</sup> crop<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>) with crop residue incorporation and *Leucaena* twigs¶

Residue management (B)/ Winter – crops (C)	2010-11				2011-12							
	Pearl Millet	Cluster bean	Green gram	Mean	Pearl millet	Cluster bean	Green gram	Mean				
<i>After wheat</i>												
No residue	2.03	5.02	3.67	3.57	2.53	6.17	3.41	4.04				
Crop residue	3.07	6.12	4.86	4.68	4.80	9.75	5.56	6.70				
<i>Leucaena</i> twigs	3.52	6.92	4.39	4.94	4.13	8.93	5.00	6.02				
<i>After chickpea</i>												
No residue	3.61	5.78	4.40	4.60	2.66	6.29	4.00	4.32				
Crop residue	5.08	7.13	6.08	6.10	5.69	8.39	5.62	6.57				
<i>Leucaena</i> twigs	6.32	8.67	6.25	7.08	5.75	9.03	7.59	7.46				
<i>After mustard</i>												
No residue	4.26	5.90	5.83	5.33	3.52	5.43	3.73	4.23				
Crop residue	5.54	9.13	7.99	7.55	5.68	8.19	5.70	6.52				
<i>Leucaena</i> twigs	6.95	10.53	7.21	8.23	4.45	7.29	4.99	5.57				
LSD (P<0.05)	A 0.24	B 0.2	C 0.24	A x B 0.3	A x C 0.42	B x C 0.42	A 0.317	B 0.30	C 0.19	A x B 0.41	A x C 0.32	B x C 0.32

Table 9. System economics of pearl millet-based systems as influenced by residue management after winter-season crops¶

Treatment	2010-11			2011-12		
	Cost of cultivation ( $\times 10^3$ INRs ha $^{-1}$ )	Net returns ( $\times 10^3$ INRs ha $^{-1}$ )	B:C ratio	Cost of cultivation ( $\times 10^3$ INRs ha $^{-1}$ )	Net returns ( $\times 10^3$ INRs ha $^{-1}$ )	B:C ratio
<i>After wheat</i>						
No residue	22.05	0.67	0.03	29.42	-0.03	0.00
Crop residue	27.45	6.35	0.23	36.12	20.09	0.56
<i>Leucaena</i> twigs	25.05	11.92	0.48	33.42	15.56	0.47
<i>After chickpea</i>						
No residue	21.15	15.81	0.75	28.67	9.59	0.33
Crop residue	26.55	24.52	0.92	35.37	32.60	0.92
<i>Leucaena</i> twigs	24.15	37.16	1.54	32.67	17.42	0.53
<i>After mustard</i>						
No residue	20.67	21.66	1.05	27.88	8.86	0.32
Crop residue	26.07	29.98	1.15	34.58	23.79	0.69
<i>Leucaena</i> twigs	23.67	44.29	1.87	31.88	13.88	0.44
LSD (P< 0.05)	-	4.63	0.045	-	3.57	0.021

¶ The interaction effect of winter season crops and residue management practices

Table 10. System economics of cluster bean-based systems as influenced by residue management after winter-season crops¶

Treatment	2010-11			2011-12		
	Cost of cultivation ( $\times 10^3$ INRs ha $^{-1}$ )	Net returns ( $\times 10^3$ INRs ha $^{-1}$ )	B:C ratio	Cost of cultivation ( $\times 10^3$ INRs ha $^{-1}$ )	Net returns ( $\times 10^3$ INRs ha $^{-1}$ )	B:C ratio
<i>After wheat</i>						
No residue	21.41	25.80	1.20	29.10	27.95	0.96
Crop residue	26.81	31.60	1.18	35.80	61.77	1.73
<i>Leucaena</i> twigs	24.41	40.85	1.67	33.10	73.40	2.22
<i>After chickpea</i>						
No residue	20.51	33.16	1.62	28.36	37.12	1.31
Crop residue	25.91	40.28	1.55	35.06	52.25	1.49
<i>Leucaena</i> twigs	23.51	56.61	2.41	32.36	62.75	1.94
<i>After mustard</i>						
No residue	20.03	35.23	1.76	27.56	34.75	1.26
Crop residue	25.43	59.99	2.36	34.26	46.93	1.37
<i>Leucaena</i> twigs	23.03	75.51	3.28	31.56	68.43	2.17
LSD (P< 0.05)	-	6.73	0.067	-	5.82	0.052

¶ The interaction effect of winter season crops and residue management practices



Table 11. . System economics of greengram-based systems as influenced by residue management after winter-season crops¶

Treatment	2010-11			2011-12		
	Cost of cultivation ( $\times 10^3$ INRs ha <sup>-1</sup> )	Net returns ( $\times 10^3$ INRs ha <sup>-1</sup> )	B:C ratio	Cost of cultivation ( $\times 10^3$ INRs ha <sup>-1</sup> )	Net returns ( $\times 10^3$ INRs ha <sup>-1</sup> )	B:C ratio
<i>After wheat</i>						
No residue	21.89	13.71	0.63	28.67	12.29	0.43
Crop residue	27.29	21.16	0.78	35.37	33.80	0.96
<i>Leucaena</i> twigs	24.89	17.80	0.72	32.67	27.92	0.85
<i>After chickpea</i>						
No residue	20.99	20.26	0.97	27.93	10.04	0.36
Crop residue	26.39	30.54	1.16	34.63	31.78	0.92
<i>Leucaena</i> twigs	23.99	33.94	1.41	31.93	26.31	0.82
<i>After mustard</i>						
No residue	20.51	33.88	1.65	27.14	12.56	0.46
Crop residue	25.91	49.67	1.92	33.84	28.28	0.84
<i>Leucaena</i> twigs	23.51	44.35	1.89	31.14	23.30	0.75
LSD (P<0.05)	-	5.17	0.048	-	2.97	0.029

¶ The interaction effect of winter season crops and residue management practices

### 3.3. System economics

System economics showed remarkable variations attributable to preceding crops and residue-management practices (Tables 9-11). The cost of cultivation for all systems was higher for crop residue application, followed by *Leucaena* twigs, and was higher after wheat followed by mustard and the least with chickpea. In 2010-11, gross and net returns and B : C ratio were higher for *Leucaena* twigs, followed by crop residue, irrespective of the preceding winter-season crops.

However, in 2011-12, these were higher for crop residue. Clusterbean-based system was superior in net returns and B : C ratio, followed by greengram-based systems, and were higher after mustard, followed by that after chickpea.

### 4. Discussion

Crop residues and *Leucaena* twigs recorded significantly higher pearl millet-equivalent yield compared with no-residue. In 2010-11, the performance of crop under *Leucaena* twigs was better, but in 2011-12, *Leucaena* twigs and crop residues showed better response in clusterbean-mustard and clusterbean-wheat systems (Table 6-8). The system productivity was the lowest in no-residue and the highest under crop residue and *Leucaena* twigs during both years of experimentation in 2010-11 and 2011-12. This was attributable to enriched soil nutrient build-up through the addition of a considerable amount of residue, resulting in higher productivity. The yield under no-

residue treatment was apparently low because of limited availability of nutrients supplied from the recommended dose of fertilizers, and deficit soil moisture under rainfed situation. Residue application presumably improved physico-chemical and biological environment of the soil through addition of organic matter, enhanced microbial activity and thus increased the system productivity, as suggested by Singh et al. (2005, 2008). These findings corroborate several studies in wheat-based cropping system (Reddy et al. 1981), clusterbean-mustard system (Saxena et al. 1997), clusterbean-wheat system (Singh et al. 1998), and greengram-wheat system (Singh et al. 2008). Legumes have contributory effect in fixing atmospheric N<sub>2</sub>, and clusterbean after chickpea helped further to add N<sub>2</sub> to crops, which resulted in higher pearl millet-equivalent yield in the system. The market price of mustard and chickpea was higher than of wheat, which was reflected in significant variation in pearl millet-equivalent yield. Cereal crops in general are less energy providing crops and result in higher yields per unit area than the legumes and oilseed crops. Pearl millet-equivalent yield was higher in 2010-11 than in 2011-12, and this was attributable to slightly lower yield of pearl millet and wheat in 2011-12. The higher seed equivalent yield with chickpea was attributable to the higher price of chickpea. Productivity of rainfed crops in the semi-arid environments of north-western India is low and highly variable, is primarily depends on the rainfall pattern and other weather variables, and less application of other farm inputs like chemical fertilizers because of their increased costs. The higher market prices of the produce during 2011 could

not compensate for the low yields. The higher clusterbean-equivalent yield, net returns, benefit: cost ratio and sustainable yield index were also reported by Meena et al. (2008) and Pandit et al. (2010). Double cropping in the rainfed areas having average annual rainfall of about 700 mm is feasible if the rainfall is fairly-distributed and the late monsoon rains in September-end or October are utilized in sowing and early establishment of winter season crops. While there is no major problem in the cultivation of crops like pearl millet, or greengram during the rainy season, it is essential to have minimum soil moisture in early October when the crops, such as chickpea, mustard, and wheat, are sown in early November. It is possible to enhance soil moisture conservation and also nutrient status through retention of crop residues (an important component of CA) and *Leucaena* twigs (Singh et al. 2005). *Leucaena* hedges are recommended for bund stabilization, fodder and much biomass in rainfed regions (Sharma and Behara 2009; Sharma et al. 2010; 2011). Zero-tillage, another important component of CA, has immense potential to reduce the cost of cultivation, save time and thus ensure timely sowing, reduce soil erosion and conserve moisture (Erenstein and Laxmi 2008; Pittlekow et al. 2014). Thus, adoption of these CA-based technologies, coupled with precise use of inputs like water, nutrients and farm machinery, can help in enhancing the productivity and profitability of rainfed crops in the semi-arid environments.

## 5. Conclusion

Based on the two-year's study of nine double-cropping systems with residue mulching under rainfed conditions, we concluded that the system productivity in terms of total pearl millet-equivalent yields of summer or rainy season crops can result in the highest yield under clusterbean with *Leucaena* twigs, followed by crop residue retention.

Similarly, significantly higher wheat-equivalent yield of winter crops can result under mustard with *Leucaena* twigs, followed by that with crop residue retention.

It has also concluded that clusterbean-mustard double-cropping system with *Leucaena* twigs can result in the highest productivity and profitability, followed by clusterbean-wheat or clusterbean-chickpea systems. It is recommend to apply *Leucaena* twigs as mulch after sowing to improve the productivity and profitability under zero-till conditions in the rainfed, semi-arid environments of north-western India.

Finally, it can be suggested that there is possibility to grow a short-duration crop in the later part of the rainy-season by conserving the residual soil moisture of the late monsoon rains, and also following dry-season crop by adopting the resource-conserving technologies.

## Acknowledgements

The research paper is a part of a PhD thesis of the first author at the ICAR-Indian Agricultural Research Institute (IARI). The financial support received from the Indian Council of Cultural Relations (ICCR) in granting SAARC fellowship and the Institute of Agriculture and Animal Sciences (IAAS), Tribhuvan University, Rampur for the study leave are gratefully acknowledged.

## References

- Acharya, C.L., O.C. Kapur, and S.P. Dixit. 1998. Moisture conservation for rainfed wheat production with alternative mulches and conservation tillage in hills of north-west India. *Soil and Tillage Research* 46:153–163.
- Amgain, L.P., A.R. Sharma, J. Timsina, and P. Wagle. 2019. Water, nutrient, and energy use efficiencies of no-till rainfed cropping systems with or without residue retention in a semi-arid dryland area. *Global J. Agriculture and Allied Sciences. Nepalese Agricultural Professionals in America* 1(1): 30-42.
- Casida, L.E.J., D. A. Klein, and T. Santaro. 1964. Soil dehydrogenase activity. *Soil Science* 98: 371–376.
- Dhyani, S. K., R. Newaj, and A.R. Sharma. 2009. Agroforestry: its relation with agronomy, challenges and opportunities. *Indian Journal of Agronomy* 54(3): 259–266.
- Erenstein, O., and V. Laxmi. 2008. Zero tillage impacts in India's rice-wheat systems: a review. *Soil Tillage Research*, 100, 1–14.
- Gill, M.S., and I.P.S. Ahlawat. 2006. Crop diversification - its role towards sustainability and profitability. *Indian Journal of Fertilizers* 2(9): 125–138.
- Gomez, K.A., and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. John Willey and Sons, NY.
- Green, V.S., D.E. Ctott, and M. Diack. 2006. Assay of fluorescein diacetate hydrolytic activity-optimization of soil samples. *Soil Biology and Biochemistry* 38: 693–701.
- Jones, R. B., J.W. Wendt, W.T. Bunderson, and O.A. Itimu. 1996. *Leucaena*-maize alley cropping in Malawi. Part I: Effects of N, P and leaf application on maize yields and soil properties. *Agroforestry Systems* 33 (3): 281–294.
- Lal, M., D.S. Bhati, and A.K. Nag. 2004. Economics and production potential of different cropping sequence on farmers' field. *Journal of Eco-Physiology* 7(3/4): 143–145.
- Lehria, S.K., S.V. Bali, and B. Singh. 2006. Effect of green leaf manure of subabul (*Leucaena leucocephala* Lam. De Wit.) on maize crop and its residual effect on wheat crop, pp. 316–319. In: *Proceedings of the IUFROS-ISTS 1-UHF International Conference on World Perspective on*

- Short-rotation Forestry for Industrial and Rural Development. Eds. Verma, K.S., Khurana, D.K and Christersson, I. Nauni, Solan, India.
- Meena, S. L., M. Shamsudheen, and D. Dayal. 2008. Productivity of clusterbean (*Cyamopsis tetragonoloba*) and sesame (*Sesamum indicum*) intercropping system under different row ratio and nutrient management in arid region. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 79(11): 901–905.
- Nunan, N., M.A. Morgan, and M. Herlihy. 1998. Ultraviolet absorbance (280 nm) of compounds released from soil during chloroform fumigation as an estimate of the microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry* 30(12): 1599–1603.
- Pandit, M.C., R.P. Singh, and R. Kumar. 2010. Economic analysis of adoption of zero tillage technology in wheat cultivation in trans-gangetic plains of India. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 80(12): 1092–1094.
- Pittelkow, C.M., X. Liang, B.A. Linquist, K.J. . Groenigen, J. Lee, M.E. Lundy, N.V. Gestel, J. Six, R.T. Venterea, and C.V. Kessel. 2014. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. *Nature*, <http://dx.doi.org/10.1038/nature13809>.
- Prasad, C., and P.C. Bhatia. 2007. Farming system research and extension approaches. In: Suraj Bhan, Karale, R.L. Singh S., Bharati, K. and Subramanian, S. (Eds.), *Conservation Farming*, pp. 429–445. Soil Conservation Society of India, New Delhi.
- Reddy, T.V., K.R. Reddy, M.S. Rajan, and G.S. Reddy. 1981. Production potential of seed clusterbean genotypes as sequence crop in dryland. *Indian Journal of Agronomy* 26: 89–90.
- Saxena, A., D.V. Singh, and N.L. Joshi. 1997. Effects of tillage and cropping systems on soil moisture balance and pearl millet yield. *Journal Agronomy and Crop Science* 178: 251–257.
- Saxena, M.C. 2012. Challenges and opportunities for food legume research and development. Paper presented on the 6th M.S. Swaminathan Award Lecture at IARI, Pusa, New Delhi, January 25, 2012.
- Sharma, A.R., and U.K. Behera. 2009. Nitrogen contribution through *Sesbania* green manure and dual-purpose legumes in maize–wheat cropping system: agronomic and economic considerations. *Plant and Soil* 325(1/2): 289–304.
- Sharma, A.R., R. Singh, S.K. Dhyani, and R.K. Dube. 2010. Moisture conservation and nitrogen recycling through legume mulching in rainfed maize (*Zea mays*)–wheat (*Triticum aestivum*) cropping system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 87(2): 187–197.
- Sharma, A.R., R. Singh, S.K. Dhyani, and R.K. Dube. 2011. Agronomic and economic evaluation of mulching on rainfed-maize-wheat cropping system on the western himalayan region of India. *Journal of Crop Improvement* 25(4): 392–408.
- Sharma, P.K., and C.L. Acharya. 2000. Carry-over of residual soil moisture with mulching and conservation tillage practices for sowing of rainfed wheat (*Triticum aestivum*) in north-west India. *Soil and Tillage Research* 57: 43–52.
- Sidhu, H.S., M. Singh, E. Humphreys, Yadvinder-Singh, J. Blackwell, and S. Singh. 2007. The Happy Seeder enables direct drilling of wheat into rice stubble. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47: 844–854.
- Singh, R., B. Singh, and M. Patidar. 2008. Effect of preceding crops and nutrient management on productivity of wheat (*Triticum aestivum*)–based cropping system in arid region. *Indian Journal of Agronomy* 53(4): 267–272.
- Singh, V., S.K. Sharma, D. Ram, R.K. Siag, and B.L. Verma. 1998. Performance of different crops sequences under various irrigation levels. *Indian Journal of Agronomy* 35: 287–296.
- Singh, Y., B. Singh, and J. Timsina. 2005. Crop residue management for nutrient cycling and improving soil productivity in rice-ba