



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.320383



## Effect of calcium nitrate applications on leaf macro element concentrations in different strawberry cultivars

Mehmet Ali Sarıdaş\*, Sevgi Paydaş Kargı, Şenay Karabıyık, Hayriye Yıldız Daşgan

Cukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, 01330 Adana, Turkey

\*Corresponding author/Sorumlu yazar: masaridas@cu.edu.tr

Received/Geliş 01/11/2016

Accepted/Kabul 16/02/2017

### ABSTRACT

Strawberry production is one of the most important horticultural sectors in the Mediterranean coastal line of Turkey. This industry has developed day by day due to high price, yield and good marketing opportunity. However, there are some serious problems about yield due to plant nutrition. The aim of this study was to determine the effects of the calcium nitrate applications on the strawberry leaves nutrition amount during the active growing period (April and May). The results showed that, N and Ca concentrations of the leaves were not affected by different calcium nitrate applications except the period of April. The differences in terms of nutrient contents between cultivars are stemmed from genetical differences. Competition of cation was determined clearly with different doses of calcium nitrate applications and among cultivars.

Keywords:

Calcium

Nitrate

Nutrient uptake

*Fragaria x ananassa*

Duch

Farklı çilek çeşitlerinde kalsiyum nitrat uygulamalarının yapraktaki makro element konsantrasyonlarına etkisi

### ÖZET

Ülkemizin Akdeniz sahilindeki çilek üretimi en önemli bahçe bitkileri sektörlerinden birisidir. Bu üretim alanı; iyi pazarlama olanakları, yüksek fiyat ve verimden dolayı gün geçtikçe artmaktadır. Fakat verimi önemli düzeyde etkileyen bitki beslemeyle ilgili sorunlar vardır. Bu çalışmanın amacı; aktif yetiştirme süresince çilek yapraklarındaki besin element içerikleri üzerine kalsiyum nitrat uygulamalarının etkilerinin belirlenmesidir. Çalışma sonucunda yaprakların N ve Ca içerikleri farklı kalsiyum nitrat dozlarından Nisan dönemi dışında etkilenmemiştir. Çeşitler arasında besin içerikleri bakımından gözlenen farklılıklar büyük oranda genetik farklılıktan kaynaklanmaktadır. Katyon rekabeti, çeşitler arasında ve farklı dozlarda yapılan uygulamalarda açık bir şekilde belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Kalsiyum

Azot

Besin alımı

*Fragaria x ananassa*

Duch

© OMU ANAJAS 2017

### 1. Introduction

Strawberries which grown in many agricultural areas of the world are mainly cultivated in the northern hemisphere. Cultivated strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.), appeared by natural crossing between octoploid *F. chiloensis* (L.) Duch. and *F. virginiana* Duch. species during middle of 18th century (Staudt, 1989). These strawberries have been successfully grown in the temperate areas (Hancock, 1999). Demand to the cultivated strawberry has been increasing continuously in Turkey. Production of strawberry increased from 35.000 tonnes in 1986 to 376.070 tonnes in 2014. Production increase of strawberries in USA, the biggest producer in the world, was 197% between 1986 and 2014; 975% increase occurred in Turkey at the same

period (FAO, 2017).

Recently, strawberries became very important due to rapid turn around of investment in and their benefits on human health. Strawberries attract more attention of consumers with mesmerizing aromas, rich vitamin content, especially ellagic acid content and different consumption characteristics (Kafkas et al., 2007). Strawberries' nutritional content depends on cultivation techniques, varieties, fertilization, ecological conditions, and level of fruit maturity. Amount of plant nutrients taken from the soil is controlled by different factors, such as soil type and structure, environmental and biotic factors. Precipitation, temperature and cultural application as well as different soil properties such as soil pH, lime content, amount of organic material and available elements have effect on nutrient uptake. Plant

growth and health are the main biotic factors taken into account. For example age of plant, development situation, cultivar characteristics, structure and health of root system collectively effect nutrient uptake from soil (Erdal et al., 2006).

Like others fruit varieties, it is necessary to meet nutritional demands of strawberries in a timely manner to obtain healthy plants with good yield and high quality fruits. Strawberry varieties show different reactions to applied fertilization programs. Deficiency or excess of plant nutrients may cause different problems during the plant development and fruit maturation. Plant nutrients have a different mobility in xylem, while some of the plant nutrients have high mobility such as nitrogen (N), potassium (K), phosphorus (P), magnesium (Mg), chlorine (Cl) and the others have low mobility in xylem like calcium (Ca) and manganese (Mn) (Karaman, 2012). Calcium affects root elongation (Marschner and Richter, 1974) and cell division, calcium deficiency results in slow down of cell division and root formation. Calcium also maintains hardness and strength of the cell walls by linkage with pectin chains (Kacar and Katkat, 2009).

Fertilizers applied through soil and leaves and their interaction within plants effect overall fruit quality. Wojcik and Lwandowski (2003) reported that application of Ca and B increased these elements concentration in foliage of strawberry cultivar 'Elsanta'; however, these elements had no effect on total and marketable fruit yield, average fruit weight, total soluble solids and titratable acidity. Singh et al. (2007) reported that the calcium applications significantly affect fruit quality by increasing fruit color and reducing grey mould. Palencia et al. (2010) studied the interactions between plant nutrients and occurrence of tip burn, and found no relationship between tip burn and calcium levels. However it was reported that K:Ca and K:Mg ratios were important for the appearance of tip burn symptoms. If these ratios exceed 1.77 for K: Ca and 3.40 for K: Mg, risk of tip burn occurrence would increase by 50%.

In the present study, five strawberry cultivars were used to evaluate effects of different calcium nitrate doses, applied on leaves, on some macro element concentrations in strawberry leaves.

## 2. Materials and Method

### 2.1. Plant materials

The study was carried out in a glasshouse at Cukurova University, Adana, during 2012-2013 growing period. Five strawberry cultivars were used as plant material. Cultivar 'Osmanlı' has soft fruit firmness, Camarosa has hard strong fruit firmness and Sevgi, Ebru, and Kaşka cultivars have medium fruit firmness. Calcium nitrate was used as a calcium source in the study.

### 2.2. Method

Fresh pot plants were planted in a glasshouse on 28<sup>th</sup> September in fall. Study was set up as randomly split plot experiment design with three replications, and each replication contained 20 plants, where fertilization treatments were the main plots and genotypes were the subplots. Soil was analyzed before the planting and fumigated with Metam sodium and then plants were planted to the fumigated soil within raised beds covered with black polyethylene mulch. Plug plants were planted double row system and designed by triangle method. The distance between the double rows was 1.2 m while the distance between nearby plants in the double row was 0.25 m. Plants were irrigated with drip irrigation system, the common fertilization program (120 kg nitrogen (N) ha<sup>-1</sup>, 70 kg phosphorus pentoxide (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) ha<sup>-1</sup>, 220 kg potassium oxide (K<sub>2</sub>O) ha<sup>-1</sup> and 20 kg magnesium oxide (MgO) ha<sup>-1</sup>) was carried out with drip irrigation. Foliar calcium nitrate fertilization was started on 15 January (first blooming time) and continued until 15 May (end of the active vegetative growth period) in 2013. Different calcium nitrate (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) doses (0 (control), 150, 300 and 450 ml 100 L<sup>-1</sup>) were sprayed on the leaves with one week intervals, totally 16 times.

Change in nutrient concentrations in leaves were investigated beginning from the blooming date (15<sup>th</sup> January) until end of the active vegetative growing date (15<sup>th</sup> May) with one month intervals. Initial leave nutrition concentration was determined in the 15<sup>th</sup> January for observing the effects of application. Young leaves (10-15) were collected from each treatment, washed and dried at 65°C until reaching the stable weight. Macro nutrient analyses were conducted by dry burning method. The nitrogen concentration was determined via Kjeldahl method. Phosphorous concentration was measured with a spectrophotometer (Dasgan et al., 2008). K, Ca and Mg concentrations were determined with atomic absorption spectrophotometer (Varian brand FS 220 model) with appropriate standards.

### 2.3. Soil properties

The selected soil physical and chemical properties were determined before planting date. Soil properties were as follows: soil texture was clay loam; CaCO<sub>3</sub> amount was 24.6% with a pH of 7.8 (1:2.5 H<sub>2</sub>O); EC was 0.31 mmhos cm<sup>-1</sup>; organic matter was 2.9%; extractable K 193.4 ppm; extractable P 21.20 ppm; extractable Ca 1848 ppm; extractable Mg 121.4 ppm and extractable Fe, Zn, Mn, Cu as 4.23, 1.33, 4.64, 1.48 ppm, respectively.

### 2.4. Data analysis

All data were subjected to the analysis of variance (ANOVA) using the statistical software package JMP

v.5.0.1 for Windows (SAS Institute, Cary, NC, USA). Differences between means were separated by LSD multiple range tests with a significance threshold of 95%.

### 3. Results and Discussion

Results for leaf macro nutrient concentrations in different three months were given in Tables 1-3. Results for February and March were not given because they did not differ significantly.

Leaf nutrition concentration in January before calcium nitrate applications were presented in Table 1. While N values were different significantly among the cultivars, P, K, Ca and Mg amounts were not different significantly.

The lowest N content was found in Camarosa (3.65%) while the highest N concentration was found in Kaşka (4.49%) in January. Ebru, Osmanlı and Sevgi had the same statistical group with Kaşka, their N concentrations were 4.43%, 4.19% and 4.18%, respectively.

Table 1. Macro nutrition concentrations (%) in the strawberry cultivars in January

Nutrient	Cultivars					LSD <sub>cultivar</sub>
	Osmanlı	Sevgi	Ebru	Kaşka	Camarosa	
N	4.19 a <sup>(1)</sup>	4.18 a	4.43 a	4.49 a	3.65 b	0.506*
P	0.28	0.22	0.30	0.34	0.32	N. S.
K	1.36	1.39	1.22	1.36	1.07	N. S.
Ca	2.18	1.95	1.97	2.08	2.13	N. S.
Mg	0.48	0.45	0.46	0.42	0.51	N. S.

(1): Differences of between the means were showed with different letters, N.S.: Non Significant \* $p < 0.05$

Rosli et al. (2004) and Serçe et al. (2008) reported that Camarosa variety had high fruit firmness. Nitrogen has a high mobility inside plants, while the vegetative growth increases with high N concentration, fruit firmness and other quality properties can negatively be affected (Turan and Horuz, 2012). At this study, the lowest N concentration was found in the Camarosa variety as known for high firmness, thus it can be suggested that N might have effect on fruit firmness. May and Pritts (1990) reported that 2% - 2.8% N contents were enough for strawberry plants. Nitrogen concentration observed in January in the present study was found to be higher from other published results (Demirsoy et al., 2010; Seferoglu and Kaplan, 2010). It is known that young leaves have higher N concentration than the old leaves, which can explain the results obtained in January measurements (Kacar and Katkat, 1998).

May and Pritts, (1990) determined the level of P concentration between 0.15% and 0.20% in strawberry. Also, Ersoy (2004) determined P concentration as 0.30% in field grown strawberries. In this study, P concentration was found to be between 0.28% and 0.34% in the studied cultivars except Sevgi with a value of 0.22%. Camarosa had the highest Mg concentration (0.51%), at the same time it had the lowest K concentration (1.07%). Plants take Mg up from the soil as  $Mg^{+2}$  ions, and  $K^{+}$  and  $NH_4^{+}$  ions adversely affect Mg uptake from the soil (Kurvits and Kirkby, 1980).

Macro element concentrations in April were given

the Table 2. While the highest concentration of N and Mg was determined in Osmanlı in April, it also had the lowest K concentration.

Similarly, while Camarosa had the highest Ca concentration, it had the lowest concentrations of N, P and Mg. Cultivar and application interactions were determined as statistically not significant for this month.

Phosphorus concentration was affected from applications and seasonal changes, and was found similar to results reported by Almaliotis et al. (2002). But, P concentration decreased in April compared to January.

Demirsoy et al. (2010) report that P concentration of leaves decreased from November to March, but P concentration to increase in May. Phosphorus is heavily used during blooming and fruit development stage (Kacar, 1984). Secondary flowering is high in April month, and it can cause P mobilization from leaves to other parts of the plants thus decreasing overall concentration of P in the leaves.

Calcium concentration of leaves increased with increasing doses of Ca treatments compared to previous months' Ca values. Lieten and Misotten (1993) reported that level of calcium was the highest at blooming and ripening stages due to the increased temperature and intensity of light. They were also reported that the majority of calcium accumulation occurred in leaves and shoots of the plants. Similarly, the highest Ca value

Table 2. The effects of different doses of Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> on macro element concentration (%) strawberry cultivars in April

Plant Nutrient	Cultivars						Average of doses
	Doses	Osmanlı	Sevgi	Ebru	Kaşka	Camarosa	
N	0	4.89	4.48	4.56	4.55	4.52	4.60
	1	4.71	4.57	4.52	4.55	4.38	4.55
	2	4.78	4.62	4.36	4.51	4.44	4.54
	3	4.72	4.53	4.42	4.38	4.41	4.49
	Average of cultivar	4.77 a <sup>(1)</sup>	4.55 b	4.47 b	4.50 b	4.44 b	
LSD <sub>cultivar</sub> **= 0.162		LSD <sub>dose</sub> = N. S.		LSD <sub>cultivar x dose</sub> = N. S.			
P	0	0.25	0.26	0.29	0.25	0.25	0.26
	1	0.29	0.25	0.30	0.21	0.24	0.26
	2	0.27	0.25	0.28	0.25	0.26	0.27
	3	0.29	0.25	0.29	0.25	0.21	0.26
	Average of cultivar	0.27 ab	0.25 bc	0.29 a	0.24 c	0.24 c	
LSD <sub>cultivar</sub> ***= 0.023		LSD <sub>dose</sub> = N. S.		LSD <sub>cultivar x dose</sub> = N. S.			
K	0	1.36	1.42	1.48	1.76	1.52	1.51 a
	1	1.10	1.36	1.08	1.42	1.36	1.27 b
	2	1.17	1.39	1.44	1.63	1.44	1.42 a
	3	1.18	1.65	1.39	1.47	1.50	1.44 a
	Average of cultivar	1.20 c	1.46 b	1.35 b	1.57 a	1.46 b	
LSD <sub>cultivar</sub> ***= 0.110		LSD <sub>dose</sub> ***= 0.099		LSD <sub>cultivar x dose</sub> = N. S.			
Ca	0	3.47	3.31	3.21	3.39	3.70	3.41 b
	1	3.30	3.07	3.48	3.56	3.66	3.41 b
	2	3.60	3.41	3.79	3.42	3.48	3.54 b
	3	3.91	3.61	3.92	3.91	4.10	3.89 a
	Average of cultivar	3.57 a	3.53 b	3.60 a	3.57 a	3.74 a	
LSD <sub>cultivar</sub> *= 0.218		LSD <sub>dose</sub> ***= 0.195		LSD <sub>cultivar x dose</sub> = N. S.			
Mg	0	0.47	0.48	0.44	0.44	0.42	0.45 a
	1	0.48	0.44	0.43	0.41	0.43	0.44 ab
	2	0.46	0.44	0.44	0.39	0.39	0.42 b
	3	0.46	0.41	0.42	0.40	0.38	0.41 b
	Average of cultivar	0.47 a	0.44 b	0.43 bc	0.41 bc	0.40 c	
LSD <sub>cultivar</sub> ***= 0.028		LSD <sub>dose</sub> *= 0.025		LSD <sub>cultivar x dose</sub> = N. S.			

(1): Differences of between the means were showed with different letters

N.S.: Non Significant \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05

was found in April when light intensity and temperatures started to increase. Interaction of nutrients were also examined, and it was observed that Osmanlı had the highest Mg (0.47%) and the lowest K (1.20%) concentration.

Agüero and Kirschbaum (2015) also reported negative interaction between potassium and calcium at the different strawberry cultivars.

Macro element concentrations of strawberry varieties treated with different Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> doses were given for month of May in Table 3.

N, Ca and K concentrations of the leaves did not change by applications of increasing calcium nitrate doses. However, Mg concentration decreased, which it might be result of cation competition. Nitrogen concentration of leaves decreased compared to April but plants had still sufficient N levels in their leaves.

Demirsoy et al. (2010) were determined decrease at the nitrogen concentration of whole plant (leaf, stem and root) at the harvesting period due to the fruit development and transfer to fruits of N.

Phosphorus values of the cultivars in May changed between 0.19% and 0.23%, the lowest P concentrations were measured during growing period. As previously mentioned, plants use P during blooming and fruit development stages, and in return P is mobilized from leaves to flowers and fruits (Kacar, 1984). The lowest K concentration was determined in May during the sampling period. Demirsoy et al. (2010) reported that K concentration of leaves decreased at fruiting stage, K concentration of leaves was the lowest in May. Similar results were also observed in our study.



Table 3. The effects of different doses of  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  on macro element concentration (%) in the strawberry cultivars in May

Plant Nutrient	Doses	Cultivars					Average of dose
		Osmanlı	Sevgi	Ebru	Kaşka	Camarosa	
N	0	3.75	3.40	3.52	4.82	3.32	3.76
	1	3.68	3.63	3.41	3.79	3.55	3.61
	2	3.71	3.69	3.73	3.79	3.73	3.73
	3	3.84	3.64	3.46	3.61	3.20	3.55
	Average of cultivar	3.74	3.59	3.53	4.00	3.45	
LSD <sub>cultivar</sub> = N. S.		LSD <sub>dose</sub> = N. S.		LSD <sub>cultivarxdose</sub> = N. S.			
P	0	0.17	0.18	0.20	0.19	0.19	0.19 b <sup>(1)</sup>
	1	0.26	0.21	0.22	0.18	0.20	0.22 a
	2	0.24	0.19	0.20	0.17	0.20	0.20 ab
	3	0.25	0.18	0.24	0.20	0.21	0.22 a
	Average of cultivar	0.23 a	0.19 c	0.22 ab	0.19 c	0.21 bc	
LSD <sub>cultivar</sub> ***= 0.023		LSD <sub>dose</sub> *= 0.021		LSD <sub>cultivarxdose</sub> = N. S.			
K	0	1.20 bcd	1.10b-e	1.38 bc	1.35 bcd	1.19 b-e	1.25
	1	1.11b-e	1.08 cde	1.31 bcd	1.24 bcd	1.03 de	1.16
	2	0.69 f	1.06 cde	1.22 bcd	1.37 bc	1.33 bcd	1.14
	3	0.87 ef	1.14 b-e	1.12 b-e	1.74 a	1.42 ab	1.26
	Average of cultivar	0.97 c	1.09 bc	1.26 b	1.43 a	1.24 b	
LSD <sub>cultivar</sub> ***= 0.164		LSD <sub>dose</sub> = N. S.		LSD <sub>cultivarxdose</sub> ***= 0.328			
Ca	0	4.05 a	1.98cde	1.85 de	2.12cde	1.89 de	2.33
	1	2.87 b	2.11cde	1.83 de	2.09cde	1.68 e	2.16
	2	2.29 cd	2.26 cd	2.03cde	2.29 cd	2.34 bcd	2.24
	3	2.05cde	2.35bcd	2.08cde	2.46 bc	1.72 e	2.13
	Average of cultivar	2.81 a	2.18 bc	1.95 cd	2.24 b	1.91 d	
LSD <sub>cultivar</sub> ***= 0.264		LSD <sub>dose</sub> = N. S.		LSD <sub>cultivarxdose</sub> ***= 0.528			
Mg	0	0.43 a	0.34 bcd	0.30 cde	0.30 cde	0.28 de	0.33 a
	1	0.40 ab	0.37 abc	0.26 de	0.26 e	0.27 de	0.31 ab
	2	0.38 abc	0.28 de	0.27 de	0.25 e	0.26 de	0.29 b
	3	0.42 ab	0.30 cde	0.25 e	0.34 bcd	0.12 f	0.29 b
	Average of cultivar	0.41 a	0.32 b	0.27 cd	0.29 bc	0.23 d	
LSD <sub>cultivar</sub> ***= 0.043		LSD <sub>dose</sub> = N. S.		LSD <sub>cultivarxdose</sub> *= 0.086			

(1): Differences of between the means were showed with different letters  
N.S.: Non Significant, \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05

While P, Ca and Mg concentrations in Osmanlı were higher than that of the other cultivars, its K concentration was lower from the other cultivars. Also Mg concentration of Osmanlı cultivar was the highest with 0.41%.

#### 4. Conclusion

As a well-known phenomenon, plant nutrients are needed at different plant development stages In general, some of the nutrients are in mutual relations between each other. In this study, N and Ca doses of leaves was not affected by different doses of calcium nitrate applied by weekly interval except the period of April. Main reason of differences of the nutrients concentration in

the leaves arisen from the cultivars. Competition between the cation was clearly determined with different doses of application and among these cultivars. Macro nutrients change was evaluated in all growing period. It was showed decreasing at leaves due to forming fruit and bloom. The reason of this happen is transportation from leaves to fruit and bloom which are center of food intake.

#### Acknowledgements

This research was funded by Scientific Research Project Department of Cukurova University. (Project no: ZF2013BAP14 and ZF2012YL36).

## References

- Agüero, J.J., Kirschbaum D.S., 2015. Response to fertilization associated to leaf mineral content in strawberry. *J. Plant Nutr.* 38: 116-126.
- Almaliotis, D., Velemis, D., Bladenopoulou, S., Karapetsas, N., 2002. Leaf nutrient levels of strawberries (cv.Tudla) in relation to crop yield. *Acta Hort.* 567: 447-450.
- Dasgan, H.Y., Kuvuran S., Ortaç, I., 2008. Responses of soilless grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal (*Glomus fasciculatum*) colonization in re-cycling and open systems. *Afr. J. Biotechnol.* 7(20): 3606-3613.
- Demirsoy, L., Demirsoy, H., Ersoy, B., Balcı, G., Kızılkaya, R., 2010. Seasonal variation of N, P, K and Ca content of leaf, crown and root of 'Sweet Charlie' strawberry under different irradiation. *Zemdirbyste-Agriculture*, 97: 23-32.
- Erdal, I., Kepenek, K., Kızılgöz, I., 2006. Effect of elemental sulphur and sulphur containing waste on the iron nutrition of strawberry plants grown in a calcareous soil. *Biol. Agric. Hort.* 23: 263-272.
- Ersoy, B., 2004. Study on effects of different shading treatments on seasonal variation of macro and micro minerals in camarosa strawberry cultivar. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun. pp. 64.
- FAO, 2017. Food and Agriculture Organisation of the United Nations crop production database. Available at [www.fao.org](http://www.fao.org) (Date Accessed: 15.02.2017)
- Hancock, J. F., 1999. Strawberries. Cab International, Wallingfer, UK. 237 p.
- Kacar, B., 1984. Bitki Besleme Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, pp.899, Ankara.
- Kacar, B., Katkat., A.V., 1998. Bitki Besleme. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, pp.595. Bursa.
- Kacar, B., Katkat, A.V., 2009. Bitki Besleme. Nobel Yayın Dağıtım, 4. Baskı, pp: 351-374, Ankara.
- Kafkas, E., Koşar, M., Paydaş, S., Kafkas, S., Başer, K.H.C., 2007. Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chem.* 100: 1229-1236.
- Karaman, M., 2012. Bitki besleme, Gübretaş rehber kitapları. serisi 2. pp. 66
- Kuruvits, A., Kirkby, E.A., 1980. The uptake of nutrients by sunflower plants (*Helianthus annuus*) growing in a continuous flowing culture system supplied with nitrate or ammonium as nitrogen source. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 143:140-149.
- Lieten, F., Misotten, C., 1993. Nutrient uptake of strawberry plants (cv. Elsanta) grown on substrate. *Acta Hort.* 348:299-306.
- Marschner, H., Richter, C., 1974. Calcium- transport in wurzeln von maisund bohnenkeimpflanzen. *Plant Soil.* 40:193-210.
- May, G.M., Pritts, M.P., 1990. Strawberry nutrition. *Advances in Strawberry Production*, 9:10-24.
- Palencia, P., Martinez, F., Ribeiro, E., Pestana, M., Gama, F., Saavedra, T., Varennesb, A., Correia, P.J., 2010. Relationship between tipburn and leaf mineral composition in strawberry. *Sci. Hort.* 126: 242-246.
- Rosli, H.G., Civello, P.M., Martínez, G.A., 2004. Changes in cell wall composition of three *Fragaria x ananassa* cultivars with different softening rate during ripening. *Plant Physiol. Biochem.* 42: 823-831.
- Seferoglu, S., Kaplan, M.A., 2010. Camarosa çilek çeşitinde besin maddelerinin mevsimsel değişimi. 5. Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildirileri. pp: 203-209.
- Serçe, S., Gündüz, K., Özdemir, E., Kıyga, Y., Orhan, E., Erçişli S., 2008. Farklı sistemlerde yetiştirilen çileklerin (*Fragaria x ananassa* Duch.) meyve eti sertlik ölçümleri arasındaki ilişkiler. *Bahçe*, 37(1): 9-16.
- Singh, R., Sharma. R.R., Tyagi, S.K., 2007. Pre-harvest foliar application of calcium and boron influences physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria X ananassa* Duch.). *Sci Hort.* 112: 215-220.
- Staudt, G., 1989. The species of *Fragaria*. The taxonomy and geographical distribution. *Acta Hort.* 439: 55-62.
- Turan, M., Horuz, A., 2012. Bitki beslemenin temel ilkeleri. In: Bitki Besleme (Plant Nutrition), Karaman, M.R. (Ed), pp: 123-347.
- Wojcik, P., Lewandowski, M., 2003. Effect of calcium and boron sprays on yield and quality of "Elsanta" strawberry. *J. Plant Nutr.* 26: 671-682.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.320414



Buğday ekim alanlarında sorun olan *Bifora radians* Bieb. (Kokarot)'ın ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılığının PCR temelli olarak belirlenmesi

Emine Kaya Altop<sup>a\*</sup>, Hüsrev Mennan<sup>a</sup>, Doğan Işık<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü 55139 Atakum Samsun

<sup>b</sup>Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Kayseri

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

Geliş/Received 01/11/2016

Kabul/Accepted 22/05/2017

ÖZET

Yabancı otlar buğdayda verimi etkileyen en önemli unsur olup yabancı ot mücadelesi buğday üretiminde önemli bir yer tutmaktadır. Buğday ekim alanlarında yoğun olarak herbisit kullanımına bağlı olarak bazı önemli yabancı otlar kullanılan herbisitlere dayanıklılık geliştirmektedir. Bu amaçla geniş yapraklı tek yıllık rekabetçi bir bitki olan ve birçok kültür bitkisinde olduğu gibi buğday ekim alanlarında da sorun olan *Bifora radians* Bieb. yabancı otuna ruhsatlı ve mücadelede geniş kullanım alanı bulan ALS (Acetolactatae synthase) inhibitörü herbisitlerle çalışılmıştır. Çalışmada Türkiye'de buğday yetiştirilen ve bu yabancı otun sorun olduğu İç Anadolu ve Orta Karadeniz Bölgesinin önemli illerinden toplam 1371 tarladan tohumlar toplanmıştır. Serada saksı koşullarında bioassay yöntemleriyle dayanıklı biyotipler ile bunların dayanıklılık dereceleri belirlenmiştir. Bazı populasyonların herbisit uygulamasından etkilenmedikleri ve hayta kaldığı saptanmıştır. Bu populasyonlar doz-etki çalışmalarını alınmış ve ED<sub>50</sub> değerlerinin elde edilmesi için Weibull modeli ile R paket programında analiz edilmiştir. *Bifora radians*'in 22 populasyonunun ALS inhibitörü herbisitlerle kontrol edilemediği ve dayanıklı olduğu saptanmıştır. Ayrıca dayanıklılık gösteren biyotiplerde dayanıklılık, moleküler yöntemler kullanılarak ve dayanıklılığa neden olan gen bölgesinin sekans analizi yapılmak suretiyle tespit edilmiştir. Sekans sonucu çalışılan türlerde mutasyon varlığına rastlanılmamıştır.

Anahtar Sözcükler:

*Bifora radians*  
ALS inhibitörü  
herbisitler  
Dayanıklılık  
Bioassay  
Moleküler

PCR-based detection of resistance to ALS-inhibiting herbicides of *Bifora radians* Bieb. (Bifra) in Wheat Fields

ABSTRACT

Weeds are one of the most important yield limiting factors in wheat which makes an effective weed control an integral part of production. Due to intensive herbicide use in wheat growing areas in Turkey is resistance problems in some important weed species. There are some observations concerning the efficacy failures of some ALS inhibitor herbicides on some important weed species, such as *Bifora radians*. With this aim weed seeds will be collected from different wheat growing provinces in Central Anatolia and Black Sea Region of Turkey, in total from 1371 different wheat fields. After initial screening for resistance in pot experiments, biotypes that are supposed to be resistant will be submitted to bioassays to determine the resistance grades. Some accession exhibited the highest survival to treatment with field rates of these herbicides. The Weibull dose-response curve, an asymmetric sigmoid curve, was fitted to data to obtain ED<sub>50</sub> in R program. Twenty-two of *B. radians* accessions tested did not controlled by ALS inhibitor and they were accepted as a resistant population. Based on the results of bioassays, resistant biotypes tested by means of molecular methods. The gene region of resistant biotypes was determined through sequence analyses and mutation wasn't found.

Keywords:

*Bifora radians*  
ALS inhibitor  
herbicides  
Resistance  
Bioassay  
Molecular

© OMU ANAJAS 2017

## 1. Giriş

Göstermiş olduğu varyasyondan dolayı dünya genelinde yaygın olarak tarımı yapılan buğday, birçok ülkede insanların temel ihtiyaç maddelerinden biridir. Ülkemizde her yıl yaklaşık olarak ekilen 78 milyon hektar alandan 22,6 milyon ton ürün elde edilmekte ve ortalama verim 287 kg/da'dır. Elde edilen ortalama verim dünya ortalamasından oldukça düşüktür (FAO, 2016). Ülkemizdeki artan nüfusa paralel olarak buğday talebi de sürekli artış göstermekle birlikte, kişi başına ortalama tüketimimiz 225 kg/yıl'dır. Buğday, ülkemizde ekmeğin yanında tarıma dayalı sanayinin hammaddesi olduğundan, aynı kalite ve standartta buğdayın düzenli ve istenilen miktarda üretilmemesinden dolayı büyük oranda ithal edilmektedir. Türkiye'nin hemen hemen her bölgesinde üretimi yapılan buğday daha çok İç Anadolu ve geçit bölgelerinde yetiştirilmektedir (TUİK, 2015).

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de buğday üretimini sınırlandıran bitki koruma sorunlarının başında yabancı otlar gelmektedir. Her yıl mücadele edilmesine rağmen %25-35 arasında değişen bir ürün kaybına neden olmaktadır (Radosevich ve Holt, 1984; Özer, 1993; Vencill ve ark., 1993; Savary ve ark., 1997; 2000). Gerek ülkemizde ve gerekse de dünya genelinde buğday ekim alanlarında sorun olan yabancı ot türlerine bakıldığında ekolojik şartlara bağlı olarak dar ve geniş yapraklı yabancı otların geniş bir spektrumda sorun olduğu görülmektedir (Challaiah ve ark., 1986; Roebuck, 1987; Malik ve Vanden Born, 1988; Mennan ve Uygur, 1994; Christensen, 1995; Kadioğlu ve ark., 1998; Ogg ve Seefeldt, 1999; Uygur ve ark., 1999; O'donovan ve ark., 2000). Bununla beraber *Avena sterilis* L., *Lolium temulentum* L., *Alopecurus myosuroides* Huds., *Phalaris* spp., *Sinapis arvensis* L., *Galium aparine* L., *Bifora radians* Bieb. ve *Cirsium arvense* (L.) Scop. gibi türlerin ülkemizin değişik coğrafik alanlarına bağlı olarak buğdayda önemli olduğu bilinmektedir (Uygur ve ark., 1999).

Buğdayın geniş ekim alanı bulduğu Orta ve Batı Karadeniz ile Orta Anadolu Bölgelerinde geniş yapraklı yabancı otlardan *Bifora radians* en çok sorun teşkil eden türlerin başında gelmektedirler (Mennan, 1998; Mennan ve Uygur, 1994; Taştan, 1988). *B. radians* ülkemizle birlikte Kafkasya, Kırım, Yunanistan ve İtalya'da buğday ekim alanlarında sorun olan önemli türlerden biridir. Bununla birlikte istilacı olma özelliğinden dolayı son yıllarda Orta Avrupa, bazı Akdeniz ülkeleri ile birlikte İran ve Kuzey Amerika'da gün geçtikçe problem olmaya başlamıştır (Lasagna ve ark., 1984; Milijic, 1987; Tasthan, 1988; Caussanel ve ark., 1998; Skorda ve ark., 1998; Mennan ve Uygur, 1994). Azot içeren ve alkali toprakları tercih eden bu tür rekabetçi özelliği ve salgılamış olduğu bazı allelopatik maddelerden dolayı buğday ve diğer bitkilerle çok hızlı bir rekabete girerek yüksek oranda verim kaybına neden olabilmektedirler (Latrasse ve ark., 2005; Mennan ve Zandstra, 2005).

Buğdayda yabancı otlarla mücadelede kimyasal mücadele, uygulanabilirliğinin kolay olması, kısa sürede etki göstermesi ve diğer metotlara göre maliyetinin az olmasından dolayı günümüzde en çok tercih edilen yöntemdir. Buğdayda geniş yapraklı yabancı otlara karşı 2,4-D ve MCPA aktif maddeli herbisitlerin uzun süre kullanılması sonucu, bu herbisitlerin etkisiz kaldığı kokar ot yoğunluğu artmış ve tür önem kazanmıştır (Malik ve Vanden Born, 1988; Taştan, 1988; Schroeder ve ark., 1993).

ALS inhibitörü herbisitler düşük dozda uygulanması, memelilere karşı toksitesinin az olması, etki spektrumunun geniş olması ve uygulama dönemindeki esnekliklerden dolayı en fazla tercih edilen grup haline gelmiştir (Prado ve ark., 2004). Bu herbisitlerin yoğun olarak kullanılması sonucunda ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılık ile ilgili ilk vaka 1987 yılında *Lactuca serriola* L.'da bu herbisitlerin piyasaya girmesinden sadece 5 yıl sonra gerçekleşmiştir (Mallory-Smith ve ark., 1990). Dayanıklılığın ilk rapor edilmesinden bugüne kadar 159 biyotipe ALS inhibitörü herbisitlere karşı dayanıklılık tespit edilmiştir (Anonymous, 2016a). Bu grup herbisitler için diğer önemli bir problem ise çoklu dayanıklılık'tır. Bu durum *Kochia scoparia* (L.) Schrad., *Amaranthus rudis* Sauer., *Amaranthus blitoides* L., *Lolium rigidum* L. ve *Alopecurus myosuroides* Huds.'te rapor edilmiştir (Preston ve ark., 1996; Foes ve ark., 1998; 1999; Letouze ve Gasquez, 2003; Sibony ve Rubin, 2003). Ülkemizde ise 1980'li yılların sonunda kullanılmaya başlanan ALS inhibitörü herbisitlerden chlorsulfuron, tribenuron-methyl ve thifensulfuron-methyl+tribenuron-methyl yaklaşık 20 yıldır *B. radians*'in kontrolünde kullanılmaktadır. İlk kullanımından beş yıl sonra dayanıklılık başlayabilen bir grup için 20 yıl oldukça uzun bir süredir. ALS inhibitörü herbisitlerin yabancı otlardaki dayanıklılığına birçok mekanizma yol açarken bunlar içerisinde en önemli olanı bu enzimin DNA sekans kodunda meydana gelen mutasyonlarıdır (Devine ve Shukla, 2001; Grassel, 2002). Bu mutasyonlar genellikle beşten daha fazla değişken olmayan amino asitlere herbisitlerin bağlandığı noktadır (Boutsalis ve ark., 1999). Bu olay herbisitlerin hedef proteine bağlanmasını engellemekte ve dayanıklılık ortaya çıkmaktadır. ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılık mekanizması karmaşık bir olgu olup dayanıklılığın Ala122, Pro197, Ala205, Trp574 ve Ser653 aminoasit zincirlerindeki nokta mutasyonlarından meydana geldiği bildirilmektedir (Guttieri ve ark., 1992; Bernasconi ve ark., 1995; Guttieri ve ark., 1995; Wright ve ark., 1998; Devine ve Preston, 2000; Preston ve Mallory-Smith, 2001; Tranel ve Wright, 2002; Yu ve ark., 2003; Park ve Mallory-Smith, 2004; Tranel ve ark., 2009). Bu itibarla gelen şikayetler ve yapılan ön çalışmalar doğrultusunda dayanıklı biyotiplerinin oluşum sürecinin başlamış olabileceği ve kimyasal mücadelenin yetersiz kaldığı düşüncesi hakim olmuştur. Buğday ekim alanlarında sorun olan bu yabancı otların mücadelesinde daha etkin

sonuçların elde edilebilmesi için bu türe karşı ülkemizde ruhsatlı olan ALS inhibitörü herbisitlere karşı bu türün dayanıklılık durumu bioassay ve moleküler yöntemlerle araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. *Bifora radians* Bieb. (Kokarot)'in ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılık şüphesi olan biyotiplerine ait tohumların toplanması

Çalışmada yabancı ot tohumlarının olgunlaşma sürecine bağlı olarak 2010 yılı Mayıs sonundan Ağustos ayı başına kadar Orta ve Batı Karadeniz ile İç Anadolu Bölgesi'ne bağlı Samsun, Amasya, Sinop, Çorum, Kastamonu, Çankırı, Bartın, Zonguldak, Karabük, Kırıkkale, Ankara, Bolu ve Eskişehir illerinin buğday yetiştirilen alanlarından sırasıyla 131, 102, 25, 220, 58, 52, 3, 12, 18, 111, 430, 40 ve 169 olmak üzere herbisit uygulaması sonrası canlı kalan toplam 1371 popülasyona ait tohumlar toplanmıştır (Çizelge 1).

### 2.2. Dayanıklılık tarama testi

ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılık şüphesi taşıyan popülasyonların belirlenmesi amacıyla popülasyonlar amidosulfuron+iodosulfuron-methyl sodium+mefenpyr-diethyl (Safener) (12.5 ml da<sup>-1</sup>), aminopyralid+florasulam (3 g/da), cyclosulfamuron (7 g/da), dicamba+triasulfuron (12.5 g da<sup>-1</sup>), flumetsulam+florasulam (6 ml da<sup>-1</sup>), mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium (25 g da<sup>-1</sup>), metosulam+ethylhexylester (120 ml da<sup>-1</sup>), metsulfuron methyl (1 g da<sup>-1</sup>), pyroxsulam+cloquintocet mexyl (Safener) (20+25 g da<sup>-1</sup>), terbutryn+triasulfuron (25 g da<sup>-1</sup>), thifensulfuron methyl+tribenuron methyl (2.5 g da<sup>-1</sup>) ve tribenuron-methyl (1 g da<sup>-1</sup>) aktif maddeleri tavsiye edilen dozlarda (Anonymous, 2011), Moss ve ark. (1999), tarafından geliştirilen ön dayanıklılık tarama testinden geçirilmiştir. Ruhsat dozu uygulanarak yapılan çalışmada aktif madde etkinliğinin %80'in altında görüldüğü popülasyonlar şüpheli olarak kabul edilip detaylı doz etki çalışmalarına alınmıştır. Etkinliğin %100 olduğu popülasyonlar duyarlı olarak değerlendirilmiştir.

### 2.3. Doz-etki denemeler

Ön dayanıklılık testlerinde ele alınan herbisitler dayanıklılık şüphesi bulunan popülasyonlara aktif maddelerin ruhsatlı dozu esas alınarak 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0 ve 16.0 katı dozlar uygulanmıştır. Buna göre a) amidosulfuron+iodosulfuron-ethylsodium+mefenpyr-diethyl (Safener) 0, 4.17, 6.25, 12.5, 25, 50, 100 ve 200 ml/da, b) aminopyralid+florasulam 0, 0.75, 1.50, 3, 6, 12, 24 ve 48 g da<sup>-1</sup>, c) cyclosulfamuron 0, 1.75, 3.50, 7, 14, 28, 56

ve 112 g/da, d) dicamba+triasulfuron 0, 4.17, 6.25, 12.5, 25, 50, 100 ve 200 g/da, e) flumetsulam+florasulam 0, 1.5, 3, 6, 12, 24, 48 ve 96 ml/da, f) mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium 0, 6.25, 12.50, 25, 50, 100, 200 ve 400 g/da, g) metosulam+ethylhexylester 0, 30, 60, 120, 240, 480, 960 ve 1920 ml/da, h) metsulfuron methyl 0, 0.25, 0.50, 1, 2, 4, 8 ve 16 g/da, i) pyroxsulam+cloquintocet mexyl (safener) 0, 5, 10, 20, 40, 80, 160 ve 320 g/da, j) terbutryn+triasulfuron 0, 6.25, 12.50, 25, 50, 100, 200 ve 400 g/da, k) thifensulfuron methyl+tribenuron methyl 0, 0.625, 1.25, 2.5, 5, 10, 20 ve 40 g/da ve l) tribenuron-methyl 0, 0.25, 0.50, 1, 2, 4, 8 ve 16 g/da dozlarında denenmiştir. Uygulamaların farklı biyotipler üzerine olan etkisi haftalık olarak görsel olarak değerlendirilmiştir. Duyarlı biyotiplerde herbisitlerin önerilen dozunun en yüksek etki seviyesini gösterdiği dönemde (genellikle hava koşullarına ve kontrol bitkilerinin büyümesine bağlı olarak 2-3 hafta sonra) denemeler sona erdirilmiş ve yabancı otlar saksılardan hasat edilmiştir. Hasat edilen yabancı otlar daha sonra tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiş ve türün duyarlı ve dayanıklılığından şüphe edilen biyotipleri için ayrı ayrı doz-etki eğrileri oluşturulmuştur.

Denemeler 5 kg'lık saksılarda yürütülmüş ve her bir popülasyon ve her ilaç için 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Saksılar ilaçlamadan sonra 20 ±2 °C'de çalışan kontrollü seraya konmuştur. İlaçlama 3 atm. sabit basınçla çalışan 8004 nolu yelpaze huzmeli meme ile dekara 30 lt su hesabı ile bitkiler 4-6 yapraklı dönemeyken uygulanmıştır. Uygulamadan 7, 14 ve 28. günler sonunda gözlemler alınmış ve 0-100% skalasına göre değerlendirmeler yapılmıştır.

### 2.4. Veri analizi

Doz- etki çalışmalarına esas olacak veriler 28. gün sonunda hasat edilen ve 60 °C'de 72 saat kurutulan biomass ağırlıklarından yapılmıştır. Doz-etki analizleri drc paket programı ekli olan (version 2.03.0) R (version 2.15.2) paket programında ve doz etki eğrileri üç parametrelili log-logistic eğrisi Weibull modeline (Model 1) göre yapılmıştır (Ritz ve Streibig, 2005).

$$y = \frac{D}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(ED_{50})))} \quad [1]$$

Bu formülde;  $Y$  biomass bitki<sup>-1</sup>,  $D$  üst limit,  $b$ ,  $e$  tarafından belirlenen regresyonun eğimi,  $ED_{50}$  %50 etkili doz.

Yapılan analizler sonucunda elde edilen  $ED_{50}$  değerlerine göre tavsiye dozun iki katı dayanıklı olarak kabul edilmiştir. Ayrıca, dayanıklılık katsayısı, dayanıklı biyotipin  $ED_{50}$ 'sinin duyarlı biyotipin  $ED_{50}$ 'sine oranlanmasıyla bulunmuştur.

Çizelge 1. Buğday ekim alanlarından illere göre toplanan, testlenen ve dayanıklı bulunan populasyon sayısı.

İl adı	Toplanan örnek sayısı	Şüpheli populasyon sayısı	Dayanıklı populasyon sayısı	Dayanıklı populasyonların aktif maddelere göre dağılımı					
				A	B	C	D	E	F
Samsun	131	30	3	3	-	3	-	-	-
Amasya	102	31	2	2	2	2	-	2	-
Sinop	25	3	-	-	-	-	-	-	-
Çorum	220	68	4	4	4	-	4	-	4
Kastamonu	58	5	-	-	-	-	-	-	-
Çankırı	52	7	1	1	-	-	-	-	-
Bartın	3	-	-	-	-	-	-	-	-
Zonguldak	12	3	-	-	-	-	-	-	-
Karabük	18	2	-	-	-	-	-	-	-
Kırıkkale	111	26	2	2	2	2	2	2	-
Ankara	430	124	8	8	8	-	-	-	-
Bolu	40	5	-	-	-	-	-	-	-
Eskişehir	169	20	2	2	-	2	-	-	-
Toplam	1371	324	22	22	16	9	6	4	4

-Dayanıklılık şüphesi/dayanıklılık yoktur.

**A:** tribenuron-methyl, **B:** mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium, **C:** thifensulfuron methyl+tribenuron methyl, **D:** aminopyralid+florasulam, **E:** flumetsulam+florasulam, **F:** amidosulfuron+iodosulfuron-methyl sodium+mefenpyr-diethyl (safener)

## 2.5. Moleküler analizler

### 2.5.1. DNA ekstraksiyonu

Doz etki analizi sonucu herbisitlere dayanıklılık gösteren 22 populasyon sera koşullarında yetiştirilmiş ve yabancı otlar 4-6 yapraklı döneme geldiğinde yaprak örneklerinden genomik DNA'lar DNeasy DNA ekstraksiyon kiti (Qiagen, Almanya) kullanılarak, kit protokolüne göre ekstrakte edilmiştir (Danquash ve ark., 2002).

### 2.5.2. PCR yöntemi

Her bir DNA örneğinin PCR uygulamalarında acetolactate synthase (ALS) inhibitör gen bölgelerini amplifiye edecek universal (Prado ve diğ., 2004) primerler kullanılmıştır (Çizelge 2). Bu amaçla universal primerler ile 295 ve 1170 DNA kodonlarını içeren ALS gen bölgelerinin 750 bp'lik bölgelerinin amplifikasyonu ve 1580 ve 2160 kodonlarını içeren 520 bp'lik bölgelerinin amplifikasyonu gerçekleştirilmiştir. PCR reaksiyonu 25 µl toplam hacimde gerçekleştirilmiş olup, karışım bileşenleri: 10X PCR buffer, 70 ng Genomik DNA, herbir primerden 0,50 mM, 3,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,9 mM dNTP ve 0,5 Unite Taq DNA Polymerase'dir.

Çizelge 2. ALS gen bölgesi PCR ve baz dizisi analizinde kullanılacak primerler ve baz dizileri

	Primer	Nükleotid dizilimi	Hedef bant büyüklüğü (bp)
Universal	I	ALS-U-295	AAG GCC GATAtyctygtbgargc
		ALS-L-1170	tacramccntaCGTACCCTGACA
	II	ALS-U-1580	TGTGGGGCAGCACcaratgtggg
		ALS-L-2160	ATCACCTTCTGTGATCAyrTCyTTrAA

\*U: Upper primer, L: Lower primer, Dejenerasyonda kullanılan standart kod: b (A olmayacak), n (bazlardan herhangi biri), m (A ya da C), r (A ya da G), y (C ya da T)

PCR koşullarında başlangıç denatürasyonu 94 °C →5 dk olup 94 °C →1 dk, 64 °C →1 dk, 72°C →1 dk periyotları 30 döngü ve 72 °C →10 dk olarak optimize edilmiştir. PCR sonrası elde edilen ürünlerden 10 µl ürün ve 3 µl loading solüsyonu olmak üzere toplam 13 µl hacimdeki karışım %2' lik agaroz jel elektroforezine tabi tutulmuştur.

### 2.5.3. Sekans (nükleotid dizi) analizinin yapılması

Jel elektroforez sonrası her bir örneğin DNA moleküler ağırlığı belirlenerek bunlara forward ve reverse primerler ilave edilmiştir. Örnekler İntek firmasına (İstanbul) gönderilerek baz dizisi analizleri yaptırılmıştır. 5 farklı domain bölgesine ait [domain C-D-A (I. Bölge) ve B-E (II. bölge)] 1380 bp'lik sekans pozisyonunda mutasyon taraması gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla *Arabidopsis thaliana* L.'nin ALS gen bölgesi baz alınmak suretiyle dayanıklı ve duyarlı populasyonların ALS genine ait sekans dizilimleri karşılaştırmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Elde edilen baz dizi analiz sonuçları EMBL/gen bankası ve mevcut yayınlarda elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılarak incelenen bölgelerdeki mutasyonlar ve farklılıklar belirlenmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Doz etki analizi

Farklı illerden toplanan 1371 populasyon ilk olarak herbisitlerin ruhsat dozunda Moss tarama testinden geçirilmiş ve buna göre %80'nin altında etkinlik görülen 324 populasyon doz-etki çalışmalarına alınmıştır. Çalışma sonunda 22 populasyonun

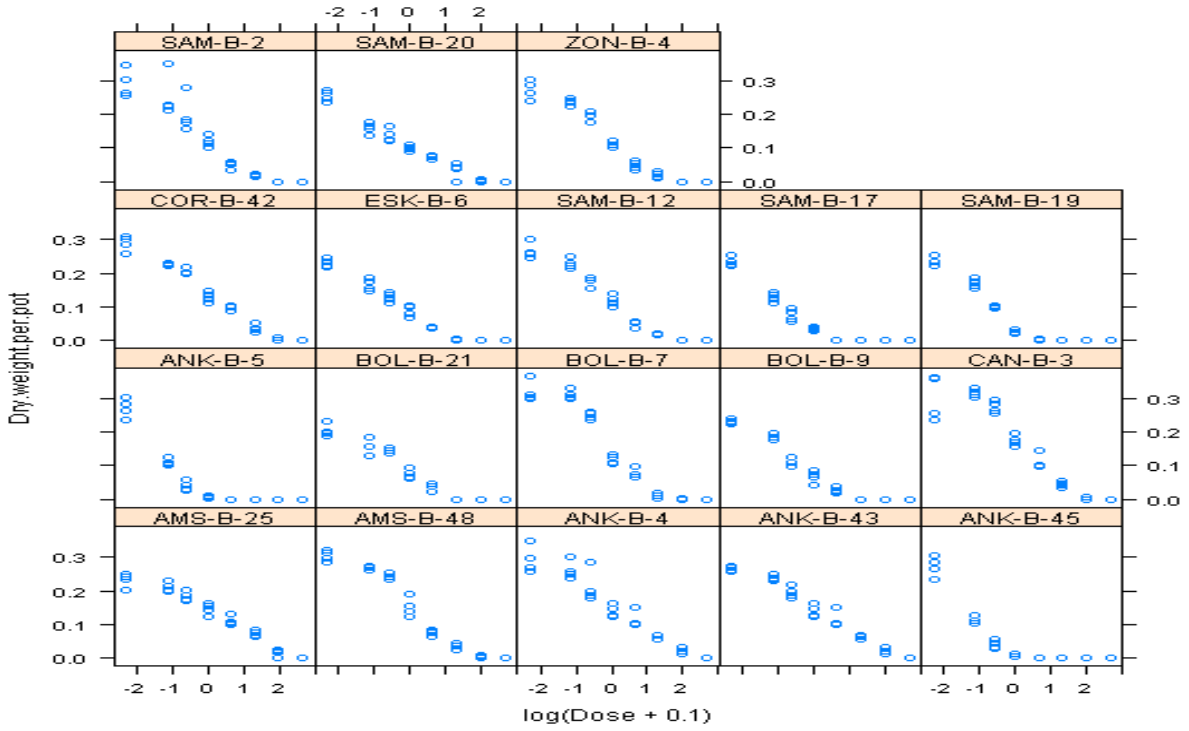
dayanıklılık gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Doz-etki analizlerinde hassas populasyonlar tüm herbisitler tarafından kontrol altına alınan populasyonlardan seçilmiştir. Tarama testinde herhangi bir herbisite muhtemel dayanıklılık gösteren populasyonlar (Şekil 1) ise doz-etki çalışmalarına alınmış ve analiz sonucunda dayanıklı olup olmadığı tespit edilmiştir. Yapılan doz-etki denemeleri sonucunda bazı herbisitlere karşı (cyclosulfamuron, dicamba+triasulfuron, metsulfuron methyl, terbutryn+triasulfuron) herhangi bir dayanıklı populasyon tespit edilememiş ancak etki kaybının olduğu ortaya konmuştur. Cyclosulfamuron aktif maddesine dünya genelinde farklı yabancı ot türlerinde sadece 11 olgu mevcut olup ülkemizde bu aktif maddesine ait bildirilen herhangi bir kayıt mevcut değildir. Ancak yine karışım bir ilaç olmayan metsulfuron methyl'de ise yine ülkemizde bulunmayan dayanıklılık durumunun dünyada 73 biyotipe kadar çıkmış olması dikkat çekicidir (Anonymous 2016b).

Çalışmada 22 populasyonun tamamı tribenuron-methyl'e dayanıklılık göstermiştir. Tribenuron-methyl'e dayanıklı populasyonların ED<sub>50</sub> değerleri ve dayanıklılık oranları incelendiğinde katsayının 1.1-5.2 (ANK-B-5/AMS-B25) arasında değiştiği (Çizelge 3) dikkat çekmektedir. Doz-etki çalışmalarında *B. radians*'ın değişik populasyonlarına uygulanan farklı tribenuron-methyl'e dozlarının uygulama tekrürlerinde düzenli bir dağılım görülmekte olup (Şekil 2), doz-etki eğrisinde ise populasyonlar arasında aktif maddeye farklı tepkilerin gösterildiği görülmektedir (Şekil 3). Bu aktif maddeye karşı 1987 yılından bu yana farklı yabancı ot türlerinde toplamda 88 dayanıklılık olgusu rapor edilmiş olup, çalışmamızdaki en yüksek dayanıklılık oranıyla bu durum desteklenmiştir (Anonymous 2016b).

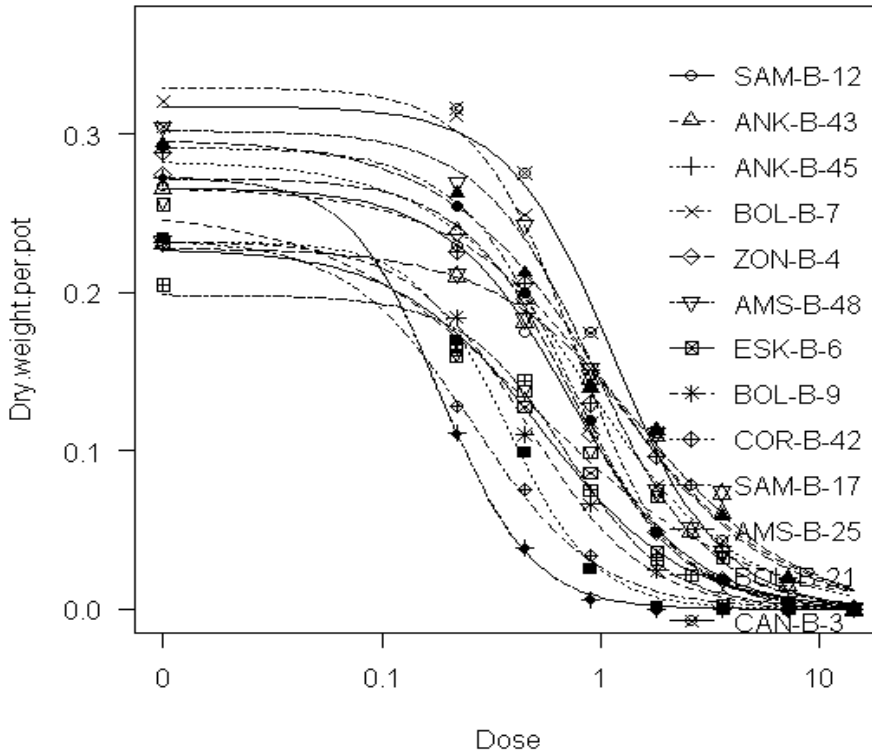


Şekil 1. Çor-56 populasyonunun 2-4 yapraklı döneminde tavsiye edilen dozda uygulanan A) tribenuron-methyl B) mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium herbisitlerinin 21. günde gösterdikleri etkinlikler.





Şekil 2. Doz-etki çalışmalarında *B. radians*'in değişik populasyonlarına uygulanan farklı tribenuron-methyl'e dozlarının uygulama tekrürlerinde gösterdiği dağılım.



Şekil 3. *Bifora radians*'in değişik populasyonlarına uygulanan farklı tribenuron-methyl dozlarının oluşturduğu doz-etki eğrisi.



Çizelge 3. *Bifora radians*'in tribenuron-methyl'e dayanıklı populasyonlarının ED<sub>50</sub> değerleri.

Populasyon no	Tahmin edilen ED <sub>50</sub>	Standart hata	ED <sub>50</sub> alt limit	ED <sub>50</sub> üst limit	Dayanıklılık katsayısı
SAM-B-12	1.73	0.08	1.27	2.56	3.5
ANK-B-43	2.15	0.13	1.27	2.18	4.4
ANK-B-45*	0.49	0.01	0.28	1.12	1.0
BOL-B-7	1.77	0.06	1.33	2.93	3.6
ZON-B-4	1.74	0.07	1.28	2.73	3.6
AMS-B-48	1.95	0.08	1.31	2.66	4.0
ESK-B-6	1.54	0.08	1.23	2.34	3.1
BOL-B-9	1.47	0.06	1.24	2.64	3.0
ÇOR-B-42	1.86	0.10	1.29	2.25	3.8
SAM-B-17	1.26	0.05	1.24	2.53	2.6
AMS-B-25	2.57	0.19	1.23	2.25	5.2
BOL-B-21	0.70	0.09	0.20	1.83	1.4
CAN-B-3	2.16	0.09	1.32	2.78	4.4
SAM-B-20	1.50	0.09	1.26	1.93	3.1
SAM-B-19	1.37	0.05	1.24	3.14	2.8
SAM-B-2	1.72	0.07	1.30	2.70	3.5
ANK-B-4	2.00	0.10	1.30	2.19	4.1
ANK-B-5	0.53	0.02	0.32	2.24	1.1

\*Duyarlı populasyon; ED<sub>50</sub>: Effective dose %50 (%50 etkili doz)

Aktif maddeler bazlı değerlendirildiğinde tribenuron-methyl haricinde mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium'a 16 populasyonun, thifensulfuron methyl+tribenuron methyl'e 9 populasyonun, aminopyralid+florasulam'a 6 ve amidosulfuron+iodosulfuron-methyl sodium+mefenpyr-diethyl (Safener) ile flumetsulam+florasulam aktif maddelerine 4'er populasyonun dayanıklılık gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 1).

İllere göre dayanıklılık durumu değerlendirildiğinde Samsun ilinden toplanan 131 *B. radians* populasyonunun tamamı tarama testinden geçirilip 30 populasyon şüpheli bulunarak doz-etki çalışmasına alınmıştır (Çizelge 1). Çalışan bu populasyonlardan 3 tanesi tribenuron-methyl ve thifensulfuron methyl+tribenuron methyl'e dayanıklı olarak tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda ele alınan diğer bir herbisit mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium'da ise dayanıklılıktan ziyade bu aktifin yeterli derecede hasas populasyonlara dahi belirli dönemlerde etkin olmadığı tespit edilmiştir.

Amasya ilinden doz-etki çalışmaları sonucunda testlenen 31 *B. radians* populasyonundan ikisi, tribenuron-methyl, thifensulfuron methyl+tribenuron methyl, mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium ve flumetsulam+ florasulam'a dayanıklı bulunmuştur. Sinop ilinden toplanan 25 populasyonun 3'ü doz-etki çalışmasına alınmıştır (Çizelge 1). Bu ilde polikültür tarımın yapılması ve herbisit kullanımının yaygın olmaması nedeniyle doz-etki çalışmasına alınan populasyonlarda herhangi bir risk ortaya çıkmamıştır (Çizelge 1).

Buğday ekim alanlarının yoğun olduğu ve herhangi bir farklı kültür bitkisinin nadir olarak yetiştirildiği

Çorum ilinden toplanan 220 populasyonun 68'i doz-etki çalışması alınmıştır. 4 populasyonun tribenuron-methyl, amidosulfuron+iodosulfuron-methyl-sodium, mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium ve aminopyralid+florasulam'a dayanıklılık gösterdiği belirlenmiştir. Kastamonu ilinde doz-etki denemesine alınan 5 populasyonda herhangi bir dayanıklılığa rastlanmamış ancak etki kaybından söz edilebilecek bir populasyon olmuştur. Çankırı ilinden toplanan populasyonlar ile ilgili olarak yapılan ön tarama çalışmaları sonucunda *B. radians*'tan 7 populasyonun doz-etki çalışmasına karar verilmiştir. Çalışılan örneklerden sadece bir populasyonun tribenuron-methyl'e karşı dayanıklılığı tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Buğday ekim alanının az olduğu illerden olan Bartın, Karabük ve Zonguldak illerinde herbisite karşı etki kaybı gözlemlenmemiştir (Çizelge 1). Ancak buradaki populasyonlarda herbisitlere olan hassasiyetin azaldığı ve kontrol için tavsiye edilen dozun fazlasına gerek duyulduğu anlaşılmıştır.

Buğday ekim alanlarının yoğun olduğu illerden biri olan Kırıkkale'den toplanan populasyon sayılarına bakıldığında *B. radians* için 111 populasyon toplanmış 26 populasyondan 2 tanesi tribenuron-methyl, thifensulfuron methyl+tribenuron methyl, mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium, flumetsulam+florasulam ve aminopyralid+florasulam'a karşı dayanıklılık oluşturduğu saptanmıştır. Ankara ilinden toplanan 430 *B. radians* populasyonundan 124 ön tarama testinde uygulanan herbisitlere tavsiye dozunda gerekli yanıtı vermemiş ve doz-etki çalışmalarına alınmıştır. Doz-etki çalışmaları sonuçlarına göre *B. radians* için sekiz populasyonda özellikle tribenuron-methyl ve mesosulfuron

methyl+iodosulfuron methyl sodium'a karşı dayanıklılık tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Bolu ilinden testlenen populasyonların beşi doz-etki çalışmasına alınmıştır. Buna göre doz-etki çalışmasına alınan populasyonlardan bazıları mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium ve tribenuron-methyl uygulaması sonucunda yeterli derecede kontrol edilmediği tespit edilmiş ancak bu durum dayanıklılık olarak adlandırılmamıştır. Eskişehir ili için toplanan populasyon sayılarına bakıldığında *B. radians* için 169 populasyonun tarandığı ve bunlardan yirmisinin doz-etki çalışmalarına alındığı görülmektedir. Bu türe ait iki populasyon thifensulfuron methyl+tribenuron methyl ve tribenuron-methyl'e dayanıklı olarak bulunmuştur (Çizelge 1).

### 3.2. ALS gen bölgesinin sekans (baz dizisi) analizi

*Bifora radians*'de çalışılan aktif maddelerine karşı meydana gelen dayanıklılığın mevcut bir mutasyon varlığından kaynaklı olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada bütün primer setlerinden elde edilen amplifikasyon ürünlerinden hedeflenen sekans sonuçlarına ulaşılabilmektedir.

Dizi analizi sonucu *B. radians*'in duyarlı ve dayanıklı populasyonlarının iki farklı primer setleriyle ALS geninin D-A domain bölgelerine ait yorumlanabilir sonuçlara ulaşılan 960 bp'lik baz dizilerinin kıyaslanması sonucu elde edilen farklılıklar Çizelge 4'de verilmiştir. Arabidopsis'e göre Ala 122 aminoasitini kapsayan 364-356 nükleotit pozisyonu ile Pro 197 aminoasitini kapsayan 589-591 nükleotit pozisyonlarında herhangi bir mutasyona rastlanılmamıştır.

Çizelge 4. *Bifora radians*'e ait nükleotid ve aminoasit dizilimleri

D Pop.	361	TTT	GCA	AGT	TTC	TTT	GAT	AGA	AAG	AAA	TCA	CAA	AAG	GGG	TAT	GTT	GCT	GCC	ATT	TTG	TAC	420
H Pop.	121	F	A	S	F	F	D	R	K	K	S	Q	K	G	Y	V	A	A	I	L	Y	140
D Pop.	361	TTT	GCA	AGT	TTC	TTT	GAT	AGA	AAG	AAA	TCA	CAA	AAG	GGG	TAT	GTT	GCT	GCC	ATT	TTG	TAC	420
H Pop.	121	F	A	S	F	F	D	R	K	K	S	Q	K	G	Y	V	A	A	I	L	Y	140
D Pop.	556	GGG	GTT	AAA	GAC	CAT	TCA	AAA	AAT	GAA	ATA	AAT	CCG	CTA	AAT	ATT	TTT	TTT	TTT	TAT	TTT	615
H Pop.	186	G	V	K	D	H	S	K	N	E	I	N	P	L	N	I	F	F	F	Y	G	208
D Pop.	556	GGG	GTT	AAA	GAC	CAT	TCA	AAA	AAT	GAA	ATA	AAT	CCG	CTA	AAT	ATT	TTT	TTT	TTT	TAT	TTT	615
H Pop.	186	G	V	K	D	H	S	K	N	E	I	N	P	L	N	I	F	F	F	Y	G	208

D: Dayanıklı populasyon, H: Hassas populasyon

## 4. Sonuç

Dünya genelinde yabancı otlarla istisnasız her yıl mücadele edilmesine ve mücadelede yoğun bir herbisit kullanılmasına rağmen %25-35 arasında değişen bir ürün kaybı yaşanmaktadır (Özer, 1993; Vencill ve ark., 1993; Radosevich ve Holt, 1984; Savary ve ark., 1997; 2000). Herhangi bir kontrol metodu uygulanmadığı takdirde, değişik kültür bitkilerinde bu oranın %45 ile %90 arasında ekolojik ve iklimsel şartlara bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Ampong-Nyarko ve De Data, 1991; Moody, 1996). Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de buğdayda yabancı ot mücadelesi doğrudan herbisitlere bağımlı olarak sürdürülmektedir. Buğdayın geniş ekim alanı bulunduğu Orta ve Batı Karadeniz ile Orta Anadolu Bölgelerinde geniş yapraklı yabancı otlardan en çok sorun teşkil eden türlerden olan *B. radians* (Mennan ve Uygur, 1994; Taştan, 1998) mücadelesinde yoğun olarak kullanılan ALS inhibitörü herbisitlerin etkisiz kaldıklarına dair son zamanlarda bazı gözlemler ve çiftçi şikayetleri söz konusudur. Bu

bağlamda değerlendirildiğinde yabancı ot kontrolünden iyi ve etkin bir sonuç almak için sorunların çok iyi bilinmesine ve doğru tespit edilmesine ihtiyaç bulunduğu yargısından yola çıkarak ALS inhibitörü herbisitlere dayanıklılığın aydınlatılması yönünde çalışılan türe ait dayanıklılık bulgusu belirlenmiştir.

*Bifora radians*'den toplam 1371 populasyon toplanmış ve bunun 324 populasyonu ALS inhibitörü olan cyclosulfamuron, dicamba+triasulfuron, metsulfuron methyl, terbutryn+triasulfuron, tribenuron-methyl, thifensulfuron methyl+tribenuron methyl, mesosulfuron methyl+iodosulfuron methyl sodium, flumetsulam+ florasulam, aminopyralid+florasulam'a karşı doz-etki çalışmalarına alınmıştır. Bunun sonucunda cyclosulfamuron, dicamba+triasulfuron, metsulfuron methyl, terbutryn+triasulfuron'a karşı herhangi bir dayanıklı populasyon tespit edilememiş ancak etki kaybının olduğu ortaya konmuştur. Dayanıklılığın belirlendiği 22 populasyon, sadece etki kaybının görüldüğü herbisitler dışındaki diğer herbisitlere tavsiye edilen dozunun iki katında dahi

kontrol altına alınamamış ve dayanıklı olarak kabul edilmiştir. Dayanıklılığın belirlendiği herbisitler dayanıklı populasyon sayısı noktasında ayrı ayrı incelendiğinde aralarında belirgin bir farklılığa rastlanılmamıştır. Dayanıklılığın yayılım durumu gözden geçirildiğinde sorunun çalışma alanını kapsayan her iki bölgede var olduğu ancak iller bazında değerlendirildiğinde ise Sinop, Bartın, Zonguldak ve Bolu'da bu herbisitlere karşı herhangi bir dayanıklılık riskinin bulunmadığı görülmüştür. *B. radians*'in herbisitlere dayanıklılığı ile ilgili dünya literatüründe de herhangi bir bilgi mevcut değildir.

Dünya geneline bakıldığında herbisitlere dayanıklılık sorunun her yıl artarak katlandığı görülmektedir. Ülkemizde ise birkaç yabancı otla sınırlı kaldığı gözükken dayanıklılık problemi (Anonymous 2016b; Demirci ve Nemli, 1996; 1997; Uludağ, 2003; Aksoy ve ark., 2004) gelecek yıllarda bir çok kültür bitkisinde kendini göstererek tehdit edecek boyutlara ulaşabilecektir. Çalışma çıktıları ele alındığında *B. radians* için dayanıklılık sorunun yaygınlık kazanmadığı ancak etkinlik azalmasına birçok popülasyonda rastlandığı bu türlerin dayanıklılık meylili taşıdığını işaret etmektedir.

Yapılan baz dizisi analiz sonuçlarına göre herbisitlere dayanıklılığın popülasyonlarındaki metabolik dayanıklılıktan ileri geldiği tespit edilmiştir. Aynı etkili maddenin veya aynı etki mekanizmasına sahip herbisitlerin uzun süre belirli bir alanda kullanılması sonucu yabancı otlarda dayanıklılığa neden olduğu bilinmektedir (Delye ve ark., 2005). ALS inhibitörü herbisitlerin yabancı otlardaki dayanıklılığına birçok mekanizma yol açarken bunlar içerisinde en önemli olanı bu enzimin DNA sekans kodunda meydana gelen mutasyonlarıdır (Devine ve Shukla, 2001; Grassel, 2002). Bu olayda herbisitlerin hedef proteine bağlanması engellenmekte ve dayanıklılık ortaya çıkmaktadır. Mutasyon tespitinde dünyada birçok araştırmada olduğu gibi yabancı ot çalışmalarında da model bitki olarak *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. kullanılmaktadır. *A. thaliana* standart alınarak daha önce yapılan gen sekans çalışmaları 6 doğal ALS gen mutasyonunu rapor etmektedir (Boutsalis ve ark., 1999). Buna göre mutasyonun gerçekleştiği aminoasit bölgeleri şu şekildedir. Treonin (Thr) ile Alanin 122 (Ala) arasında, çeşitli aminoasitler ile Prolin 197 (Pro) arasında, Valin (Val) ile Alanin 205 arasında, Glutamin (Glu) ile Aspartik asit 376 (Asp), Lösin ile (Leu) Triptofan 574 (Trp) ve Treonin yada Asparajin ile Serin 653 (Ser) arasında gerçekleşmektedir (Guttieri ve ark., 1995; Tranel ve Wright, 2002; Milliman ve ark., 2003; Christoffers ve ark., 2006; Preston ve ark., 2006; Whaley ve ark., 2007). *Bifora radians* için gerçekleştirilen sekans taramasında ise yorumlanabilir sonuçların elde edildiği baz dizilerinde Ala122 ve Pro197 pozisyonları yine mutasyon varlığının mevcut olmadığını göstermiştir. Bu bilgiler ışığında dayanıklı popülasyonlardaki dayanıklılığın sebebinin hedef bölge dayanıklılığı olarak ifade edilen genetik dayanıklılıktan

kaynaklanmadığı metabolik dayanıklılık olgusunun mevcudiyeti yargısına ulaşılmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK TOVAG tarafından desteklenen 108O371 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir

## Kaynaklar

- Aksoy, A., Mene H., Şimşek M., Büschbell T., 2004. Yabani yulaf (*Avena sterilis* L.)' in ve Tilki kuyruğu (*Alopecurus myosuroids* Huds.) 'nun farklı herbisitlere karşı dayanıklılığı üzerine çalışmalar. Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi, s.228, 8-10 Eylül, Samsun.
- Ampong-Nyarko, K., De Data, S.K., 1991. Handbook for weed control in rice. Int. RiceResearch Inst. Manila, Philippines.
- Anonymous, 2011. Ruhsatlı Zirai Mücadele ilaçları. T. C. Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü, s 127.
- FAO, 2016. Statistical Databases. <http://faostat.fao.org/> (Erişim Tarihi:16.10.2016)
- Anonymous, 2016a. Weed Science Society of America (WSSA) Resistance, WSSA Classification of Herbicide Resistance Mechanism of Action, pp. 1-6; <http://www.wssa.net>. (Erişim Tarihi: 08.10.2016)
- Anonymous, 2016b. International survey of herbicide resistant weeds.<http://www.weedscience.org/In.asp> (Erişim Tarihi: 08.10.2016)
- Bernasconi, P., Woodworth A.R., Rosen B.A., Subraminian M.W., Siehl D.L., 1995. A naturally occurring point mutation confers broad range tolerance to herbicides that target acetolactate synthase. Journal of Biological Chemistry, 270, 17381-17385.
- Boutsalis, P., Karotam J., Powles S.B., 1999. Molecular basis of resistance to acetolactate synthesis-inhibiting herbicides in *Sisymbrium orientale* and *Brassica tournefortii*. Pesticide Science, 55, 507-516.
- Caussanel, J.P., Bouhache, M., Mennan, H., Trouvelot, A., 1998. Biological and economical aspects in integrated management of some Umbelliferae and Leguminosae weeds in dryland cereals. In 6th EWRS Mediterranean Symposium, s.281-289, May 13-15, Montpellier, France. Oxford, UK: Blackwell.
- Challaiah, O.C., Burnside, Wicks, G.A., Johnson, V.A., 1986. competition between winter wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and downy brome (*Bromus tectorum*). Weed Science, 34, 689-693.
- Christensen, S., 1995. Weed suppression ability of spring barley varieties. Weed Reseach, 35, 241-247.
- Christoffers, M.J., Nandula V.K., Howatt K.A., Wehking T.R., 2006. Target-site resistance to acetolactate synthase -inhibiting in wild mustard (*Sinapis arvensis*). Weed Science, 54, 191-197.
- Danquash, E.T., Johnson D.E., Riches C., Arnold G.M., Karp A., 2002. Genetic diversity in *Echinochloa* spp. collected from different geographic origins and within rice fields in Cote d'Ivoire. Weed Research, 42(5), 394.
- Delye, C., Zhang X.Q., Michel S., Matejcek A., Powles S.B., 2005. Molecular bases for sensitivity to acetyl-coenzyme A carboxylase inhibitors in blackgrass. Plant Physiology, 137, 794-806.

- Demirci, M., Nemli Y., 1996. Pamuk alanlarında yapışkan otu (*Setaria verticillata*) (L.) P.B. mücadelesi için ekim öncesi dinitroanilin herbisitler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33.2-3, 129-134.
- Devine, M.D., Preston, C., 2000. The molecular basis of herbicide resistance. In: Cobb, A.H. and Kirkwood, R. C. (Eds). *Herbicides and Their Mechanisms of Action*. Boca Raton, FL: CRC Press., s.71-104.
- Devine, M.D., Shukla A., 2001. Altered target sites as a mechanism of herbicide resistance. *Crop Protection*, 19, 881-889.
- Foes, M.J., Liu, L., Vigue, G., Stoller, E.W., Wax, L.M. and Tranel. P.J., 1999. A kochia (*Kochia scoparia*) biotype resistant to triazine and ALS-inhibiting herbicides. *Weed Science*, 47, 20-27.
- Foes, M.J., Liu, L., Tranel P.J. Wax, L.M., Stoller E.W., 1998. A biotype of common waterhemp (*Amaranthus rudis*) resistant to triazine and ALS herbicides. *Weed Science*, 46,514-520.
- Grassel, J., 2002. *Molecular Biology of Weed Control*, Taylor & Francis, London, s.157.
- Guttieri, M.J., Eberlein, C.V., Mallory-Smith, C.A., Thill, D.C., Hoffman, D.L., 1992. DNA sequence variation in domain A of acetolactate synthase genes of herbicide-resistant and -susceptible weed biotypes. *Weed Science*, 40, 670-676.
- Guttieri, M.J., Eberlein, C.V., Thill, D.C., 1995. Diverse mutations in the acetolactate synthase gene confer chlorsulfuron resistance in kochia (*Kochia scoparia*) biotypes. *Weed Science*, 43, 175-178.
- Kadıoğlu, İ., Üremiş, İ., Uluğ, E., Boz, Ö. ve Uygur, F.N., 1998. Researches on the Economic Thresholds of Wild Oat (*Avena sterilis* L.) in Wheat Fields in Çukurova Region of Turkey. *Türkiye Herboloji Dergisi*, 1(2), 18-24.
- Latrasse, A., Etienne, S., Quéré, J.L., 2005. Composition and major odorous compounds of the essential oil of *Bifora radians*, an aldehyde-producing weed. *Journal of High Resolution Chromatography*, 14(8), 549-553.
- Lasagna, C. A., Altobelli, O. and Lusetti, C., 1984. Five years of experience on pre and post-emergence weed control in wheat. *Atti del convegno su «La difesa dei cereali nell' ambito dei progetti finolizzati del CNR s.353-359: Roma, Italy.*
- Letouzé, A., Gasquez, J., 2003. Enhanced activity of several herbicide-degrading enzymes: a suggested Mechanism responsible for multiple resistance in black grass (*Alopecurus myosuroides* Huds). *Agronomie*, 23, 601-608.
- Malik, N., Vanden Born W.H., 1988. The biology of Canadian weeds. *Galium aparine* L. and *Galium spurium* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 68, 481-499.
- Mallory-Smith, C.A., Thill, D.C., Dial, M.J., 1990. Identification of sulfonylurea herbicide-resistant prickly lettuce (*Lactuca serriola*). *Weed Technology*, 4, 163-168.
- Mennan, H. ve Uygur, F.N., 1994. Samsun İli Buğday Ekim Alanlarında Görülen Yabancı ot Türlerinin Saptanması. O.M.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi 9(2), 25-35.
- Mennan, H.,1998. Samsun İli Buğday Ekim Alanlarında Önemli Zarara Neden Olan Kokarot (*Bifora radians* Bieb.) ve Yapışkanotu (*Galium aparine* L.)'nun Ekonomik Zarar Eşiklerinin ve Bazı Biyolojik Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, p.137, Adana.
- Mennan, H. and Zandstra., B.H., 2005. Effect of wheat (*Triticum aestivum*) cultivars and seedling rate on yield loss from cleavers (*Galium aparine*). *Crop Protection*, 24, 1061-1067.
- Milijic, S., 1987. The influence of erop rotation and fertilization on the floristic structure and eharacteristics of the weed synusium in wheat. Drugi kongres u korovima. Zbornik refercta, s.275-283, Yugoslavia.
- Milliman, L.D., Riechers D.E., Wax L.M., Simmons F.W., 2003. Characterization of two biotypes of imidazolinone-resistant eastern black nightshade (*Solanum ptycantum*). *Weed Science*, 51,139-144.
- Moody, K., 1996. Weed management in upland rice. In Auld, B.A. and Kim, K.V. (Eds). *Weed management in rice food and Agric. Organ of the United Nation*, s.89-98, Rome.
- Moss, S.R., Clarke, J.H., Blair, A.M., Culley, T.N., Read, M.A., Ryan, P.J., Turner, M., 1999. The occurrence of herbicide-resistant grass-weeds in the United Kingdom and a new system for designating resistance in screening assays. *Proceedings of the Brighton Crop Protection Conference on Weeds*. s.179-184 Hampshire, UK: BCPC.
- O'donovan, J.T., Harker, Clayton, K.N., and Hall., L.M., 2000. Wild oat (*Avena fatua*) interference in Barley (*Hordeum vulgare*) is influenced by barley variety and seeding rate. *Weed Technology*, 14, 624-629.
- Ogg, A.G., and Seefeldt, S.S., 1999. Characterizing traits that enhance the competitiveness of winter wheat (*Triticum aestivum*) against jointed goat-grass (*Aegilops cylindrica*). *Weed Science*, 47, 74-80.
- Özer, Z., 1993. Niçin Yabancı Ot Bilimi (Herboloji). Türkiye 1. Herboloji Kongresi, s. 1-7, 3-5 Şubat 1993. Adana.
- Park, K.W., Mallory-Smith C.A., 2004. Physiological and molecular basis for the ALS inhibitor resistance in *Bromus tectorum* biotypes. *Weed Research*, 44, 7177.
- Prado, M.D., De Prado, R., Franco, A.R., 2004. Design and optimization of degenerated universal primers for the cloning of the plant acetolactate synthase conserved domains. *Weed Science*, 52, 487-491.
- Preston, C., Stone L., Rieger, M.A., Baker J., 2006. Multiple effects of a naturally occurring proline to threonine substitution within acetolactate synthase in two herbicide-resistant populations of *Lactuca serriola*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 84, 227-235.
- Preston, C., Mallory-Smith, C.A., 2001. Biochemical mechanisms, inheritance, and molecular genetics of herbicide resistance in weeds. Powles, S. and Shaner, D. (Eds). *Herbicide resistance and world grains*, Boca Raton, FL: CRC Press, Inc. s.23-60.
- Preston, C.R., Sved, J.A., Engels, W.R., 1996. Flanking duplications and deletions associated with P-induced male recombination in *Drosophila*. *Genetics*. 144(4), 1623-1638.
- Radosevich, S.R. and Holt, J.S., 1984. *Weed ecology: implications for management*. New York: John Wiley & Sons, 265 p.
- Ritz, C. and Streibig. J., 2005. Bioassay analysis using R. J. *Statistical Software*, 12, 1-22.
- Roebuck, J.F., 1987. Agriculture problems of weeds on the crop headland. BCPC. Monograph No. 35.
- Savary, S., Srivastava, R.K., Singh, H.M., Elazegui, F.A., 1997. A characterisation of rice pests and quantification of yield losses in the rice-wheat system of India. *Crop Protection*, 16, 387-398.

- Savary, S., Willocquet, L., Elazegui, F.A., Castilla, N.P., Teng, P.S., 2000. Rice pest constraints in tropical Asia: quantification of yield losses due to rice pests in a range of production situations. *Plant Disease*, 84, 357–369.
- Schroeder, D., Müller-Schroeder, H., Stinson, C.A., 1993. A European weed survey in 10 major crop system to identify targets [or biological control. *Weed Research*, 33(6),449–458.
- Skorda, E. A., Efthimiadis, P., Adamidis., T.H., 1998. The persistence and rise of *Bifora radians* in cereal crops. In 6th EWRS Mediterranean Symposium, s.234–235, May 13–15, Montpellier, France. Oxford, UK: Blackwell.
- Sibony, M. and Rubin, B., 2003. The ecological fitness of *Amaranthus retroflexus* and *A. blitoides* resistant to acetolactate synthase (ALS) inhibitors and atrazine. *Weed Research*, 43, 40-47.
- Taştan, R., 1988. Orta Anadolu Buğday Ekim Alanlarında Sorun Olan Kokar ot (*Bifora radians* Bieb.)'un Yayılışı, Biyolojisi ve Mücadele Metotları. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, p.137, Erzurum.
- Tranel, P.J. and Wright T.R., 2002. Resistance of weeds to ALS-inhibiting herbicides: what have we learned, *Weed Science*, 50, 700-712.
- Tranel, P.J., Wright T.R., Heap, I.M., 2009. ALS mutations from herbicide-resistant weeds. <http://www.weedscience.com> (Erişim tarihi: 10.08.2016).
- TUİK, 2015. Bitkisel üretim istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 17.10.2016)
- Uludağ, A., 2003. Doğu Akdeniz Bölgesinde Buğday Tarlalarındaki Yabani Yulafın (*Avena sterilis*) Bazı Graminisitlere Oluşturduğu Dayanıklılık Üzerinde Araştırmalar. Doktora.Tezi, E.Ü Fen Bil Ens., p.129
- Uygur, F.N., Kadioğlu, İ., Boz, Ö. ve Mennan, H., 1999. Yabancı Otların Ekonomik Zarar Eşiği ve Dünya İle Türkiye'deki Uygulamaları. Bitki Korumada Ekonomik Zarar Eşiği Modelleri ve Uygulaması Workshop'u Bildirileri, s.170-225, Samsun.
- Vencill, W.K., Grayda L.J., Langdole G.W., 1993. Soil moisture relations and critical period of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. (*Coastal bermudagrass*) competition in conservation-tillage cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Weed Research*, 33, 89-96.
- Yu, Q., Zhang X.Q., Hashem A., Walsh M.J., Powles S.B., 2003. ALS gene proline (197) mutations confer herbicide resistance in eight separated wild radish (*Raphanus raphanistrum*) populations. *Weed Science*, 51, 831-838.
- Whaley, C.M., Wilson H.P., Westwood J.H., 2007. A new mutation in plant ALS confers resistance to five classes of ALS-inhibiting herbicides. *Weed Science*, 55(2), 83-90.
- Wright, T.R., Bascomb, N.F., Sturmer, S.F., Penner, D., 1998. Biochemical mechanism and molecular basis for ALS-inhibiting herbicide resistance in sugarbeet (*Beta vulgaris*) somatic cell selections. *Weed Science*, 46, 13–23.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.320424



Samsun ili ıspanak üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan virüslerin belirlenmesi

Murat Güngör, Hüseyin Uzunbacak, Nazlı Dide Kutluk Yılmaz, Mehmet Ali Şevik\*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

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

Geliş/Received 04/11/2016

Kabul/Accepted 22/05/2017

ÖZET

Samsun ilinde ıspanakta (*Spinacia oleracea* L.) enfeksiyon oluşturan virüsleri ve bunların yayılışlarını belirlemek amacıyla, Kasım 2014 - Ocak 2015 tarihleri arasında Bafra ve Çarşamba ilçelerine bağlı köylerden yapraklarında bükülme, kıvrılma, klorotik lezyon, mozayik ve cüceleşme belirtisi gösteren 100 adet bitki örneği toplanmıştır. Bu sürveyler sonucunda, Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) yöntemi ile örneklerin % 8'inin *Cucumber mosaic virus* (CMV) ve % 3'ünün *Turnip mosaic virus* (TuMV) ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, Samsun ilinde ıspanakta CMV ve TuMV enfeksiyonunun ilk kaydı niteliğindedir. Bölgeden toplanan örneklerin hiçbirinde *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ve *Tobacco mosaic virus* (TMV) enfeksiyonuna rastlanmamıştır.

Anahtar Sözcükler:

CMV  
Ispanak  
TMV  
TSWV  
TuMV

Determination of viruses causing infection in spinach fields in Samsun province

ABSTRACT

To detect viruses infecting spinach (*Spinacia oleracea* L.) and find out their distribution in Samsun province, 100 plant samples including distortion, curling of leaves, chlorotic lesion, and mosaic on leaves and stunting symptoms were collected from the fields in villages of Bafra, and Carsamba districts during November 2014 - January 2015. At the end of the surveys, *Cucumber mosaic virus* (CMV), and *Turnip mosaic virus* (TuMV) were detected in 8 % and 3 % by ELISA, respectively. This is the first record of CMV and TuMV infecting spinach in Samsun province. In the research area, none of the samples collected were infected with *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), and *Tobacco mosaic virus* (TMV).

Keywords:

CMV  
Spinach  
TMV  
TSWV  
TuMV

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), Amaranthaceae familyası içerisinde yer alan ve yaprağı yenen en önemli kışlık sebze türlerinden biridir. Dünya çapında yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan ıspanağın yıllık üretimi 21 milyon tondan fazladır. Bu üretimde 225.225 ton üretim ile Türkiye, Çin, ABD ve Japonya'dan sonra 4. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2012). Ülkemizde ise Samsun ili 25.761 ton üretim ve % 13'lük bir pay ile İzmir ilinden sonra 2. sırada yer almaktadır. Samsun ilinde ticari olarak ıspanak yetiştiriciliği daha çok Bafra ve Çarşamba ilçelerinde (% 91) yoğunlaşmıştır (TUİK, 2015).

Ispanak üretimini olumsuz etkileyen birçok fungal, bakteriyel ve viral hastalık etmeni bulunmaktadır (Correll ve ark., 1994). Ispanak bitkilerinde çok sayıda viral etmen rapor edilmesine rağmen (Brunt ve ark.,

1996), ekonomik öneme sahip bazı virüsler arasında; *Cucumber mosaic cucumovirus* (CMV), *Turnip mosaic potyvirus* (TuMV), *Tobacco mosaic tobamovirus* (TMV), *Tomato spotted wilt tospovirus* (TSWV), *Beet curly top geminivirus* (BCTV), *Beet mosaic potyvirus* (BtMV), *Beet western yellow luteovirus* (BWYV), *Beet necrotic yellow vein benyvirus* (BNYVV), *Lettuce mosaic potyvirus* (LMV) yer almaktadır (Smith ve ark., 1988; Fotopoulos ve ark., 2011).

Ülkemizde daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ıspanak bitkilerinde; CMV, TuMV, TMV, BWYV (Gümüş ve ark., 2014), BNYVV (Gümüş ve ark., 2014; Kutluk-Yılmaz ve ark., 2016), TSWV ve LMV (Sertkaya, 2015) enfeksiyonları tespit edilmiştir. Ancak ülke ve bölge ekonomisi için son derece önemli bir yere sahip olan ve üretim bakımından ülkemizde ilk sıralarda yer alan Samsun ilinde, ıspanak



bitkilerinde virüs hastalıkları konusunda geniş kapsamlı bir araştırma yapılmamıştır.

Bu çalışma ile Samsun ili ıspanak üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan virüsler ve bunların yayılış durumları DAS-ELISA yöntemi ile belirlenmiştir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Bitki Örnekleri

Samsun ilinde ıspanakta enfeksiyon oluşturan virüsleri ve bunların yayılış durumlarını belirlemek amacıyla, 2014 yılı Aralık ve 2015 yılı Ocak aylarında ticari olarak ıspanak yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı Bafra ve Çarşamba ilçelerinde sürveyler yapılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Samsun ili ıspanak üretim alanlarında sürveyler sırasında örnekleme yapılan ilçeler ve köyler

Bu ilçelerde yoğun ıspanak yetiştirilen köylerde ıspanak üretim alanlarında arazi içerisinde çapraz giderek (Gümüş ve ark., 2014) yapraklarında bükülme, kıvrılma, klorotik lezyon, mozayik, cüceleşme gibi hastalık belirtisi gösteren 100 adet bitki örneği toplanmıştır. Örneklerin toplanması aşamasında bitkiler tek tek incelenmiş, belirti gösteren bitkilerden alınan örnekler kayıt edilmiştir. Daha sonra polietilen torbalara konulup laboratuara getirilmiş ve analiz edilinceye kadar derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.

### 2.2. DAS-ELISA Yöntemi

ıspanak örneklerinde enfeksiyon oluşturan virüslerin belirlenmesi için Double Antibody Sandwich- Enzyme Linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA) yöntemi, Clark ve Adams (1977) ve antiserumların temin edildiği firmanın (Bioreba) önerdiği protokole uyularak uygulanmıştır. Örnekler, *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Turnip mosaic virus* (TuMV), *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) ve *Tobacco mosaic virus* (TMV) için test edilmiştir. ELISA testleri; düztabanlı 96 kuyu içeren ELISA pleytleri (TPP, İsviçre), çeşitli (kaplama, örnek, konjugat, substrat, yıkama) tampon çözeltiler ve ELISA Plate Reader (Tecan Spectra II) cihazı kullanılarak uygulanmıştır.

ELISA sonuçları, substrat inkubasyonundan 60-120 dk. sonra ELISA Plate Reader kullanılarak 405 nm

dalga boyunda spektrofotometrik olarak değerlendirilmiştir. Negatif kontrollerin absorbans değerlerinin 2 katı ve daha fazla değer veren örnekler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Fotopoulos ve ark., 2011).

## 3. Bulgular ve Tartışma

Samsun ilinde ticari olarak ıspanak yetiştiriciliğinin en yoğun yapıldığı Bafra ve Çarşamba ilçelerinde 2014 ve 2015 yıllarında arazi sürveyleri yapılmıştır. Sürveyler sırasında bazı ıspanak üretim alanlarında virüs belirtisi gösteren bitkilere rastlanmıştır (Şekil 2). Bulaşık alanlarda en çok karşılaşılan belirtiler arasında yapraklarında bükülme, kıvrılma, mozayik, cüceleşme gibi belirtiler yer almıştır (Şekil 3).



Şekil 2. Virüs ile enfekteli ıspanak tarlasının genel görünümü



Şekil 3. Arazi koşullarında virüs belirtisi gösteren ıspanak bitkisi

Arazi koşullarında belirti gösteren bitkilerden yaprak örnekleri alınarak, DAS-ELISA yöntemi ile ıspanak bitkilerinde bulunması muhtemel bazı virüsler açısından incelenmiştir. DAS-ELISA sonuçlarına göre; incelenen örneklerin CMV ve TuMV ile bulaşık olduğu belirlenirken, toplanan örneklerin hiçbirinde TSWV ve TMV enfeksiyonuna rastlanmamıştır (Çizelge 1).

Bu çalışmada, DAS-ELISA yöntemi ile örneklerin % 8'inin CMV, % 3'ünün ise TuMV ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada, Fotopoulos ve ark., (2011) tarafından Yunanistan'da ıspanak üretim alanlarından toplanan ve analiz edilen örneklerin benzer

oranlarda CMV (% 7) ve TuMV (% 5.4) ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. İlçeler bazında incelendiğinde; CMV ile enfekteli örnekler Bafra ilçesinde; TuMV ile enfekteli olanlar ise Çarşamba ilçesi örneklerinde tespit

edilmiştir (Çizelge 1). Elde edilen bu sonuç, Samsun ilinde ispanakta CMV ve TuMV enfeksiyonu için ilk kayıt niteliğindedir.

Çizelge 1. Samsun ili ispanak üretim alanlarında virüslerin bulunma durumları

İlçe Adı	Köy Adı	Örnek Sayısı	Virüsler*			
			TuMV	TSWV	CMV	TMV
BAFRA	Yağmurca	28	0	0	5	0
	Çetinkaya	38	0	0	3	0
Toplam		66	0	0	8	0
ÇARŞAMBA	Ustacalı	11	2	0	0	0
	Kumarlı	7	0	0	0	0
	Kızılot	2	0	0	0	0
	Bafracalı	14	1	0	0	0
Toplam		34	3	0	0	0
Genel Toplam		100	3	0	8	0

\* TuMV: *Turnip mosaic virus*, TSWV: *Tomato spotted wilt virus*, CMV: *Cucumber mosaic virus*, TMV: *Tobacco mosaic virus*

Ülkemizde ispanak bitkilerinde; CMV (Alan, 2012; Gümüş ve ark., 2014; Sertkaya, 2015), TuMV, TMV (Gümüş ve ark., 2014), BNYVV (Gümüş ve ark., 2014; Karanfil ve ark., 2016; Kutluk-Yılmaz ve ark., 2016), BWYV (Alan, 2012), TSWV ve LMV (Sertkaya, 2015) enfeksiyonları tespit edilmiştir. Ancak Orta Karadeniz Bölgesi'nde yapılan bu çalışmada toplanan örneklerde test edilen diğer virüslere rastlanmamıştır.

Ülkemizde daha önce farklı araştırmacılar tarafından değişik bölgelerde yapılan benzer çalışmalarda, ispanak üretim alanlarında değişen oranlarda viral enfeksiyonlar tespit edilmiştir. Ege Bölgesi'nde (İzmir ve Manisa) 2008-2010 yılları arasında ispanak üretim alanlarında yapılan sürveylerde virüs belirtisi gösteren 192 yaprak örneği toplanmıştır. Analiz sonucu örneklerin; CMV(29), BNYVV (28), TMV (3), BWYV (1), TuMV (1) ve *Spinach latent virus* (SpLV) (1) ile enfekteli olduğu belirlenirken, bazı örneklerde ise CMV+BNYVV, CMV+TMV, CMV+SpLV, CMV+TMV+TuMV karışık enfeksiyonlara rastlanmıştır (Gümüş ve ark., 2014). Samsun ilinden toplanan ispanak örneklerinde sadece CMV ve TuMV tespit edilirken, herhangi bir karışık enfeksiyonlu örnek tespit edilmemiştir.

Yine, benzer olarak Doğu Akdeniz Bölgesi'nde (Adana, Mersin, Hatay, Osmaniye ve Kahramanmaraş) 2007-2010 yılları arasında ispanak üretim alanlarında yapılan sürveylerde, simptomatolojik olarak, virüs ile enfekteli olduğundan şüphelenilen, 225 ispanak örneği alınmış ve ELISA yöntemi ile test edilmiştir. Analiz sonucu, 90 bitkide BWYV (% 35.2), 3 bitkide CMV (%1.1) saptanmıştır (Alan, 2012). Yine aynı bölgede, Hatay ilinde 2011-2012 yıllarında yapılan arazi çalışmalarında, yapraklarında belirtiler gözlenen ispanak bitkilerinden alınan 18 örneğin biyolojik ve serolojik (DAS-ELISA) yöntemler ile analiz edilmesi sonucu, CMV (% 16.6), TSWV (%11.1) ve LMV

(% 11.1) ile enfekteli olduğu belirlenmiştir (Sertkaya, 2015).

Marmara Bölgesi'nde, Çanakkale ili ispanak üretim alanlarında 2013-2015 üretim sezonu boyunca arazi çıkışları yapılarak hastalık belirtisi gösteren 52 ispanak örneği toplanmıştır. Toplanan örnekler DAS-ELISA yöntemi ile BNYVV enfeksiyonu açısından testlenmiştir. Test sonuçlarına göre 18 örnek BNYVV (% 34.6) ile enfekteli olarak bulunmuştur (Karanfil ve ark., 2016).

Bu çalışmada Samsun ili ispanak bitkilerinde saptanan her iki virüs (CMV ve TuMV) yaprak bitleri ile taşınabilmektedir (Wang ve ark., 1998; Gildow ve ark., 2008). CMV, Dünya çapında yaygın olan ekonomik açıdan son derecede önemli olan bir virüstür (Palukaitis ve ark., 1992). Bromaviridae familyası, Cucumovirus grubu içerisinde yer almaktadır (Palukaitis ve Garcia-Arenal, 2003). Virüs çok sayıda yaprakbiti türü ile non-persistent olarak (Gildow ve ark., 2008) ve mekaniksel yollarla kolayca yayılabilmektedir. Ayrıca virüs ispanak tohumlarında % 15'lere varan oranlarda taşınabilmektedir (Yang ve ark., 1997). Birçok kültür bitkisinde enfeksiyon gerçekleştirebilen CMV'nin bitkilerde oluşturduğu belirtiler, çeşide, bitki gelişme dönemine, sıcaklığa, virüs irkına bağlı olarak değişebilmektedir. CMV ispanakta genç yapraklarda kloroz, mozaik, tepe kıvrıcılığı ve bodurluğa neden olabilmektedir (Correll ve ark., 1994). Bu çalışmada da arazi sürveyleri sırasında benzer belirtiler gözlenmiştir (Şekil 3).

Bu çalışmada saptanan diğer virüs TuMV, Potyvirus familyası, *Potyvirus* grubu içerisinde yer almaktadır ve % 95 protein, % 5 RNA içeren esnek çubuk şekilli partiküllere sahiptir (Walsh ve Jenner, 2002). Oldukça fazla sayıda konukçu bitkide enfeksiyon gerçekleştirebilen virüs (Edwardson ve Christie, 1991), çok sayıda yaprak biti türü ile non-persistent olarak



taşınabilmektedir (Walsh ve Jenner, 2002). Dünya çapında yaygın bir virüs olan TuMV izolatları, ıspanak bitkilerinde yapraklarda kıvrılma, şekil bozulması ve beneklenme gibi belirtilere yol açabilmektedir (Erkan ve ark., 2013).

İspanak bitkilerinde virüslerin bulunma durumları ve dağılımları farklı bölgelere göre değişkenlik gösterebilmektedir (Gümüş ve ark., 2014). Bu araştırmada Bafra Ovası'ndan toplanan örneklerin CMV, Çarşamba Ovası'ndan toplanan örneklerin TuMV ile bulaşık olduğu belirlenmiştir. Bitkilerde saptanan virüslerin bölgelere göre farklılık göstermesinde; vektör türleri ve taşıma etkinlikleri (Gildow ve ark., 2008), tohumla taşınma (Yang ve ark., 1997) durumları gibi bazı faktörler etkili olabilmektedir. Çarşamba ilçesinde %3 oranında saptanan TuMV yaprak biti türleri ile taşınabilirken, Bafra ilçesinde % 8 oranında tespit edilen CMV, hem yaprak bitleri hem de tohum ile taşınabilmektedir. CMV'nin Bafra'da, TuMV'nin ise Çarşamba ilçesinde az sayıda örnekte belirlenmiş olması; bu çalışmada test edilen örnek sayısının sınırlı olması ile ilgili olabilir. Bölgede daha kapsamlı bir survey çalışması ve örnekleme ile ileride hem bu virüslerin hem de diğer ıspanak virüslerinin araştırılması gerekmektedir. Ayrıca, survey çalışmalarının kış aylarına (Aralık-Ocak) denk gelmesi ve bitkinin erken döneminde etkili vektörlerinin bölgede popülasyonlarının azalmış olması, her iki virüsün enfeksiyon oranının düşük olması ile ilişkili olabilir. Bu çalışmada, bazı bitki örneklerinde virüs-benzeri belirtiler gözlenmesine rağmen, test edilen diğer viral etmenler (TMV ve TSWV) ile enfekteli olmadığı belirlenmiştir. Bu durum, virüs benzeri belirtilerin bitki besin elementi noksanlıkları gibi abiyotik veya böcek zararı gibi biyotik etkenler ile ilişkili olabileceğini veya bu çalışmaya dahil edilmeyen diğer virüslerden kaynaklanabileceğini düşündürmüştür.

#### 4. Sonuç

Yüksek besin değeri içeriği ile önemli bir sebze türü olan ıspanakta, ekonomik kayba neden olan çok sayıda zararlı ve hastalık etmeni bulunmaktadır. İspanakta hastalık oluşturan birçok etmen bulunmasına rağmen ekonomik açıdan en önemli olanlar fungal ve viral kökenli etmenlerdir. Bu çalışmada, Samsun ilinde ıspanak yetiştiriciliğinin en yoğun (% 91) yapıldığı Bafra ve Çarşamba ilçelerinde, ıspanak üretim alanlarında CMV, TuMV, TSWV ve TMV virüslerinin bulunma durumları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; Samsun ilinde yetiştirilen ıspanak bitkilerinde CMV ve TuMV'nin varlığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, Samsun ilinde ıspanakta viral (CMV ve TuMV) enfeksiyonlar için ilk kayıt niteliğindedir. Ancak, bölgede ıspanakta enfeksiyon oluşturan diğer virüslerin daha kapsamlı bir çalışma ile araştırılması gerekmektedir.

#### Kaynaklar

- Alan, B., 2012. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yetiştirilen bazı kışlık sebzelerde hastalık yapan virüslerin tanılanması ve karakterizasyonu. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 134 s, Adana.
- Brunt, A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M.J., Gibbs, A.J., Watson, L., 1996. Viruses of plants: Descriptions and lists from the VIDE Database. CAB International Publishing, Wallingford, UK. p. 1484.
- Clark, M.F., Adams, A.N., 1977. Characteristic of microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for detection of plant viruses. Journal of General Virology, 34, 475-483.
- Correll J.C., Morelock, T.E., Black, M.C., Koike, S.T., Brandenberger, L.P., Dainello, F.J., 1994. Economically important diseases of spinach. Plant Disease, 78, 653-660.
- Edwardson, J.R., Christie, R.G., 1991. The potyvirus group. University of Florida, Florida Agricultural Experiment Station, Monograph Series, 16, p.1244.
- Erkan, S., Gümüş, M., Paylan, İ.C., Duman, İ., Ergün, M., 2013. İzmir ili ve çevresindeki bazı kışlık sebzelerde görülen viral etmenlerin saptanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50, 311-322.
- FAOSTAT, 2012. Food and Agriculture Organisation. Available from URL: <http://faostat.fao.org>
- Fotopoulos, V., Dovas, C.I., Katis, N.I., 2011. Incidence of viruses infecting spinach in Greece, highlighting the importance of weeds as reservoir hosts. Journal of Plant Pathology, 93, 389-395.
- Gildow, F.E., Shah, D.A., Sackett, W.M., Butzler, T., Nault, B.A., Fleischer, S.J., 2008. Transmission efficiency of *Cucumber mosaic virus* by aphids associated with virus epidemics in snap bean. Phytopathology, 98, 1233-1241.
- Gümüş, M., Erbay, E., Erkan, S., Paylan, İ.C., 2014. Occurrence of viruses infecting spinach in Western Anatolia of Turkey: The first field survey report. Journal of Food, Agriculture and Environment, 12, 272-275.
- Karanfil, A., Gökdağ, S., Korkmaz, S., 2016. Çanakkale ili ve ilçeleri ıspanak üretim alanlarındaki Pancar nekrotik sarı damar virüsü (*Beet necrotic yellow vein virus*; BNYVV) enfeksiyonunun araştırılması. Uluslararası Katılımlı Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi, 592, 5-8 Eylül, Konya.
- Kutluk-Yılmaz, N.D., Kaya-Altop, E., Phillippo, C.J., Mennan, H., 2016. New natural weed host *Raphanus raphanistrum* L. (Brassicaceae) for *Beet necrotic yellow vein virus* and its vector *Polymyxa betae* Keskin. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 40, 120-126.
- Palukaitis, P., Roossinck, M.J., Dietzgen, R.G., Francki, R.I.B., 1992. *Cucumber mosaic virus*. Advances in Virus Research, 41, 281-348.
- Palukaitis, P., Garcia-Arenal, F., 2003. Cucumoviruses. Advances in Virus Research, 62, 241-323.
- Sertkaya, G., 2015. Hatay ili marul ve ıspanak alanlarında bazı virüslerin araştırılması. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20, 7-12.
- Smith, I.M., Dunez, J., Lelliott, R.A., Phillips, D.H., Archer, S.A., 1988. European Handbook of Plant Diseases. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England, p. 583.
- TÜİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri. Available from URL: <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>

- Walsh J.A., Jenner, C.E., 2002. *Turnip mosaic virus* and the quest for durable resistance. *Molecular Plant Pathology*, 3, 289-300.
- Wang, R.Y., Powell, G., Hardie, J., Pirone, T.P., 1998. Role of the helper component in vector-specific transmission of potyviruses. *Journal of General Virology*, 79, 1519-1524.
- Yang, Y., Kim, K.S., Anderson, E.J., 1997. Seed transmission of *Cucumber mosaic virus* in spinach. *Phytopathology*, 87, 924-931.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.320425



Bingöl İl merkezinde yaşayan hanehalklarının kırmızı et talebini etkileyen faktörlerin analizi

Ersin Karakaya<sup>a\*</sup>, Semiha Kızıloğlu<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Bingöl

<sup>b</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Erzurum

Sorumlu yazar/corresponding author: karakayaersin@hotmail.com

Geliş/Received 14/10/2016

Kabul/Accepted 22/11/2016

ÖZET

Bu çalışmada, Bingöl ili merkez ilçedeki hanehalklarının kırmızı et ve et ürünleri tüketim alışkanlıkları ile bunları etkileyen faktörlerle birlikte, Bingöl ili merkez ilçedeki hanehalklarının gelir seviyeleri, gıda harcamaları, kırmızı et tüketim miktarları, kırmızı et satın alımına ilişkin karar alma ve satın alma süreçleri ele alınmıştır. Örnek hacminin belirlenmesinde oransal örnekleme yöntemi kullanılmış ve örnek hacmi 175 olarak hesaplanmıştır. Veriler, tesadüfi olarak seçilmiş olan bireylerden yüz yüze yapılan anketlerle toplanmıştır. Değişkenler arası ilişkilerin istatistiksel olarak anlamlılığının değerlendirilmesinde ki-kare testi ( $\chi^2$ ) ve F-testinden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; hanehalklarında kırmızı etin tüketilme oranı % 88 olarak saptanmış, kırmızı et tüketim durumuyla gelir seviyesi arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Hanehalklarının kırmızı et tüketim sıklığını değiştiren en önemli neden % 35.6 ile mevsim olarak belirlenmiştir. Hanehalklarının kırmızı eti tercih etme nedenleri arasında “lezzet” faktörü (% 48.9) öne çıkmaktadır.

Anahtar Sözcükler:

Kırmızı et  
Hanehalkı  
Tüketim  
Tüketim alışkanlıkları

Analysis of factors affecting red meat demand of households living in Bingöl city center

ABSTRACT

In this study consumption habits of meat and meat products and the factors influencing them are investigated for households in the central province of Bingöl. Level of the household income spending on food, quantities of red meat consumption, decision-making and purchasing processes regarding red meat are put forward. In the determination of sample size, proportional sampling method was used and the sample size was calculated as 175. Data were collected through face to face interviews with randomly selected individuals using a structured questionnaire. Chi-square test ( $\chi^2$ ) and F-test were used in assessing the statistical significance of the relationship between variables. According to the survey; it was found that 88 % of the participants consumed meat. Significant correlations were found between red meat consumption state and income level ( $P<0.05$ ). Season, with 35.6 %, is defined to be the most important reason that raises the red meat consumption frequency of households. “Being delicious” factor is found to be largely effective (48.9 %) in red meat preference of households.

Keywords:

Red meat  
Household  
Consumption  
Consumption habits

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

İnsanların sağlıklı beslenmeleri için bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdaları yeterli miktarlarda tüketmeleri gerekir. Dünya genelinde bitkisel ve hayvansal kaynaklı gıdaların yeterli miktarda üretilmesinde bir sorun yaşanmazken, gıdaların ülkelere ve kıtalara göre tüketiminde bir dengesizlik söz konusudur. Artan dünya nüfusu ve dünya genelinde

zaman zaman yaşanan kuraklıklar bu dengesizliğin boyutunun daha da genişleyeceğine işaret etmektedir. Kişi başına hayvansal kaynaklı gıdaların tüketiminde gelişmiş ülkelerle gelişme yolundaki ülkeler arasında önemli bir farklılığın olduğu bilinmektedir. Gelecekte de gelişmiş ülkelerde hayvansal kaynaklı gıdalara olan talepte önemli bir artış beklenmezken, 2020’li yıllarda nüfusu hızla artan gelişme yolundaki ülkelerde et ve süte olan talebin 2 kat artacağı bildirilmektedir

(Hocquette ve Gigli, 2005; Anonim, 2015). Toplumların beslenmesinde hayvancılık sektörünün önemli ve sürekli bir görevi bulunmaktadır. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir ölçüsü kişi başına tüketilen et miktarıdır. Nüfusun hızla arttığı ve ekonomik kalkınma çabalarının yoğun olarak sürdürüldüğü Türkiye’de dengeli ve yeterli beslenmenin sağlanabilmesi için hayvansal gıdaların en önemli grubunu oluşturan et ve et mamullerinin daha fazla tüketiminin sağlanması, verimli bir düzeye getirilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu durum hayvansal üretimin artırılmasını zorunlu kıldığı gibi, tüketicilerin gelir

seviyesinin artırılmasını ve bilinçli tüketim alışkanlıklarının kazandırılmasını da zorunlu kılar. Bu açıdan dengeli bir beslenmenin nasıl olacağı konusunda bireylerin tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi ile daha isabetli sonuçlar alınabilecektir (Karakaya, 2010; Nalinci, 2013).

Türkiye’de toplam kırmızı et üretimi ve türlerin payına bakıldığında; 2013 yılında 996 bin ton olan üretimimizde % 87 ile sığır kesimlerinden elde edilen kırmızı etin ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Daha sonra % 10 ile koyun eti, % 2 ile keçi eti ve % 0.1 ile manda etinin geldiği görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Türkiye Toplam Kırmızı Et Üretimi ve Türlerin Payı

Yıllar	Toplam üretim (ton)	Toplam üretimdeki payı (%)			
		Koyun	Sığır ve dana	Keçi	Manda
2010	780.719	17.4	79.2	3.0	0.4
2011	776.915	13.8	83.0	3.0	0.2
2012	915.844	10.6	87.3	1.9	0.2
2013	996.155	10.3	87.3	2.4	0.1

Kaynak: TÜİK, Hayvansal Üretim Veri Tabanı, 2014.

Pek çok ülkede yapılan araştırmalarda özellikle kırmızı et tüketimindeki dikkat çekici düşüşlerin yapısal değişikliklerden (tüketicinin tercih desenindeki farklılıklar ya da beğenisindeki değişiklikler) kaynaklandığı vurgulanırken, ülkemizde bu değişikliğin temel nedenlerinden biri olarak artan kırmızı et fiyatları gösterilmektedir (Verbeke ve Viaene 1999; İçöz, 2004; Lorcu ve Bolat 2011). Günümüzde, tüketici tercihlerinin dinamik bir yapıda olmasının yanı sıra sosyo-ekonomik faktörlerde meydana gelebilecek değişimler gıda talebini önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Dengeli ve yeterli beslenme ile kalkınma arasındaki pozitif ilişki dikkate alındığında, toplumun dengeli beslenmesini sağlamak için uygulanacak olan gıda politikalarına ilişkin alınacak kararlar bakımından talep çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, ülkelerin tarım sektörüne yön verme ve dış ticaret politikalarının vb. oluşturulmasında talep tahmin çalışmalarından yararlanılmaktadır. Diğer taraftan, işletmelerde üretim-yatırım ve pazarlama gibi stratejilerin belirlenmesinde talep çalışmaları ayrı bir öneme sahiptir (Aktaş, 2008).

Bu çalışmada, Bingöl ili Merkez ilçesinde ikamet eden hane halkları ile yüz yüze görüşülerek tüketicilerin kırmızı et ve et mamullerini tüketim tercihleri, tüketim şekilleri ve tüketici kararlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Bu araştırmanın materyalini, Bingöl ili Merkez ilçede 2016 yılında toplam 175 kişiyle yüz yüze yapılan anket uygulamasından elde edilen yatay kesit verileri oluşturmuştur. Bingöl İli merkez ilçesinde kırmızı et

tüketim davranışlarının belirlenmesi amacıyla veri toplama aracı olarak toplam 30 soruyu içeren Nalinci (2013) tarafından hazırlanan anket formu kullanılmıştır. Bu anketlerden elde edilen bilgiler çalışmanın birincil veri kaynağını oluştururken tarım il ve ilçe müdürlükleri, internet kaynakları, yerli ve yabancı kaynaklardan derlenen genel bilgiler, konuyla ilgili istatistik veriler araştırmanın ikincil kaynaklarını oluşturmuştur.

### 2.2. Yöntem

Anket uygulaması yapılan hane sayısının belirlenmesinde, oransal örnek hacmi formülünden yararlanılmıştır (Newbold, 1995; Miran, 2003). Bu yöntem birçok araştırmada kullanılmıştır (Engindeniz ve Çukur, 2003; Işın ve Koçak, 2003; Pazarlıoğlu ve ark., 2007; Armağan ve Akbay, 2007; Günden ve Miran, 2007; Uzunöz ve ark., 2008; Akçay ve Vatansver, 2010; Karakaya, 2010; Ulaş, 2011; Kızıloğlu ve Kızıloğlu, 2013).

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

n= örnek büyüklüğü, N= popülasyon büyüklüğü (TÜİK, 2011), p= tahmin oranı (0.5 maksimum örnek büyüklüğü için),  $\sigma_p^2$  = oran varyansı (% 95 güven aralığında tablo değeri 1.96 ve % 5 hata payı ile). Ana kitleyi oluşturan hanehalklarının özellikleri başlangıçta bilinmediği için, örnek hacmini maksimum kılacak şekilde p=0.5 olarak alınmış ve örnek hacmi 175 hanehalkı olarak bulunmuştur. Görülecek hanehalkı sayısının yerleşim birimlerine dağılımında, yerleşim birimlerinin toplam popülasyon içindeki payları esas

alınmış ve örneğe alınan hanehalkları tesadüfi olarak belirlenmiştir.

Varyans analizi iki ya da daha fazla ortalama arasında fark olup olmadığı ile ilgili hipotezi test etmek için kullanılır. Çalışmada tek yönlü varyans analizden yararlanılmıştır. Tek yönlü varyans analizi normal dağılım gösteren k popülasyondan alınan k bağımsız grup denemelerinden elde edilen nicel verilerin analizinde kullanılan bir yöntemdir. k bağımsız grup ortalamalarının birbirlerine eşitliğini test eder. Normal dağılım gösteren verilere uygulanan tek yönlü varyans analizi ile aşağıdaki hipotezler test edilir (Özdamar, 2004; İlhan, 2011).

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  (ortalamalar arasında fark yoktur)

$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_k$  (en az bir ortalama diğerlerinden farklıdır)

Hanehalklarının özellikleri (cinsiyet, yaş, medeni

durum, eşin çalışma durumu, gelir düzeyi) ile kırmızı et tüketilme durumu arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını ortaya koyabilmek amacıyla Khi kare ( $X^2$ ) analizi yapılmıştır.  $X^2$ 'nin formülü aşağıdaki gibidir (Gujarati, 1995; Mirer, 1995):

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Formülde;  $X^2$ =Khi kare değeri,  $O_i$ =Gözlenen frekans değeri,  $E_i$ =Beklenen frekans değeridir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Hane halklarının sosyo-ekonomik nitelikleri

İncelenen hanehalklarının bazı sosyo ekonomik ve demografik özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Hanehalklarının bazı sosyo-ekonomik ve demografik özellikleri

Özellikler	Sayı	Oran (%)	
Cinsiyet	Kadın	71	40.5
	Erkek	104	59.5
	<b>Toplam</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>
Yaş	18-30	73	41.7
	31-43	54	30.8
	44 ve üstü	48	27.5
	<b>Toplam</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>
Eğitim durumu	Okur-yazar değil	10	5.7
	Okur-yazar	13	7.4
	İlköğretim	19	10.8
	Ortaöğretim	54	30.8
	Yükseköğretim	79	45.3
<b>Toplam</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>	
Medeni durum	Evli	120	68.5
	Bekâr	55	31.5
	<b>Toplam</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>
Eşin çalışma durumu	Çalışan	55	45.8
	Çalışmayan	65	54.2
	<b>Toplam</b>	<b>120</b>	<b>100.0</b>
Meslek	İşçi	16	9.1
	Memur	48	27.4
	Çiftçi	3	1.7
	Esnaf	31	17.7
	Serbest	22	12.5
	Emekli	3	1.7
	Ev hanımı	23	13.1
	Diğer	20	11.4
	İşsiz	9	5.1
	<b>Toplam</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>
Araç mülkiyet durumu	Araç sahibi	92	52.5
	Araç sahibi değil	83	47.5
	<b>Toplam</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>
Evin mülkiyet durumu	Ev sahibi	126	72.0
	Kiracı	49	28.0
	<b>Toplam</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>

Görüşülen bireylerin % 59.5'i erkeklerden, % 40.5'i ise kadınlardan oluşmuştur. Görüşülen bireylerin ortalama yaşı 35.7 olarak hesaplanırken, 18-30 yaş arasında olan hanehalkı oranı % 41.7, 31-43 yaş arasında olan hanehalkı oranı % 30.8 ve 44 yaş ve üstünde olan hanehalkı oranı ise % 27.5 olarak belirlenmiştir. Hanehalklarının eğitim durumları incelenmiş, okur yazar olmayan bireylerin oranı % 5.7, okur yazar olan bireylerin oranı % 7.4, ilköğretim mezunu olan bireylerin oranı % 10.8, ortaöğretim mezunu olan bireylerin oranı % 30.8 ve yükseköğretim mezunu olma oranı % 45.3 olarak belirlenmiştir. Hanehalklarının % 68.5'i evli, % 31.5'i ise bekâr olarak belirlenmiştir. İncelenen ailelerde eşin çalışmama oranı % 54.2 olarak bulunmuştur. Hanehalklarının meslek grupları itibariyle dağılımlarında ilk sıralarda % 27.4 oranında memur, % 17.7 oranında esnaf, % 13.1 oranında ise ev hanımı olduğu görülmüştür. İncelenen

ailelerin % 72'sinin ev sahibi olduğu ve % 52.5'inin araç sahibi olduğu belirlenmiştir. Türkiye tüketici profili ve bilinç seviyesi araştırmasına göre, Araştırmaya alınan tüketicilerin % 50.1'i kadın, % 49.9'u erkek olup, bunların % 61'i evlidir. Ortalama hane büyüklüğü 3.5'tir. Araştırmaya alınan tüketicilerin % 43.6'sı 34 yaşın altında, % 32.9' u 35-49 yaş aralığında ve geriye kalan % 23.5 'i 50 yaş ve üstündedir. Araştırmaya katılanların yarıya yakını (% 46.2) ilköğretim mezunudur. Ortalama hane geliri: 2167.9 TL'dir. Araştırmaya alınanların yarıdan fazlası (% 51.8) ücretli olarak, % 14.7'si kendi hesabına çalışırken, % 33.6'lık bir oranı da herhangi bir işte çalışmamaktadır (Anonim, 2014). Çalışmamızın bulguları Türkiye tüketici profili ve bilinç seviyesi araştırması bulgularıyla kısmen benzer kısmen de farklı sonuçlar ortaya koymuştur.

Çizelge 3'te tüketicilerin bazı özelliklerinin minimum ve maksimum aralıkları verilmiştir.

Çizelge 3. Hanehalklarının bazı özelliklerinin minimum ve maksimum aralıkları

Nitelikler	Sayı	Minimum	Maksimum	Ortalama
Yaş	175	18	70	35.7
Hanehalkı	175	1	9	4.87
Ortalama aylık gelir (TL)	175	1000	10000	3551.5
Ortalama aylık harcama (TL)	175	500	6000	2106.1
Ortalama gıda harcaması (TL)	175	100	3000	876.8
Ortalama aylık et tüketimi (kg)	154	1	35	4.40
Etin ortalama fiyatı (TL)	154	15	36	29.7

Tüketicilerin yaş ortalaması 35.7, hanehalkı büyüklüğü ortalama 4.9 kişi, ortalama aylık gelirleri 3551.5 TL, ortalama aylık harcamaları 2106.1 TL, ortalama gıda harcamaları 876.8 TL ve ortalama aylık et tüketimleri 4.40 kg olarak saptanmıştır. Hanehalkları aylık gelirlerinin ortalama olarak % 59.3'ünü harcamaya ayırırken, aylık harcama içerisinde gıda harcamasının oranı ise % 41.6 olarak hesaplanmıştır. Ortalama gıda harcaması içinde ortalama kırmızı et harcamasının oranı % 13.2 olarak belirlenmiştir. TÜİK (2014) hanehalkı bütçe araştırması sonuçlarına göre; hanehalkı başına aylık ortalama tüketim harcaması 2013 yılında 2 bin 572 TL iken 2014 yılında 2 bin 848 TL olarak tahmin edilmiş, Türkiye genelinde hanehalklarının tüketim amaçlı yaptığı harcamalar içinde % 19.7'sinin gıda ve alkolsüz içeceklerden oluştuğu bildirilmiştir. Nalinci (2013) tarafından Amasya ili merkez ilçede yapılan çalışmada ise aylık ortalama harcamanın % 29.20'si gıda harcaması olarak belirlenmiştir. Tokat ili kentsel alanda yapılan başka bir çalışmada, incelenen ailelerin ortalama aylık geliri 1608.71 TL, aylık ortalama tüketim harcaması 1186.21 TL, ortalama gıda harcaması 492.63 TL olarak belirlenmiştir (Karakaş, 2010). Aydın ili kentsel alanda yapılan bir çalışmada, incelenen ailelerin ortalama aylık geliri 1805.41 TL, aylık ortalama tüketim harcaması 1219.36 TL, ortalama gıda harcaması 494.50 TL olarak belirlenmiştir (Ulaş, 2011). Karakaya ve İnci (2014) tarafından Bingöl'de yapılan bir çalışmada aylık

ortalama gelir 2183.12 TL, aylık ortalama gıda harcaması 486.0 TL olarak belirlenmiştir. Çalışmamızın bu bulguları diğer çalışmaların bulgularından daha yüksek bulunmuştur.

İncelenen hanehalklarının gelir grupları itibariyle aylık ortalama gelir, ortalama gıda harcaması, ortalama et tüketimi ve et harcaması, ortalama gıda harcamasının ortalama gelir içindeki payı ve ortalama et harcamasının ortalama gıda harcaması içindeki payı Çizelge 4'te verilmiştir.

Hanehalklarının % 35.4'ü 1. Gelir grubunda ( $\leq 2000$  TL) ve aylık gelirleri ortalama 1744.35 TL, % 38.9'u 2. Gelir grubunda (2001-4000 TL) ve aylık gelirleri ortalama 3292.28 TL, % 25.7'si ise 3. Gelir grubunda ( $\geq 4001$  TL) ve aylık gelirleri ortalama 6433.33 TL olarak saptanmıştır. Gelir grupları itibariyle hanehalklarının aylık gelirlerinin ortalamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemlidir ( $P < 0.05$ ). Gelir grupları itibarı ile aylık ortalama gelir arttıkça aylık ortalama gıda harcamasının da arttığı, buna karşın aylık ortalama gıda harcamasının ortalama gelirdeki payının azaldığı görülmüştür. Ailelerin aylık ortalama gıda harcaması 876.89 TL, aylık ortalama gıda harcamasının aylık ortalama gelirdeki oranı ise % 24.6 olarak hesaplanmıştır. Gelir gruplarına göre aylık ortalama et tüketim durumu incelendiğinde gelir arttıkça aylık et tüketiminin de arttığı ve aylık ortalama et tüketiminin yaklaşık olarak 4.5 kg olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Aylık ortalama et tüketimi ve aylık ortalama et

harcaması 3. Gelir grubunda diğer gruplara göre daha yüksek bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Nalinci (2013) tarafından Amasya ili merkez ilçede yapılan çalışmada I. Gruptaki tüketicilerin aylık ortalama gelirleri 910.95 TL, II. Gruptaki tüketicilerin aylık ortalama gelirleri 1799.78

TL ve III. Gruptaki tüketicilerin aylık ortalama gelirleri 3625.23 olarak belirlenmiştir. Tüketicilerin gelir düzeyinin artmasıyla gıda harcamalarının gelir içindeki oranı azalmaktadır.

Çizelge 4. Aylık gelir grupları itibari ile aile sayısı, aylık ortalama gelir, aylık gıda harcaması ve aylık ortalama et tüketimi

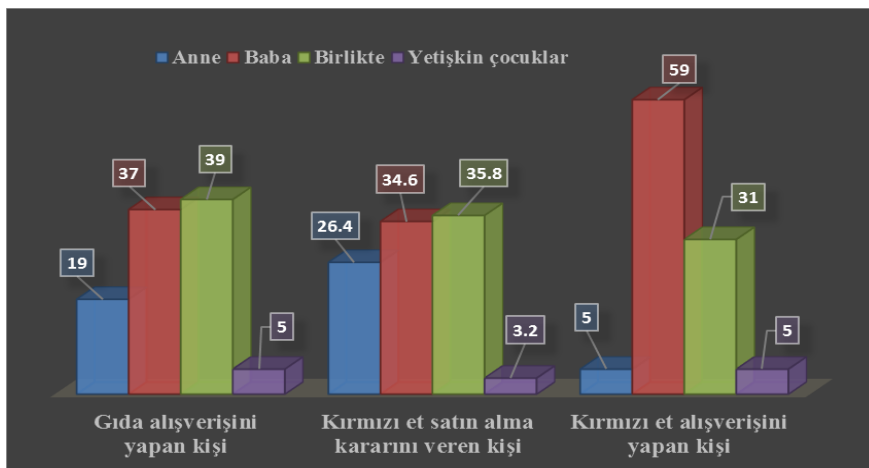
Gelir grupları	Hanehalkı sayısı (adet)	Örnek içindeki payı (%)	Ort.Gelir (ay/TL) (a)	Ort.Gıda harcaması (ay/TL) (b)	(b)/(a) oranı (%)	Ort.Et tüketimi (ay/kg)	Et harcaması (ay/TL) (c)	(c/b) oranı (%)
≤2000 TL	62	35.4	1744.35 <sup>a</sup>	577.42 <sup>a</sup>	33.1	3.05 <sup>a</sup>	81.22 <sup>a</sup>	14.0
2001-4000 TL	68	38.9	3292.28 <sup>b</sup>	829.56 <sup>b</sup>	25.1	3.35 <sup>a</sup>	82.30 <sup>a</sup>	9.9
≥4001 TL	45	25.7	6433.33 <sup>c</sup>	1361.00 <sup>c</sup>	21.1	7.84 <sup>b</sup>	229.94 <sup>b</sup>	16.8
Toplam/ ort.	175	100.0	3551.57	876.89	24.6	4.40	116.73	13.3

Ort: Ortalama, <sup>a-c</sup>: aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistiki olarak önemlidir.

I. Gelir Grubunda bulunan bir tüketicinin gıda harcaması (276.49 TL) gelirinin % 30.35, II. Gelir Grubundaki tüketicinin gıda harcaması (416.49 TL) gelirinin % 23.14'ü ve III. Gelir Grubundaki tüketicinin gıda harcaması (617.57 TL) gelirinin % 17.04'ü olduğu belirlenmiştir. Edirne merkez ilçede yapılan bir çalışmada, hane halkı aylık kırmızı et tüketim miktarının ortalama 2.27 kg olduğu bildirilmiştir (Lorcu ve Bolat, 2012). Erdoğan ve Çiçek (2015) yaptıkları çalışmada, hanelerin aylık ortalama geliri içerisindeki gıda harcaması oranını yaklaşık % 24 olarak bildirmişlerdir. Aydın ili Çine ilçesinde yapılan bir çalışmada, Gelir düzeyi ile aylık et tüketimi arasında çok önemli bir ilişki bulunduğu saptanmış ( $P<0.01$ ), gelir arttıkça aylık ortalama et tüketiminin de arttığı sonucuna varılmıştır (Atay ve ark., 2004). Tosun ve Hatırlı (2009) Antalya il merkezinde yaptıkları çalışmada ailelerin aylık ortalama tüketim harcamasını 1026.79 TL/ay, gıda harcamasını 401.61 TL/ay olarak saptamış, gelir seviyesi arttıkça ailelerin tüketim, gıda, süpermarket ve kırmızı et harcamalarının artmakta olduğunu bildirmişlerdir. İncelenen ailelerin toplam gelirleri içerisinde gıda harcamasına ayırdıkları payın,

gelir seviyeleri arttıkça mutlak olarak arttığı, buna karşın oransal olarak azaldığı belirlenmiştir. Ailelerin gıda harcamasının toplam harcamalar içerisindeki payı % 38.80 (397.24 TL) olarak belirlenmiştir. Erzurum ili merkez ilçede kentsel alanda hanehalklarının aylık ortalama toplam harcamalarının hane geliri içindeki oranı % 28.55, Ortalama hanehalkı harcamaları içinde gıda harcamalarının oranı % 36.59 iken, aylık ortalama kırmızı et tüketim miktarı 4.98 kg olarak bulunmuştur. Hanehalklarında aylık hayvansal ürünler tüketim harcamaları değerinin mutlak olarak gelir düzeyi ile artmakta olduğu gözlenirken, oransal olarak bir azalma olduğu gözlenmiştir (Kızıloğlu ve Kızıloğlu 2013). Çalışmamızın bulguları gelir, gıda harcaması ve kırmızı et harcamaları arasındaki ilişkilerin yönü açısından yapılan diğer çalışmalarla benzer sonuçlar ortaya koyarken, çalışmamızdaki değerler diğer çalışmalarda ortaya çıkan değerlerden genel olarak yüksek çıkmıştır.

Şekil 1'de hanehalklarının gıda alışverişini yapan kişinin, ailede kırmızı etin satın alınma durumuna karar veren kişinin ve kırmızı et alışverişini yapan kişinin oransal dağılımları verilmiştir.



Şekil 1. Ailelerde gıda alışverişini yapan, kırmızı et satın alma kararını veren ve kırmızı et alışverişini yapan kişi

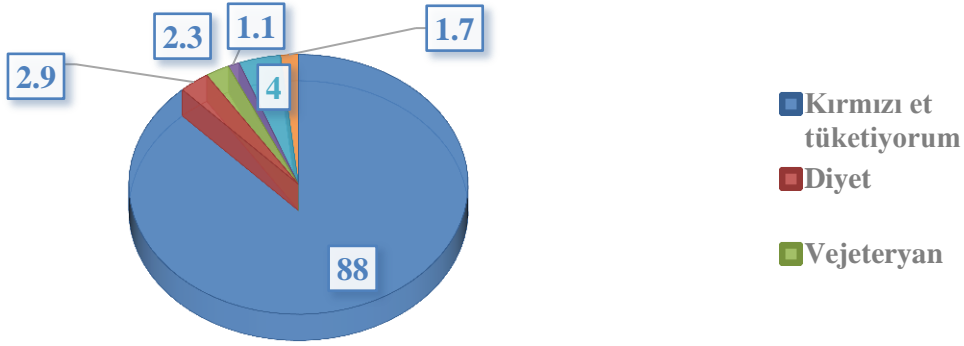


İncelenen hanehalklarında gıda alışverişi % 39 oranında hanehalkı bireyleri tarafından “birlikte” yapılırken, kırmızı etin satın alınması konusunda da ailelerde genel itibariyle % 35.8 oranında “birlikte” karar verildiği, kırmızı etin alışverişinde ise hanehalklarında % 59 oranında “baba”nın karar verici olduğu saptanmıştır. Nalinci (2013) Amasya ili merkez ilçede yapmış olduğu çalışmada, tüketicilerin ailelerinde çoğunlukla babanın (% 38.16) gıda alışverişi yaptığını, kırmızı et satın alma kararını veren kişinin % 31.93 oranında baba olduğunu ve kırmızı et alışverişine % 50 ile babanın karar verdiğini bildirmiştir. Aydın ilinde yapılan araştırmada; tüketici ailelerinde çoğunlukla %45.70 anne ve babanın beraber gıda ürünleri alışverişi yaptıkları, kırmızı et satın alma kararının %42.54 oranında birlikte alındığı ve kırmızı et alışverişini gerçekleştiren kişinin %43.75 oranla baba olduğu bildirilmiştir (Ulaş, 2011). Ceylan (2006) tarafından Van ili kentsel alanda yapılan bir araştırmada; gıda

alışverişinin baba tarafından yapılma oranının % 58.33 olduğu bildirilmiştir. Tokat ilinde yapılan bir araştırmaya göre tüketici ailesinde %47 birlikte, %35.67 baba, % 12.33 anne, % 5 yetişkin çocuklar gıda ürünlerini satın almaktadırlar (Karakaya, 2010). Önceki çalışmalarda elde edilen bulguların çeşitlilik arz ettiği gözlenmektedir. Çalışmamızın bu konudaki sonuçları itibariyle Ulaş’ın bulgularıyla büyük ölçüde benzerlik gösterdiği ve Nalinci’nin bulgularıyla kısmen uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

### 3.2. Hanehalklarının kırmızı et ve et ürünleri tüketim durumu

İncelenen hanehalklarında kırmızı etin tüketilme oranı % 88, tüketilmeme oranı ise % 12 olarak saptanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Hanehalklarında kırmızı et tüketilme durumu

Kırmızı et tüketmeyen hanehalklarında “ekonomik” nedenlerden dolayı tüketmeyen hanehalkı oranı % 33.3, “diyet” ten dolayı tüketmeyenlerin oranı % 23.8, “vejeteryanlık” nedeninden dolayı tüketmeyen hanehalkları oranı % 19, “diğer” nedenlerden dolayı tüketmeyenlerin oranı % 14.3 ve “sağlık” nedeniyle tüketmeyenlerin oranı ise % 9.5 olarak tespit edilmiştir. Tokat ilinde yapılan bir çalışmada, kırmızı et tüketmeyen tüketicilerin % 54.55’i ekonomik nedenler, % 24.24’ü diyetle olmaları ve % 21.21’i vejeteryan olmaları nedeniyle kırmızı et tüketmediklerini belirtmişlerdir (Karakaya, 2010). Aydın ilinde yapılan bir çalışmada, kırmızı et tüketmeyen tüketicilerin % 33.33’ü ekonomik nedenler, % 33.33’ü sağlık, % 16.67’si vejeteryan ve % 16.67’si diyetle olmaları nedeni ile kırmızı et tüketmediklerini belirtmişlerdir (Ulaş, 2011). Nalinci (2013) tarafından yapılan çalışmada, tüketicilerin % 57.14’ünün ekonomik nedenlerle, % 21.43’ünün kırmızı et sevmeyişi, % 14.28’inin sağlık, % 4.29’unun vejeteryan olmaları ve % 2.86’sının diyetle olmaları nedeni ile kırmızı et tüketmedikleri ortaya çıkmıştır. Çalışmamızın sonuçları

yapılan diğer çalışmaların sonuçlarıyla kısmen uyumlu bulunmuştur.

Sağlık için kırmızı etin yeterli miktarda tüketilip tüketilmeme durumuyla ilgili soruda hanehalklarının % 56.5’i “evet sağlık için yeterli miktarda kırmızı et tüketiyorum” cevabını verirken, “hayır sağlık için kırmızı et tüketim miktarım yeterli değildir” cevabını veren hanehalklarının oranı ise % 43.5 olarak bulunmuştur. Sağlık için kırmızı et tüketimini yetersiz bulanların en önemli neden olarak ilk sırada yaklaşık % 60 oranında “gelirim yetersiz” faktörünü ifade ettikleri saptanırken, bu faktörü sırasıyla, % 13.7 ile “ailede kırmızı eti sevmeyen var”, % 9.6 ile “sağlık”, % 8.2 ile “önemsemiyoruz”, % 6.8 ile “kırmızı eti sevmiyoruz” ve % 1.4 ile de “diğer” faktörlerin izlediği belirlenmiştir. Sağlık için tüketilen kırmızı et miktarını yeterli bulan ve bulmayan hanehalklarının oranını Yaylak ve ark (2010) İzmir ili ödemiş ilçesi için sırasıyla % 91.4 ve % 8.6, Ulaş (2011) Aydın ili kentsel alanda % 49.2 ve % 50.8, Nalinci (2013) Amasya ili merkez ilçe için % 73.5 ve % 26.5 olarak bildirmişlerdir.



Çizelge 5. Hanehalkları özellikleri itibariyle kırmızı et tüketilme durumu arasındaki ilişki (%)

Özellikler		Tüketen	Tüketmeyen	Toplam
Cinsiyet	Kadın	87.3	12.7	100.0
	Erkek	88.5	11.5	100.0
	Ortalama	87.9	12.1	100.0
	<b>X<sup>2</sup>= 0.052, P=0.820</b>			
Yaş	18-30	91.8	8.2	100.0
	31-43	81.5	18.5	100.0
	44 ve üstü	89.6	10.4	100.0
	Ortalama	87.6	12.4	100.0
<b>X<sup>2</sup>= 3.275, P=0.194</b>				
Medeni durum	Evli	87.5	12.5	100.0
	Bekâr	89.1	10.9	100.0
	Ortalama	88.3	11.7	100.0
	<b>X<sup>2</sup>= 0.090, P=0.764</b>			
Eşin çalışma durumu	Çalışan	87.3	12.7	100.0
	Çalışmayan	87.7	12.3	100.0
	Ortalama	87.5	12.5	100.0
	<b>X<sup>2</sup>= 0.005, P=0.945</b>			
Gelir grupları	≤2000 TL	91.9	8.1	100.0
	2001-4000 TL	76.5	23.5	100.0
	≥4001 TL	95	5	100.0
	Ortalama	87.8	12.2	100.0
<b>X<sup>2</sup>= 15.605, P=0.000</b>				

### 3.3. Kırmızı et tüketimini etkileyen faktörlerin belirlenmesi

Hanehalklarının özellikleri ile kırmızı et tüketip tüketmeme durumu arasındaki ilişki Çizelge 5'de verilmiştir.

Kırmızı et tüketenlerin oranı erkeklerde kadınlara göre daha fazladır. Kırmızı et tüketmeme oranının 31-43 yaş grubundaki hanehalklarında 18-30 yaş ve 44 yaş ve üstündeki bireylere nazaran daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kırmızı et tüketenlerin oranının, bekâr bireylerde evli olanlara göre daha yüksek, eşi çalışmayan bireylerin ise eşi çalışan bireylere nazaran azda olsa daha yüksek olduğu saptanmıştır. Gelir grupları ile kırmızı etin tüketilme durumu arasında anlamlı bir ilişki saptanmış, kırmızı et tüketenlerin oranının yüksek gelir grubunda diğer gelir gruplarına göre daha yüksek olduğu, kırmızı et tüketmeme oranının ise orta gelir grubunda diğer gruplara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Erdoğan ve Çiçek (2015) tarafından yapılan araştırmada da, hanelerin aylık ortalama gelir düzeyi ile sığır-dana eti tüketimi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur (P<0.05). Kırmızı et tüketimi ile gelir düzeyi arasında bazı çalışmalarda anlamlı ilişki tespit edilmiştir (Atay ve ark., 2004; Karakaş, 2010; Ulaş, 2011; Nalinci, 2013). Bazı çalışmalarda ise anlamlı ilişki tespit edilememiştir.

(Lorcu ve Bolat, 2012). Kırmızı et tüketimi ile eğitim durumu arasında bazı çalışmalarda anlamlı ilişki tespit edilirken, (Karakaş, 2010; Nalinci, 2013) bir diğer

çalışmada ise anlamlı ilişki tespit edilememiştir (Lorcu ve Bolat, 2012). Nalinci (2013) yaptığı çalışmada, kırmızı et tüketimi ile meslekler arasında doğrusal bir ilişki olduğunu bildirmiştir. Karakaş (2010) tarafından yürütülen çalışmada, kendisi çalışan tüketicinin eşinin de çalışması sonucu kırmızı et tüketiminde önemli ölçüde artış gözlenmiştir. Eşin çalışma durumu ile kırmızı et tüketimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Eşi çalışan tüketicilerin, et tüketim miktarının eşi çalışmayanlara oranla daha fazla olduğu belirlenmiştir.

### 3.4. Hanehalklarının kırmızı et tüketim tercihleri

Cinsiyetler itibariyle hanehalklarının kırmızı et tüketim alışkanlığını değiştiren en önemli neden % 35.6 ile mevsim olurken bu nedeni sırasıyla % 29.1 ile indirim günleri, % 20.2 ile gelir artışı ve %15.1 ile çevre etkisi nedenleri izlemiştir (Çizelge 6).

Kırmızı et tüketim miktarını değiştiren nedenler ile cinsiyet grupları arasındaki ilişki anlamlı bulunmamıştır. Medeni durum grupları itibariyle kırmızı et tüketim alışkanlığını arttıran nedenler arasındaki farklılık anlamlı bulunmuş, "kırmızı et tüketim alışkanlığını arttıran en önemli neden nedir?" sorusuna evli bireylerin "mevsim" ve "gelir artışı" nedenlerini bekârlara göre daha yüksek oranda cevap olarak verdikleri tespit edilmiştir.

Çizelge 6. Cinsiyet ve medeni durum itibariyle kırmızı et tüketim alışkanlık nedeni

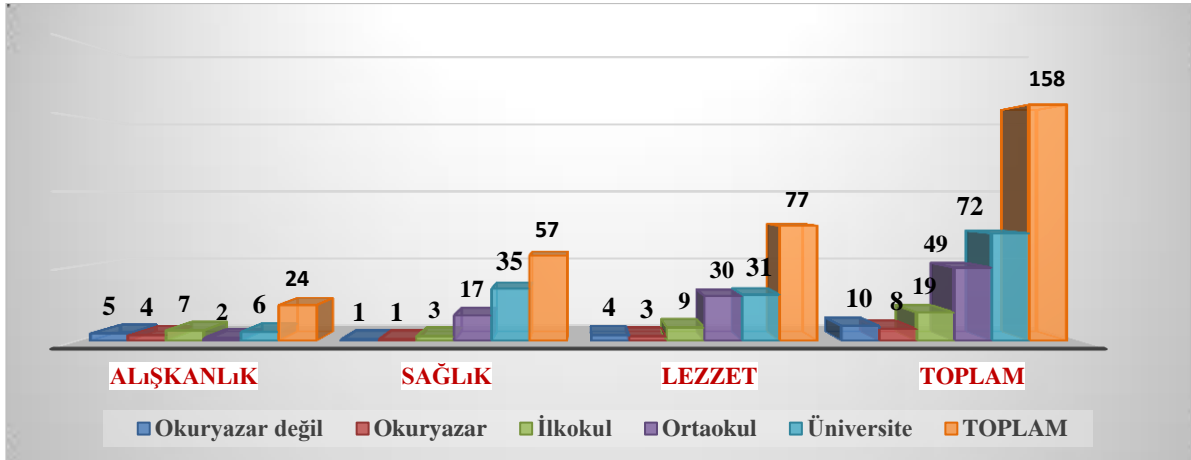
Özellikler		Kırmızı et tüketim alışkanlığını arttıran en önemli neden				Toplam
		Çevre etkisi	İndirim günleri	Mevsim	Gelir artışı	
Cinsiyet	Kadın	9	22	24	9	64
	Erkek	15	24	32	23	94
	Toplam ve %	24 (15.1)	46 (29.1)	56 (35.6)	32 (20.2)	158
Medeni durum*	Evli	7	26	45	27	109
	Bekâr	17	20	11	5	49
	Toplam ve %	24 (15.1)	46 (29.1)	56 (35.6)	32 (20.2)	158

\*:P&lt;0.05

Bekâr bireyler kırmızı et tüketim alışkanlığının artmasında “çevre etkisini” evli bireylere nazaran daha yüksek oranda önemli neden olarak görmektedirler. Ulaş (2011) tarafından Aydın ilinde yapılan bir çalışmada, tüketicilerin kırmızı et tüketim miktarını arttıran en önemli nedenler sırasıyla; % 33.59 ile mevsim, % 23.88 ile gelir düzeyinin artması ve % 22.38 ile sosyal çevre olarak belirlenmiştir. Nalinci (2013)

tarafından yapılan bir başka çalışmada ise tüketicilere kırmızı et tüketim miktarını arttıran en önemli neden sorulduğunda % 40.32’si gelir düzeyinin artmasını, % 26.77’si mevsimi, % 20.97’si indirim günlerini ve % 10.65’i sosyal çevreyi neden olarak göstermişlerdir.

Eğitim grupları itibariyle kırmızı et tercihinde öncelikli nedenin dağılımı Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Eğitim grupları itibariyle kırmızı eti öncelikli tercih nedeni

Örneğin geneli için kırmızı et tercihinde “alışkanlık” faktörünün öncelikli neden olma oranı % 15.1, “sağlık” faktörünün öncelikli neden olma oranı % 36 ve “lezzet” faktörünün öncelikli neden olma oranı ise % 48.9 olarak bulunmuştur. Kırmızı et tercihinde “alışkanlık” faktörünün öncelikli neden olması daha çok okuryazar olan ve olmayan eğitim gruplarında görülürken, “sağlık” ve “lezzet” faktörlerinin öncelikli neden olması ise daha çok ilkokul, ortaokul ve üniversite eğitim gruplarında görülmektedir. Atay ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada hanehalklarının kırmızı et tercihinde öncelikli neden olarak lezzet faktörünün %40, sağlık ve alışkanlık faktörlerini ise % 26.3 oranında benimsediklerini bildirmişlerdir. İzmir ili Ödemiş ilçesinde yapılmış bir araştırmada, kırmızı eti tercih nedenleri içinde tüketicilerin % 52.2’si kırmızı eti lezzetli olması sebebiyle, % 20.9’u besleyici olması sebebiyle, % 17.2’si alışkanlık sebebiyle tercih ettiklerini ifade etmişlerdir (Yaylak ve ark., 2010). Nalinci (2013) tarafından yapılan çalışmada da, kırmızı

et tercihindeki öncelikli nedenlerin sırasıyla % 52.2 lezzet, % 25.4 sağlık ve % 19 alışkanlık olduğu belirlenmiştir. Tokat ilinde yapılan bir çalışmada; ailelerin kanatlı ya da kırmızı eti tercih etmelerindeki en önemli nedenin sağlıklı olması olduğu (% 60) daha sonra zevk ve alışkanlıkların önemli rol oynadığı (% 38.67), bunu lezzet (% 25.33) ve diğer nedenlerin (%3.33) izlediği tespit edilmiştir (Gündüz ve ark., 2006). Ulaş (2011) tarafından Aydın ili kentsel alanda yapılan çalışmada ise, kırmızı eti tercih nedenleri içinde tüketicilerin % 52.24’ü kırmızı eti sağlık, % 28.36’sı lezzetli olması sebebiyle, % 17.91’i alışkanlık ve % 1.49’u da kolay temin edilmesinden dolayı tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Hanehalklarının kırmızı et tüketim alışkanlığını değiştiren en önemli nedenin % 35.6 ile mevsim olduğu Çizelge 6’da ortaya konmuş, bireylerin hangi mevsimde kırmızı eti daha çok tükettiği ise Şekil 4’de verilmiştir. Hanehalklarının kırmızı eti satın alma tercihinde kış mevsimi % 53 ile ilk sırada yer alırken kış mevsimini

sırasıyla % 35 ile yaz mevsimi, % 9 ile sonbahar ve % 3 ile de ilkbahar mevsimi izlemiştir. Hanehalklarının kırmızı eti satın alırken mevsim tercihlerinde kış mevsimi için sağlık nedeniyle (hastalıklardan korunmak) yaz mevsimi için ise zevk ve tercihler (piknik, mangal vb gibi) faktörlerin etkili olduğu sonucu belirlenmiştir. Nalinci (2013) yaptığı çalışmada aynı değerleri sırasıyla % 47.1, % 31.2 % 10.9 ve % 10.6 olarak bildirmiştir.

### 3.5. Hanehalklarının kırmızı et satın alma yapısı

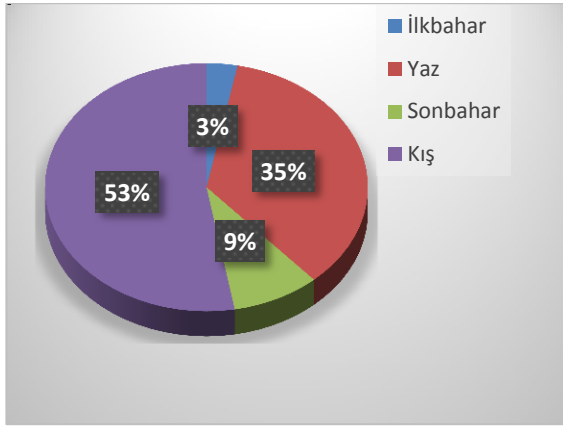
Hanehalklarının kırmızı et satın alma yapısına ilişkin kırmızı etin satın alındığı yer, yerin tercih edilme nedeni, tüketilen kırmızı etin çeşidi, satın alınma şekli ve satın alınma sıklığı ile ilgili sonuçlar Çizelge 7' de sayı ve oran olarak verilmiştir.

Çizelge 7. Hanehalklarının kırmızı et satın alma yapısı

	Sayı	Oran
<b>Kırmızı etin satın alındığı yer</b>		
Kasap	95	59.9
Market-süpermarket	42	26.4
Kendimiz kesiyoruz	13	8.1
Diğer	9	5.6
Toplam	159	100.0
<b>Satın alınan yerin tercih nedeni</b>		
Tazelik-kalite	61	38.3
Diğer	28	17.6
Alışkanlık	25	15.7
Ucuzluk	23	14.4
Yakın mesafe	12	7.5
Hijyen	10	6.2
Toplam	159	100.0
<b>Tüketilen kırmızı et çeşidi</b>		
Koyun	56	35.2
Keçi	44	27.6
Dana	35	22.0
Kuzu	18	11.5
Sığır	6	3.7
Toplam	159	100.0
<b>Kırmızı etin satın alınma şekli</b>		
Parça/kıyım	49	30.8
Parça	40	25.1
Kıyım	35	22.2
Sucuk-salam-sosis	20	12.5
Sakatat	15	9.4
Toplam	159	100.0
<b>Kırmızı etin satın alınma sıklığı</b>		
Aylık	99	62.2
Özel günlerde	31	19.4
15 günde bir	15	9.6
Haftalık	14	8.8
Toplam	159	100.0

Hanehalkları, kırmızı eti en çok kasaplardan (% 59.9) temin etmektedirler. Bireylerin % 26.4'ü market-süpermarketlerden kırmızı et satın alırken, % 8.1'i canlı hayvan alıp kesmeyi, % 5.6'sı ise diğer yerleri (et ve süt kurumu) tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Yapılmış olan birçok çalışmada kırmızı etin kasaptan satın alınması yüksek oranda ilk tercih olarak ortaya çıkmış ve çalışmamız diğer çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (Atay ve ark., 2004; Aygün ve ark., 2004; Tosun, 2006; Karakuş ve ark., 2008;

Karakaş, 2010; Yaylak ve ark., 2010; Ulaş, 2011; Nalinci, 2013). Kırmızı et satın alınan yer tercihinde tazelik kalite faktörüne önem veren hanehalklarının oranı % 38.3, alışkanlık faktörüne önem veren hanehalklarının oranı % 15.7, hijyen faktörüne önem veren hanehalklarının oranı % 6.2, ucuzluk faktörüne önem veren hanehalklarının oranı % 14.4, yakın mesafede olması faktörüne önem veren hanehalklarının oranı % 7.5 ve diğer faktörlere (veresiye olanağının olması) önem veren hanehalklarının oranı ise % 17.6



Şekil 4. Kırmızı et tüketim tercihinin mevsimlere göre dağılımı

olarak tespit edilmiştir. Van ilinde yapılan bir araştırmada; tüketicilerin eti temin ettikleri yerin seçimine etkili olan faktörlerin başında % 36.6 ile ucuzluğun geldiği saptanmıştır. Tokat'ta yapılan bir çalışmada, ailelerin % 60'ı, Aydın ili kentsel alanda yapılan çalışmada ailelerin % 60.4'ü, Amasya'da yapılan çalışmada ise ailelerin % 62.2'si kırmızı et satın alınan yerin tercih nedeni olarak tazelik-kalite faktörünü ilk sırada belirtmişlerdir (Gündüz ve ark., 2006; Ulaş, 2011; Nalinci, 2013). Çalışmamızdaki ucuzluk faktörünün oranının diğer çalışmalara göre Yaylak ve ark (2010) (% 4.5), Ulaş (2011) (% 7.4) yüksek çıkmasının en önemli nedeni et ve süt kurumunun hanehalkları tarafından tercih edilmesidir. Kırmızı et satın alınan yerin tercihinde diğer faktörüne 2. sırada önem verilmesinde ise veresiye olanağının olması büyük etken olarak saptanmıştır. Hanehalklarının % 35.2'sinin koyun eti, % 27.6'sının keçi eti, %22'sinin dana eti, % 11.5'inin kuzu eti tüketmeyi tercih ettikleri saptanmış, sığır eti tüketmeyi tercih edenlerin oranı ise %3.7 olarak belirlenmiştir. Amasya ili merkez ilçedeki hanehalkları üzerinde yapılan çalışmada; tüketicilerin büyük bir kısmı dana eti (% 64.84) tüketmektedirler. Ayrıca tüketicilerin % 19.68'i sığır eti, % 7.42'si koyun eti, % 5.16'sı kuzu eti ve % 2.90'ı keçi eti tüketmeyi tercih etmektedirler (Nalinci, 2013). Bazı çalışmalarda en fazla sığır etinin tercih edildiği (Atay ve ark., 2004; Karakaş ve ark., 2008; Yaylak ve ark., 2010; Şeker ve ark., 2011; Ulaş, 2011; Uzundumlu ve ark., 2011), bazı çalışmalarda en fazla dana etinin tercih edildiği (Karakaş, 2010; Lorcu ve Bolat, 2011), bazılarında ise en fazla koyun etinin tercih edildiği saptanmıştır (Aygün ve ark.,2004). Çalışmamızda tüketilen kırmızı et çeşidinde küçükbaş hayvanların (koyun, kuzu ve keçi) yüksek oranda tercih edilmesinin en önemli sebepleri Bingöl ilinde küçükbaş hayvan varlığının fazla olması ve özellikle keçi etinin fiyatının ucuz olmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Hanehalklarının kırmızı et satın alma şekillerinde parça/kıyma % 30.8

ile ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla % 25.1 ile parça, % 22.2 ile kıyma, % 12.5 ile sucuk-salam-sosis ve % 9.4 ile de sakatat izlemektedir. Yapılan bir çok çalışmada da kırmızı etin satın alınma şeklinde parça ve kıyma ilk sırada gelirken sakatat ve diğer şekillerin (sucuk-salam-sosis) tüketimi daha düşük oranda belirlenmiştir (Atay ve ark., 2004; Karakaş, 2010; Yaylak ve ark., 2010; Ulaş, 2011; Nalinci, 2013). Çalışmamızda hanehalklarının sakatat ve diğer (pastırma) satın alma şeklinde et ve süt kurumunun ürünlerinin önemli bir rolü olduğu yapılan anketlerde açıkça ortaya çıkmıştır. Kırmızı et alışverişini hanehalklarının büyük bir kısmı (% 62.2) aylık olarak yaparken, küçük bir kısmı (% 8.8) haftalık olarak yapmaktadırlar. Yapılmış bazı çalışmalarda kırmızı et satın alma sıklığının en fazla ayda bir (Ceylan, 2006; Ulaş, 2011; Uzundumlu ve ark., 2011; Nalinci, 2013), bazılarında ise kırmızı et satın alma sıklığının en fazla on beş günde bir olduğu saptanmıştır (Uluat, 2002; Kızıloğlu ve Kızıloğlu, 2013).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Hanehalklarının % 59.5'inin erkek, % 68.5'inin evli, % 45.3'ünün yükseköğretim mezunu, % 27.4'ünün memur, % 72'sinin ev sahibi ve % 52.5'inin araç sahibi olduğu belirlenmiştir. Görüşülen bireylerin yaş ortalaması 35.7 olarak hesaplanmıştır. İncelenen ailelerde eşin çalışmama oranı % 54.2 olarak bulunmuştur.

Hanehalkı sayısı ortalama 4.8 kişi, ortalama aylık gelirleri 3551.5 TL, ortalama aylık harcamaları 2106.1 TL, ortalama gıda harcamaları 876.8 TL ve ortalama aylık et tüketimleri 4.40 kg olarak saptanmıştır. Hanehalkları ortalama aylık gelirlerinin % 59.3'ünü ortalama aylık harcamaya ayırırken, ortalama aylık harcama içerisinde ortalama gıda harcamasının oranı ise %41.6 olarak hesaplanmıştır. Ortalama gıda harcaması içinde ortalama kırmızı et harcamasının oranı % 13.2 olarak belirlenmiştir.

Gelir grupları itibari ile aylık ortalama gelir arttıkça aylık ortalama gıda harcamasının da arttığı, buna karşın aylık ortalama gıda harcamasının ortalama gelirdeki payının azaldığı görülmüştür (P<0.05). Gelir arttıkça aylık et tüketiminin de arttığı ve aylık ortalama et tüketiminin yaklaşık olarak 4.5 kg olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

İncelenen hanehalklarında gıda alışverişi % 39 oranında "birlikte" yapılırken, kırmızı etin satın alınma durumunda da % 35.8 oranında "birlikte" karar verildiği, kırmızı etin alışverişinde ise (kırmızı etin tüketilen çeşidi ve satın alınma şekli) hanehalklarında % 59 oranında "baba"nın karar verici olduğu belirlenmiştir.

İncelenen hanehalklarında kırmızı etin tüketilme oranı % 88 olarak saptanmış, kırmızı etin tüketilmemesinde % 33.3 ile "ekonomik" nedenler ilk sırada yer almaktadır. Hanehalklarının % 56.5'i kırmızı et tüketim miktarını yeterli bulurken, % 43.5'i ise

yetersiz bulmakta; bu durumun en önemli nedeni olarak ilk sırada yaklaşık % 60 oranında “gelirim yetersiz” faktörünü ifade ettikleri saptanmıştır.

Hanehalklarının kırmızı et tüketim alışkanlığını değiştiren en önemli neden % 35.6 ile mevsim olarak belirlenmiştir. Hanehalkları kırmızı eti sağlık nedeniyle (hastalıklardan korunmak) için % 53 oranında kışın, %35 oranında ise açık havada aile yemekleri nedeniyle yazın satın aldıklarını belirtmişlerdir. Hanehalklarının kırmızı eti tercih nedenleri arasında lezzet faktörü (%48.9) öne çıkmaktadır.

Hanehalkları, kırmızı eti en çok kasaplardan (% 59.9) temin etmektedirler. Kırmızı et satın alınan yer tercihinde % 38.3 ile ilk sırada tazelik kalite faktörüne önem verildiği belirlenmiştir. Çalışmamızda kırmızı etin satın alınma yapısının ortaya çıkmasında veresiye kavramının ve ilde bulunan et ve süt kurumunun önemli rol oynadığı sonucuna varılmıştır. Küçükbaş hayvan varlığının Bingöl ilinde fazla olması ve özellikle keçi etinin fiyatının ucuz olmasından dolayı çalışmamızda küçükbaş et tüketimi yaklaşık olarak % 75 oranında saptanmıştır. Hanehalklarının kırmızı eti satın alma şekilleri içinde parça/kıyma şeklinde satın alım % 30.8 ile ilk sırada yer alırken, kırmızı et satın alınmasının genellikle (% 62.2) aylık olarak yapıldığı belirlenmiştir.

Kırmızı et ve et ürünleri sektörünün üretici-sanayici ve tüketici boyutuyla ele alınarak organize olarak geliştirilecek stratejilerle tüketim alışkanlıklarında bir değişim oluşturulabilir. Bu sayede özellikle kırmızı et tüketiminin mevsimlerle sınırlı kalmaması tüm yıla yayılması sağlanabilir. Kırmızı et tüketiminde gelir faktörü ve ekonomik nedenlerin etkili olduğu düşünüldüğünde bu soruna çözüm olması açısından bireylerin kırmızı et satın alma yapısını etkileyen et ve süt kurumunun Bingöl ilinde Pazar payının artırılması kırmızı et tüketimini olumlu yönde artırabilir. Bingöl ili kırmızı et ve et ürünleri sektöründeki karar vericiler bu verileri doğru okuyarak tüketici tanımlamasını güncelleyerek üretimden pazarlamaya kadar geçen sürecin etkin çalışması sağlanmalı ve sürdürülebilir olması hedeflenmelidir.

## Kaynaklar

Akçay, Y., Vatansever, Ö., 2010. Kırmızı et tüketimi üzerine bir araştırma: Kocaeli ili kentsel alan örneği. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 4(1): 043-060.

Aktaş, R.A., 2008. Kentsel alanda et talep analizi: Batı Akdeniz bölgesi örneği. T.C. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Doktora Tezi. Isparta, 2008.

Anonim, 2014. Türkiye Tüketici Profili ve Bilinç Seviyesi Araştırması. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. Tüketici ve Çevre Eğitim Vakfı. Ankara, 2014.

Anonim, 2015. Türkiye’de Hayvancılığın Durumu ve Et İthalatı (<http://www.zmo.org.tr>)

Armağan, G., Akbay, C., 2007. An econometric analysis of urban households’ animal products consumption in Turkey, Applied Economics: 1-8.

Atay, O., Gökdal, Ö., Aygün, T., Ülker, H., 2004. Aydın ili Çine ilçesinde kırmızı et tüketim alışkanlıkları. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-4 Eylül 2004, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Isparta.

Aygün, T., Karakuş, F., Yılmaz, A., Ülker, H., 2004. Van ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlığı. 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, 1-4 Eylül 2004, Süleyman Demirel Üniversitesi. Ziraat. Fakültesi, Isparta.

Ceylan, M., 2006. Van ili kentsel ve kırsal alanda et ve et ürünleri tüketim yapısı ve tüketicilerin satın alma eğilimleri (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Engindeniz, S., Çukur, F., 2003. İzmir ili Kemalpaşa ilçesinde şeftali üretiminin teknik ve ekonomik analizi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(2): 65-72.

Erdoğan, N., Çiçek, H., 2015. Hayvansal gıdaların tüketim yapısı ve tüketici tercihlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Üniversite Personeli Örneği. Kocatepe Veteriner Dergisi (2015) 8(1): 25-31.

Gujarati, N.D. 1995. Basic econometrics. McGraw-Hill. Third Edition. USA.

Günden, C., Miran, B., 2007. Bulanık eşli karşılaştırma yöntemiyle çiftçilerin amaç hiyerarşisinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(2): 183-191.

Gündüz, O. Esengün, K., Göktoğa, Z.,G., 2006. Ailelerin et tüketimleri üzerine bir araştırma: Tokat ili örneği. VII. Tarım Ekonomisi Kongresi Cilt II. 13-15 Eylül 2006, Antalya S.1152-1160.

Hocquette, J.F., S. Gigli., 2005. Challenge of quality. indicators of milk and beef quality. EAAP Publication No: 112.

Işın, Ş., Koçak, E., 2003. İzmir ilinde farklı üretim teknikleri uygulayan zeytin sıkma tesislerinin ekonomik analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(1): 127-134.

İçöz, Y., 2004. Talep kavramı, kırmızı et ve et ürünlerinde talebi etkileyen faktörler. Tarımsal Ekonomi Araştırmalar Enstitüsü, T.E.A. E. Bakış 7 (1): 1-4.

İlhan G.M., 2011. Tekirdağ ilinde kırmızı et tüketim alışkanlıklarının analizi. T.C. Namık Kemal Üniversitesi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. Tekirdağ, 2011.

Kalaycı Ş, Albayrak AS, Eroğlu A, Küçükşille E, Ak B, Karaltı M, Keskin HÜ, Çiçek E, Kayış A, Öztürk E, Antalya ÖL, Uçar N, Demirgil H, İşler DB, Sungur O 2005. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti Yayınları, 1. Baskı, Ankara.Prentice Hall, USA.

Karakuş, G., 2010. tokat ili kentsel alanda et ve et ürünleri tüketiminde tüketici kararlarını etkileyen faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma. (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Tokat.

Karakaya, E., İnci, H., 2014. Bingöl ili merkez ilçesi hane halkının kanatlı eti tüketim tercihleri. U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2014, Cilt 28 (1): 53-64

Karakuş, K., Aygün, T., Alarslan, E., 2008. Gaziantep ili merkez ilçede kırmızı et tüketim alışkanlıkları. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi 18(2): 113-120.

Kızıloğlu, S., Kızıloğlu, R., 2013. Erzurum merkez ilçede et ve ithal et tüketme durumunu inceleyen bir araştırma. Iğdır Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 3(1): 61-68.

- Lorcu F., Bolat, B.A., 2011. Edirne merkez ilçede tüketicilerin ithal kırmızı et satın alma tercihlerini etkileyen faktörler. *Akademik Gıda* 9(6): 38-45.
- Lorcu, F., Bolat, B.A., 2012. Edirne ilinde kırmızı et tüketim tercihlerinin incelenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 71-85.
- Miran, B., 2003. Temel istatistik. Ege Üniversitesi Basımevi, ISBN 975-9308800 Bornova İzmir.
- Mirer, T.W., 1995. *Economic statistic and econometrics*. 3rd Edition, Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- Nalinci, S., 2013. Amasya ili merkez ilçedeki hanehalkının et tüketim alışkanlıkları ve et tüketimini etkileyen faktörler. Yüksek Lisans Tezi Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Tokat, 2013.
- Newbold, P., 1995. *Statistics for Business and Economics*. Prentice-Hall International, New Jersey.
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitabevi, Genişletilmiş 5. Baskı.
- Pazarlıoğlu, M.V., Miran, B., Ucdođruk, S., Abay, C., 2007. Using econometric modelling to predict demand for fluid and farm milk: A case study from Turkey. *Food Quality and Preference*, 18: 416-424.
- Şeker, İ., Özen, A., Güler, H., Şeker, P., Özden, İ., 2011. Elazığ'da kırmızı et tüketim alışkanlıkları ve tüketicilerin hayvan refahı konusundaki görüşleri. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 17(4): 543-550.
- Tosun, Ö.O., 2006. Antalya ilinde tüketicilerin kırmızı et satın alım yerleri tercihlerinin analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi. 54s.
- Tosun, Ö., Hatırlı, A., 2009. Tüketicilerin kırmızı et satın alım yerleri tercihlerinin analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14, 2: 433-445.
- TÜİK, 2011. Tarımsal Üretim İstatistikleri, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 15.03.2016)
- TÜİK, 2014. Tarımsal Üretim İstatistikleri, www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 15.03.2016)
- Ulaş, B., 2011. Aydın ili kentsel alanda kırmızı et ve kanatlı eti tüketicilerinin kararları ile bunları etkileyen faktörler (Yüksek Lisans Tezi). GOP Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Uluat, Ş., 2002. Van ili merkez ilçede hayvansal gıda tüketim yapısı (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Uzundumlu, A. S., Işık, H. B., Kırılı, M. H., 2011. İstanbul ili Küçükçekmece ilçesinde en uygun et tipinin belirlenmesi. *Alınteri Ziraat Bilimler Dergisi*, 2(2): 40-48.
- Uzunöz, M., Büyükbay, E.O., Bal, G., 2008. Kırsal kadınların gıda güvenliği konusunda bilinç düzeyleri (Tokat İli Örneği). *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 2008, Cilt 22, Sayı 2, 35-46.
- Verbeke, W., Viaene, J., 1999. Beliefs, attitude and behaviour towards fresh meat consumption in Belgium: empirical evidence from a consumer survey. *Food Quality and Preference* 10: 437-445.
- Yaylak, E., Taşkın, T., Koyubenbe, N., Konca, Y., 2010. İzmir ili ödemiş ilçesinde kırmızı et tüketim davranışlarının belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Hayvansal Üretim* 51(1):21-30.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.289038



## TR83 Bölgesinde buğday tohumluğu üretiminde teknik etkinlik ve etkinliği belirleyen faktörler<sup>1</sup>

Kerem Hazneci\*, Vedat Ceyhan

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun/Türkiye  
Sorumlu yazar/corresponding author: kerem.hazneci@omu.edu.tr

Geliş/Received 11/08/2016

Kabul/Accepted 13/02/2017

### ÖZET

Bu araştırmanın temel amacı, Türkiye’de TR83 bölgesinde buğday tohumluğu yetiştiriciliğinde teknik etkinliği ölçmek ve teknik etkinliği belirleyen faktörleri ortaya koymaktır. Araştırma verileri buğday tohumluğu yetiştiren işletmelerin tamamı olan 72 tarım işletmesinden anket yoluyla toplanmıştır. İncelenen işletmelerin ekonomik analizinde klasik ekonomik analiz yaklaşımları kullanılmıştır. İşletme düzeyinde teknik etkinliğin ölçülmesinde ve etkinliği belirleyen faktörlerin ortaya konulmasında stokastik sınır modelinden yararlanılmıştır. Etkinlik analizi sonuçları inceleme alanında teknik etkinliğin 0.68 ile 0.96 arasında değiştiğini ve ortalama 0.81 olduğunu göstermiştir. İncelenen işletmeler teknik yetersizliklerini ortadan kaldırarak, üretim miktarında hiçbir azalma olmaksızın kullandıkları girdi miktarlarını % 19 oranında azaltabileceklerdir. Buğday tohumluğu yetiştiriciliğinde tohum, gübre ve işgücü dışında kalan diğer değişken masrafların gereğinden fazla olduğu ve bunun teknik etkinliği düşürdüğü saptanmıştır. Eğitim, kayıt tutma durumu, aile büyüklüğü ve tohumluk üretimine tahsis edilen alan değişkenlerinin buğday tohumluğu üretim etkinliğini belirleyen önemli değişkenler olduğu tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerde kullanılan tohum miktarını ve diğer değişken masrafların hemen tamamını tohumluk yetiştiren işletmeyle sözleşme yapan tohum üretici firmalar belirlediğinden, tohum yetiştiren firmaların tohumluk yetiştiriciliğiyle ilgili teknik uygulamaları gözden geçirmesi ve daha doğru olan uygulamaların işletmeler tarafından uygulanmasını sağlamaları buğday tohumluğu yetiştiriciliğinde teknik etkinliği artıracaktır.

Anahtar Sözcükler:  
Buğday tohumluğu  
TR83 Bölgesi  
Stokastik sınır modeli  
Teknik etkinlik

### Assesing the technical efficiency of farms producing wheat seed and its determinants in TR83 region, Turkey

#### ABSTRACT

The main objectives of this study were to evaluate the technical efficiency in wheat seed growing and to determine the factors affecting technical efficiency in TR83 region of Turkey. Data were collected from 72 wheat seed-growing farms by using questionnaire. Conventional economic analysis approaches were used for the economic analysis of the farms surveyed. Stochastic Frontier Analysis (SFA) was used to assess the technical efficiency at farm level and to estimate the parameters affecting technical efficiency. The results of efficiency analysis revealed that technical efficiency in the study area ranged from 0.68 to 0.96 (mean 0.81). By eliminating the technical inefficiency, the sample farms will be able to reduce their amount of input use with a rate of 19 % without any reduction in the amount of production. It was determined that other variable costs except for seed, fertilizer and labor in wheat seed growing were redundant, and this resulted in decreasing the technical efficiency. Study results also revealed that variables such as education status, record keeping, family size and the land allocated to wheat seed production were the important variables influencing wheat seed growing activities. Since seed growing companies, who contracted with seed growers, determine the amount of all inputs such as seed, fertilizer, etc. used for wheat seed production, revising their technical applications for seed growing and auditing the farms for more accurate implementations to be used by them in practice may increase the technical efficiency level of sample farms in wheat seed production.

Keywords:  
Wheat seed  
TR83 region  
Stochastic Frontier  
Analysis  
Technical efficiency

© OMU ANAJAS 2017

<sup>1</sup> Bu çalışmanın bir kısmı ICAFOF 2017/ Nevşehir adlı kongrede sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## 1. Giriş

Günümüzde sahip olunan sınırlı doğal kaynaklarla hızla artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak giderek güçleşmektedir. Bu sebeple, bütün ulusların tarım sektörüne tahsis ettikleri kaynakları verimli ve etkin kullanması gerekmektedir. Kaynakların verimli ve etkin kullanımı, hali hazırda tarım sektörünün mutlak ve nispi olarak büyük pay aldığından gelişmekte olan ülkeler için daha büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de 2014 yılında tarım sektörü; gayri safi yurt içi hâsılaya (GSYİH) sağladığı katkı (% 7.1), istihdam katkısı (toplam istihdamın % 22’si), ihracat yoluyla sağladığı döviz katkısı (6 milyar \$) ve sanayi mallarına oluşturduğu talep ile halen önemini korumaktadır (URL-1).

Dolayısıyla kaynakların verimli ve etkin kullanımı Türkiye’de politika yapımcıların gündeminde olan önemli bir konudur. Tarım işletmelerinin üretimde etkinliği sağlayabilmesi için hem üretim sürecinde kullandıkları üretim faktörlerini teknik olarak iyi değerlendirmeleri, hem de tarım ürünleri ve girdi piyasalarında meydana gelen değişikliklere uyum sağlayacak esnek bir yapıya kavuşmaları gerekmektedir. Bu sebeple karar alıcılar ve uygulayıcı kuruluşlar, tarım ürünleri üretimini gerçekleştiren tarım işletmelerinin sahip oldukları kaynakları verimli ve etkin kullanmasını sağlamak için büyük çaba sarf etmektedirler.

Tarımda girdi kullanımı, gerek bitkisel ve gerekse hayvansal üretimde verimin dolayısıyla üretim miktarının artmasında, kalitenin yükseltilebilmesinde en temel unsurdur. Bitkisel üretim faaliyetinde kullanılan temel üretim girdilerinin en önemlilerinden biri olan tohumluk, tarım ürünleri üretiminde verim ve üretimi artırmasının yanı sıra daha dayanıklı, daha az maliyetli ve rekabet gücü yüksek kaliteli ürünlerin elde edilmesi bakımından da büyük önem taşımaktadır.

Bu öneminden dolayı Türkiye’de ve dünyada tohum sektörünün genel değerlendirilmesini yapmak, tohum üretimini ve ticaretini irdelemek, tohum yetiştiriciliğini analiz etmek ve sözleşmeli yetiştiricilik modeli ile tohum üretimi ilişkisini ortaya koymak amaçlarıyla günümüze kadar farklı yerlerde araştırmalar yapılmıştır. Bu araştırmaların hemen hemen tamamı ikincil verilere dayanmakta olup, işletme düzeyinde verilere dayanarak gerçekleştirilen araştırma sayısı oldukça sınırlıdır. Günümüze kadar tohum kullanımına, tohum üretim durumuna, tohum pazarlama yapısına, tohum dağıtım ve ticaretine yönelik araştırmalar (Balcı, 1993; Usal, 1996; Akdoğan, 2005; Arısoy, 2005; Demirtaş ve Keleş, 2005; Acar, 2008; Yağdı ve diğ., 2010) yapılmış olmasına rağmen, tohumluk yetiştiren işletmelerin teknik etkinliğini ele alan araştırma sayısı sınırlıdır (Ike, 2008; Khanal ve diğ., 2012; Srinivas ve diğ., 2012). Bu sebeple araştırmada, Türkiye’de TR83 bölgesinde yer alan üç ilde (Tokat, Amasya, Çorum) buğday tohumluğu yetiştiriciliğinde teknik etkinliği ölçmek, teknik etkinliği belirleyen faktörleri belirlemek

amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen çıktılar işletme düzeyinde teknik etkinlik skorları ve teknik etkinliği belirleyen faktörlerden oluşmaktadır. Araştırmadan elde edilen çıktıların tohumluk yetiştiren işletmeler, tohum üretimi yapan işletmeler, politika yapımcılar ve bu konuda daha sonra çalışacak araştırmacılar üzerine yaygın etkisi olması beklenmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2. Materyal ve Yöntem

#### 2.1. Araştırma bölgesi

Amasya, Çorum, Samsun ve Tokat illerini kapsayan TR83 Bölgesi 37294 km<sup>2</sup> ile Türkiye yüzölçümünün yaklaşık olarak % 5’ini kapsamakta ve yaklaşık 2.75 milyon kişi olan 2016 yılı nüfusu ile Türkiye nüfusunun % 3.4’ünü oluşturmaktadır (Şekil 1), (URL-1). TR83 Bölgesi tarımsal alan ve üretim bakımından oldukça zengindir. Birçok bitkinin ve hayvan ırkının yetiştirilmesine uygun koşullar bulunmaktadır. Bölgesel gayrisafi katma değer incelendiğinde, tarım sektörünün bölge ekonomisi içindeki payının 2014 yılında % 18.5 olduğu görülmektedir. Bu oran sektörün Türkiye ekonomisi içindeki payının iki katından fazladır (URL-2).

TR83 Bölgesi’ni Türkiye genelinden ayıran bir özellik te tarım sektörünün, istihdam açısından önemini korumasıdır. Yıllar boyunca tarımdan, ticaret ve hizmet sektörüne bir kayma yaşanmışsa da 2014 yılı itibarıyla tarım sektörü toplam istihdamdaki % 42.2’lik oranı ile temel sektör olma özelliğini korumaktadır (URL-2). Bölge, bitkisel üretim miktarı ve verimlilik açısından Türkiye’de ilk sıralarda yer almaktadır. Bölge bitkisel üretimi 2016’da 10.28 milyon ton olarak gerçekleşmiş ve ülke toplam üretiminin % 7.23’ünü karşılamıştır. (URL-3).

#### 2.2. Materyal

Araştırma materyalini TR83 Bölgesinde buğday tohumluğu yetiştiren işletmelerden 2013 yılı Kasım-Aralık ve 2014 yılı Ocak-Şubat aylarında anket yoluyla toplanan veriler oluşturmuştur. Araştırmada 2012-2013 üretim dönemi esas alınmıştır. Tamsayım metodu kullanılan araştırmada ana kitleyi, TR83 Bölgesinde yer alan ve 2012 yılında, 2013 üretim dönemi için tohumluk yetiştirme başvuru beyannamesi veren, Tokat, Amasya ve Çorum illerinde tohumluk yetiştiriciliği yapan 72 tarım işletmesi oluşturmuştur.

#### 2.3. Yöntem

##### 2.3.1. İşletmelerin etkinlik analizinde uygulanan yöntem

İnceleme alanında işletme düzeyinde teknik etkinliğin ölçülmesinde iki aşamalı yöntem (two-stage



procedure) kullanılmıştır. Birinci aşamada teknik etkinlik skorları stokastik sınır modeli (SSM) yardımıyla tahmin edilmiş, ikinci aşamada ise teknik yetersizliği belirleyen faktörler analize dahil edilmiştir (Coelli ve ark., 1998). Araştırmada, teknik yetersizlik,

incelenen işletmelerde yetiştirilen gerçek tohumluk miktarıyla (kg da<sup>-1</sup>), işletmelerdeki mevcut teknoloji düzeyinde sınır modeli ile tahmin edilen tohumluk miktarı (kg da<sup>-1</sup>) arasındaki uzaklık olarak tanımlanmıştır.



Şekil 1. Araştırma alanı (TR83 Bölgesi)

Buğday tohumluğu yetiştiriciliği yapan tarım işletmeleri için oluşturulan etkinlik modelinin genel çerçevesi aşağıdaki Eşitlik 1'deki gibidir (Battese ve Coelli, 1995; Coelli ve diğ., 1998):

$$\ln(T_i) = \ln(X_i)\beta + V_i - U_i, \quad i = 1, \dots, n \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Formülde;  $T_i$ ;  $i$ 'nci işletmenin tohumluk üretim miktarını,  $X_i$ ;  $i$ 'nci işletmenin girdilerini,  $\beta$ ; girdiler ile çıktı arasındaki ilişkiyi gösteren parametreleri,  $U_i$ ; negatif olmayan hata değişkenini ifade etmektedir ve bu değişken 0 ile 1 arasında değişmekte olup teknik etkinliği göstermektedir. Formülde yer alan  $V_i$ ; ölçüm hatası, iklim koşulları gibi işletmenin kontrolünde olmayan, sıfır ortalamaya sahip hata terimini ifade etmektedir ve  $U_i$ ' den bağımsızdır. Bu yönetime göre her bir işletme için teknik etkinlik, gözlenen üretim değeri ile olması gereken üretim değerinin bir birine oranlanması ile bulunmaktadır. Teknik etkinliğin hesaplanmasında aşağıdaki Eşitlik 2 kullanılmıştır:

$$TE_i = \frac{Y_i}{Y_i^*} \quad (2)$$

Formülde;

$TE_i$ ;  $i$ 'nci işletmenin teknik etkinliğini,  $Y_i$ ; gözlenen üretim değerini ve  $Y_i^*$ ; ise, tahmin edilen ve olması gereken üretim değerini ifade etmektedir.

İşletmelerin teknik yetersizliğini etkileyen faktörler aşağıda belirtilen Eşitlik 3 yardımıyla tahmin edilmiştir:

$$1 - U_i = z_i \delta \quad (3)$$

Bu eşitlikte  $z_i$ ; işletme düzeyinde teknik etkinliği

açıklayan bağımsız değişkenler vektörünü ve  $\delta$  ise tahmin edilecek parametreleri göstermektedir.

SSM'de üretim fonksiyonu tahmin edilirken; bağımlı değişken olarak tohumluk miktarı (kg/da) ve bağımsız değişkenler olarak işgücü (saat/da), gübre (kg/da), tohum (kg/da) ve değişken masraflar (TL/da) kullanılmıştır. Değişken masraflar, işgücü, gübre ve tohum değişken masrafları dışında kalan diğer değişken masraflardır.

SSM'de Cobb-Douglas tipi üretim fonksiyonu kullanılmış ve parametreler en yüksek olasılırlık (maximum likelihood) yöntemi ile tahmin edilmiştir. Bu araştırmada, SSM'nin tahmininde Coelli (1992) tarafından geliştirilen "Frontier 4.1" paket programı kullanılmıştır.

Teknik etkinliği belirleyen faktörlerin tespitinde, işletmelerden anket yoluyla elde edilen verilerden elde edilen değişkenler kullanılmıştır. Teknik etkinliği açıklamak için modele 7 değişken dâhil edilmiştir. Yetersiz eğitim ve aile büyüklüğü teknik yetersizliğin sebepleri olabileceğinden, modele işletme sahibinin eğitim süresi (yıl) ve aile büyüklüğü (kişi) değişkenleri dâhil edilmiştir. İşletme yöneticisinin deneyiminin teknik etkinlik üzerindeki etkisini, yani genç veya yaşlı çiftçilerin diğerlerine oranla daha etkin çalışıp çalışmadığını test edebilmek için modelde işletme sahibinin yaşı (yıl) değişkeni olarak kullanılmıştır. Kredi kullanımı (TL/da) değişkeni modelde yer alan diğer bir değişkendir. Kayıt tutma ile teknik etkinlik skoru arasındaki ilişkiyi ölçebilmek için de kukla değişken (0=kayıt tutmuyor; 1=kayıt tutuyor) kullanılmıştır. Ayrıca buğday tohumluğu yetiştiriciliğinde yaygın olan kiracılık ve ortakçılığın teknik etkinlik üzerindeki etkisini ölçmek için; kiracılık ve ortakçılıkla işlenen

arazi miktarı (da) değişkeni modele dâhil edilmiştir. Son olarak uzmanlaşmanın etkinlik üzerindeki etkisini ölçmek üzere buğday tohumluğu için ayrılan alan (da) modele dâhil edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1 İncelenen işletmelerde teknik etkinlik

İnceleme alanında faaliyet gösteren işletmeler 5.12 saat işgücü, 46.04 kg gübre, 26.74 kg tohum ve dekara 104.16 TL değişken masraf kullanarak ortalama 0.56 ton/da buğday tohumluğu üretmektedirler (Çizelge 1). İncelenen işletmeler, işletme arazisi büyüklüğü, aktif sermaye, öz sermaye ve elde ettiği üretim değeri bakımından büyük ölçekli işletmelerdir. Ortalama işletme arazisi büyüklüğü yaklaşık 464 dekar civarındadır. Bu işletmeler işletme arazisi dekara başına 4479.78 TL aktif sermaye kullanarak; 755.13 TL gayri

saflı üretim değeri (GSÜD), 239.41 TL brüt kar (BK) ve 172.23 TL tarımsal gelir elde etmektedirler. İşletme yöneticileri ortalama 44 yaşındadır. İşletme yöneticilerinin eğitime gördüğü süre ortalama 8 yıldır. İşletme arazisi dekara başına kredi kullanımı 97.94 TL ve kiracılık ve/veya ortakçılıkla işlenen arazi miktarı ise yaklaşık 57 dekadır. İşletmeler ortalama 129 dekar arazide tohumluk buğday yetiştirmektedirler (Çizelge 1).

SSM'ne ait tahminler Çizelge 2'de verilmiştir. Modele ait varyans parametreleri istatistik açıdan önemlidir ve teknik etkinliğin tohumluk yetiştiriciliği miktarı üzerine etkisi olduğunu göstermektedir ( $p<0,01$ ). Bu durum en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilen deterministik üretim fonksiyonunun verileri temsil etmede yeterli olmayacağını ifade etmektedir.

Çizelge 1. Stokastik sınır modelinde kullanılan değişkenler ve işletmelerin sosyo ekonomik özellikleri

Değişkenler/özellikler		Ortalama	Standart sapma	Minimum	Maksimum
Buğday tohumluğu	Verim (ton da <sup>-1</sup> )	0.56	0.094	0.45	0.85
	İşgücü (saat da <sup>-1</sup> )	5.12	1.67	2.00	8.50
	Gübre (kg da <sup>-1</sup> )	46.04	4.27	40.00	50.00
	Tohum (kg da <sup>-1</sup> )	26.74	2.40	25.00	30.00
	Değişken masraf (₺/dekar)	104.16	50.06	27.00	245.60
İşletme arazisi büyüklüğü (da)		463.71	435.26	85.00	2400.00
Aktif sermaye (bin ₺)		2073.20	2283.77	557.89	14879.95
Öz sermaye (bin ₺)		1781.37	2243.11	411.30	14799.95
Aktif sermaye (₺ da <sup>-1</sup> )		4479.78	787.19	3500.32	7280.03
Öz sermaye (₺ da <sup>-1</sup> )		3755.41	1067.15	1646.74	6213.37
Gayri safı üretim değeri (₺ da <sup>-1</sup> )		755.13	177.30	505.45	1446.11
Gayri saf hasıla (₺ da <sup>-1</sup> )		792.05	178.56	527.62	1468.31
Brüt kar (₺ da <sup>-1</sup> )		239.41	123.63	58.52	840.50
Saf hasıla (₺ da <sup>-1</sup> )		134.64	140.12	-79.84	777.79
Tarımsal gelir (₺ da <sup>-1</sup> )		172.23	127.52	11.63	779.65
Aile büyüklüğü (kişi)		5.11	1.46	2.00	9.00
İşletme sahibinin yaşı (yıl)		44.25	11.12	23.00	64.00
Kredi kullanımı (₺ da <sup>-1</sup> )		97.94	126.57	0.00	650.00
İşletme sahibinin eğitim süresi (yıl)		8.01	2.71	5.00	13.00
Kiracılık veya ortakçılık ile işlenen arazi miktarı (da)		56.85	75.99	0.00	413.00
Buğday tohumluğu arazisi (da)		129.04	97.48	22.50	518.00

Çizelge 2. Cobb-Douglass tipi stokastik sınır modeline ait parametre tahminleri

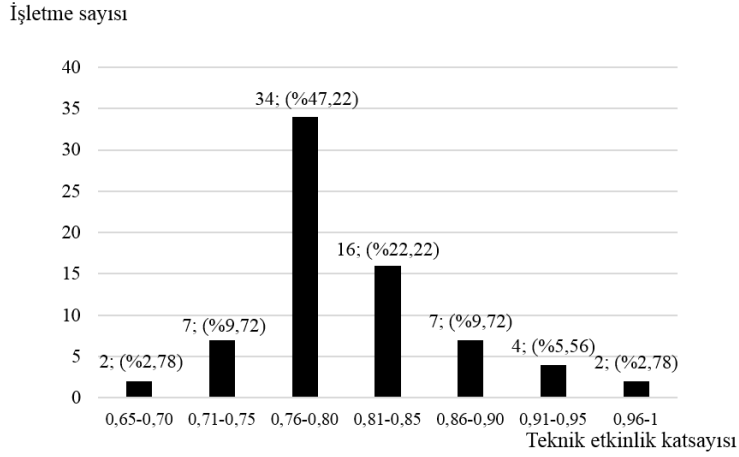
Değişkenler	Parametreler	Standart hata	t- değeri
Üretim fonksiyonu			
Sabit	1.08	0.17	6.38***
İşgücü (saat da <sup>-1</sup> )	-0.09	0.007	-13.13***
Gübre (kg da <sup>-1</sup> )	-0.001	0.001	-9.27***
Tohum (kg da <sup>-1</sup> )	0.005	0.001	3.65***
Değişken masraf (₺ da <sup>-1</sup> )	0.003	0.0002	14.37***
Elastikiyetler toplamı	-0.08		
Teknik yetersizliği açıklayan faktörler			
Sabit	0.14	0.18	0.76
Aile büyüklüğü (kişi)	0.006	0.002	2.37**
İşletme sahibinin yaşı (yıl)	0.003	0.0003	0.89
Kredi kullanımı (₺ da <sup>-1</sup> )	0.000004	0.00003	0.15
İşletme sahibinin eğitim süresi (yıl)	-0.003	0.001	-2.32**
Kayıt tutma (1=tutuyor; 0=tutmuyor)	-0.02	0.009	-2.13**
Kiracılık veya ortakçılık ile işlenen arazi miktarı (da)	0.0001	0.00005	1.87*
Buğday tohumluğu için ayrılan arazi miktarı (da)	-0.0001	0.00004	-3.00***
Varyans parametreleri			
Sigma	0.0008	0.0001	6.23***
Gamma	1.00	5.00	0.20
Loglikelihood	154.36 (48.23)		

\*, \*\*, \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyinde istatistik açıdan anlamlı

Olabilirlik oranı testi (likelihood-ratio test) sonuçları, teknik yetersizliğin etkisinin stokastik olduğunu ifade eden başlangıç hipotezinin reddedildiğini göstermiştir. Üretim fonksiyonunda yer alan iş gücü ( $p<0.01$ ) ve gübre ( $p<0.01$ ) değişkenlerine ait parametreler, buğday tohumluğu üretim miktarı ile bu değişkenler arasında negatif bir ilişki olduğunu göstermektedir. İş gücü ve gübre değişkenleri için tahmin edilen elastikiyet katsayıları sırasıyla -0.09 ve -0.001'dir. Bu katsayılar birim alanda kullanılan iş gücünün ve gübrenin miktarının azaltılmasının, buğday tohumluğu üretimini artıracağına işaret etmektedir. Üretim fonksiyonunda yer alan değişken masraf ve tohum değişkenlerine ait katsayılar, buğday tohumluğu üretim miktarı ile bu değişkenler arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir ( $p<0.01$ ). Tohum ( $p<0.01$ ) ve değişken masraf ( $p<0.01$ ) değişkenleri için tahmin edilen elastikiyet katsayıları sırasıyla 0.005 ve 0.003'tür. Bu katsayılar birim alanda kullanılan tohumun ve değişken masrafların miktarının artırılmasının, buğday tohumluğu üretimini artıracağına işaret etmektedir. Elastikiyet katsayıları toplamı incelenen işletmelerde ölçüğe azalan getirinin söz konusu olduğuna işaret etmektedir (Çizelge 2).

Etkinlik analizi sonuçları inceleme alanında teknik etkinliğin 0.68 ile 0.96 arasında değişmekte olup, ortalama 0.81 olduğunu göstermiştir. İncelenen işletmeler teknik yetersizliklerini ortadan kaldırarak, üretim miktarında hiçbir azalma olmaksızın kullandıkları girdi miktarlarını %19 oranında azaltabileceklerdir. İncelenen işletmelerin %47'sinin teknik etkinlik katsayısı 0.76 ile 0.80 arasında, %22'sinin teknik etkinlik katsayısı 0.81 ile 0.85 arasında, %10'unun teknik etkinlik katsayısı 0.71 ile 0.75 arasında ve diğer %10'u ise, 0.86 ile 0.90 arasında teknik etkinlik katsayısına sahiptir (Şekil 2).

Kredi kullanımı ve işletme sahibinin yaşı değişkenleri hariç, teknik yetersizliği açıklamak için seçilen bütün değişkenler istatistik açıdan önemli bulunmuştur ve hepsinin işareti beklenen yöndedir. Eğitim görülen yıl sayısı, buğday tohumluğu için ayrılan arazi miktarı ve kayıt tutma teknik yetersizliği negatif yönde etkiliyorken; aile büyüklüğü ve kiracılık veya ortakçılık ile işlenen arazi miktarı değişkenleri ise teknik yetersizliği pozitif yönde etkilemektedir (Çizelge 2).



Şekil 2. İşletmelerin teknik etkinlik katsayılarının dağılımı

Çizelge 3. Etkin ve etkin olmayan işletmelerin verim, girdi kullanımı ve bazı sosyo-ekonomik özellikleri

Değişkenler/özellikler	Etkin işletmeler		Etkin olmayan işletmeler	
	Ortalama	Standart hata	Ortalama	Standart hata
Verim (ton da <sup>-1</sup> )***	0.63	0.02	0.51	0.01
Buğday tohumluğu				
İşgücü (saat da <sup>-1</sup> )	4.83	0.31	5.31	0.25
Gübre (kg da <sup>-1</sup> )**	44.83	0.76	46.86	0.64
Tohum (kg da <sup>-1</sup> )	27.24	0.47	26.40	0.35
Değişken masraf (₺ da <sup>-1</sup> )	104.85	7.13	103.69	8.70
Gayri safi üretim değeri (₺ da <sup>-1</sup> )	817.78	41.84	712.88	18.53
Gayri saf hasıla (₺ da <sup>-1</sup> )**	856.15	41.48	748.82	19.22
Brüt kar (₺ da <sup>-1</sup> )**	278.50	29.43	213.05	13.05
Saf hasıla (₺ da <sup>-1</sup> )**	177.58	33.15	105.68	15.11
Tarımsal gelir (₺ da <sup>-1</sup> )*	211.05	30.82	146.05	13.10
Aktif sermaye (₺ da <sup>-1</sup> )***	4802.96	167.03	4261.82	94.92
Öz sermaye (₺ da <sup>-1</sup> )***	4205.14	223.76	3452.11	129.69
Aile büyüklüğü (kişi)*	4.93	0.28	5.23	0.22
İşletme sahibinin yaşı (yıl)	44.90	2.04	43.81	1.73
Kredi kullanımı (₺ da <sup>-1</sup> )	103.06	25.06	94.50	18.62
İşletme sahibinin eğitim süresi (yıl)***	9.03	0.49	7.33	0.39
Kiracılık veya ortakçılık ile işlenen arazi miktarı (da)	51.36	13.24	60.55	12.14
Buğday tohumluğu için ayrılan arazi (da)	149.28	22.39	115.40	11.71

\*, \*\*, \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 önem düzeyinde istatistik açıdan anlamlı

Eğitim görülen yıl sayısı ve kayıt tutma teknik yetersizliği negatif yönde etkilemektedir ( $p < 0.05$ ). Eğitim görülen yıl sayısı arttıkça, işletmelerde teknik

etkinlik artmaktadır. Kayıt tutma değişkeni için tahmin edilen katsayı, teknik açıdan kayıt tutanların, tutmayanlara göre daha etkin olduğunu göstermektedir

( $p<0.05$ ). Aynı zamanda buğday tohumluğu için ayrılan arazi miktarı da teknik yetersizliği negatif yönde etkilemektedir. Tohumluk için ayrılan arazi miktarı arttıkça, yani uzmanlaşma arttıkça teknik etkinlik artacaktır (Çizelge 2).

SSM modelinde tespit edilen teknik etkinlik ile aile büyüklüğü ( $p<0.05$ ) ve kiracılık ve/veya ortakçılık ile işlenen arazi miktarı ( $p<0.10$ ) arasındaki pozitif ilişki, aile büyüklüğü arttıkça veya kiracılık-ortakçılık ile işlenen arazi miktarı arttıkça teknik etkinliğin azaldığını göstermektedir (Çizelge 2).

Karşılaştırmalı etkinlik analizi sonuçları, teknik olarak etkin olan işletmelerin diğerlerine oranla faaliyetlerini dekar başına daha yüksek aktif ve öz sermaye ile sürdürdüğünü göstermiştir ( $p<0.01$ ). Karşılaştırmalı etkinlik analizi sonuçları, teknik olarak etkin olan işletmelerin diğerlerine oranla daha az nüfusa sahip olduklarını göstermiştir ( $p<0.10$ ). Diğer taraftan teknik olarak etkin olan işletmelerde işletme yöneticisi profili, etkin olmayanlardan daha iyidir. Etkin işletmelerde işletme yöneticileri daha eğitilidir ( $p<0.01$ ). Etkin işletmelerde dekar başına elde edilen GSÜD ( $p<0.05$ ), GSH ( $p<0.05$ ), BK ( $p<0.10$ ), SH ( $p<0.05$ ) ve TG ( $p<0.05$ ), etkin olmayanlardan daha fazladır. Etkin işletmelerin dekara buğday tohumluğu verimleri, etkin olmayanların verimlerine göre daha yüksektir ( $p<0.01$ ). Etkin işletmelerin dekara gübre kullanımları, etkin olmayanların dekara gübre kullanımlarına göre daha düşüktür ( $p<0.05$ ) (Çizelge 3).

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Türkiye’de TR83 Bölgesinde yer alan üç farklı ilde (Amasya, Çorum, Tokat) faaliyet gösteren ve buğday tohumluğu yetiştiren işletmelerin incelendiği bu araştırmada, incelenen işletmelerin Türkiye’deki tipik tarımsal işletmelerden farklı olarak daha büyük işletme arazisine sahip, yeniliklere açık, alet makine parkı yeterli, sermayeye yapıları güçlü ve pazarla daha fazla bütünleşmiş işletmeler olduğu saptanmıştır. İnceleme alanında buğday tohumluğu yetiştiren tarım işletmeleri daha çok tarla bitkileri üretimi konusunda uzmanlaşmış işletmelerdir.

İnceleme alanında teknik etkinlik iyi düzeyde olsa da, teknik olarak etkin olmayan işletmelerin üretimde hiçbir azalma olmaksızın girdilerini buğday tohumluğu yetiştiriciliğinde %19 oranında azaltabilmesi mümkündür. İncelenen işletmelerde teknik etkinliğin yüksek çıkmasının sebebi işletmelerin optimum ölçeğe yakın bir düzeyde çalışmalarıdır. Aynı zamanda bu katsayılar göstermektedir ki, işletmeler sahip oldukları üretim faktörlerini optimum düzeye yakın dağıtmaktadırlar. Tarla ürünlerinde uzmanlaşmış, sulu, verimli arazilere sahip olan ve yetiştirilecek olan tohumluk türüne göre 2 veya 4 yıllık münavebe için uygulanan münavebe sisteminde gerekli olan arazi büyüklüğüne fazlasıyla sahip olan işletmeler, tohum üretici firmalar tarafından özellikle seçilip yetiştiricilik için sözleşme yapılmaktadır. İşletme sahipleri ise,

genellikle yenilikleri benimseme konusunda istekli, yörede sözü geçen, eğitim seviyeleri yüksek ve lider olarak tanımlanabilecek çiftçilerden oluşmaktadır. Bu işletmeler, sözleşme yapan tohumluk üreticisi işletmeler tarafından; olası bir zararlı, hastalık, iklim riski ve/veya yetiştiricilik riski gibi sorunlar oluştuğunda, bu sorunların üstesinden gelebilecek, yeterli alet-makina parkına, belirli bir ekonomik büyüklüğe, bitkisel üretim uzmanlığına ve tohumluk üreticisi işletmelerle uyumlu çalışma isteğine sahip işletmeler arasından özenle seçilen işletmelerdir. Bu yüzden beklenildiği gibi teknik etkinlik skorları çok yüksektir.

İnceleme alanında buğday tohumluğu yetiştiriciliğinde tohum, gübre ve işgücü dışında kalan diğer değişken masrafların gereğinden fazla olduğu ve bunun teknik etkinliği düşürdüğü saptanmıştır. İncelenen işletmelerde kullanılan tohum miktarını ve diğer değişken masrafların hemen hemen tamamını tohumluk yetiştiren işletmeyle sözleşme yapan tohum üretici firmalar belirlediğinden, tohum yetiştiren firmaların tohumluk yetiştiriciliğiyle ilgili teknik uygulamaları gözden geçirmesi ve daha doğru olan uygulamaların işletmeler tarafından uygulanmasını sağlamaları buğday tohumluğu yetiştiriciliğinde teknik etkinliği artırabilecektir.

Karşılaştırmalı analiz sonuçları teknik olarak etkin çalışan işletmelerin, diğerlerine göre daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. İnceleme alanında bulunan ve eğitim seviyesi düşük olan çiftçilerin özel eğitim programlarına tabi tutularak eğitim seviyesindeki yetersizliğin etkilerini azaltılmalıdır. Çiftçi eğitim ve yayım programlarının düzenlenmesinde hedef kitlenin iyi tanınması ve ihtiyaç analizinin iyi yapılması eğitim ve yayım çalışmalarının etkinliğini artırabilecektir. Söz konusu eğitim çalışmalarında optimum girdi kullanımına ağırlık verilmesi ve girdilerin fiyatlarıyla bağlantılı olarak kullanımına yoğunlaşılması inceleme alanında teknik etkinliği artırabilecektir.

#### Teşekkür

Bu çalışma doktora tezinden derlenmiş olup, Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO.ZRT.1904.13.021 nolu proje ile BAP tarafından desteklenmiştir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisine teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Acar Ş., 2008. Avrupa Birliği ve Türkiye’de tohumculuk sektörünün yapılanması, T.C. Tarım ve Köyşileri Bakanlığı, Dış İlişkiler ve Avrupa Birliği Koordinasyon Dairesi Başkanlığı, AB Uzmanlık Tezi, Ankara
- Akdoğan İ., 2005. Ankara ili tarım işletmelerinde ıslah edilmiş buğday çeşitlerinin sertifikalı tohumluklarının kullanım düzeyleri ve işletme ekonomisine katkılarının değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Arısoy H., 2005. Tarımsal araştırma enstitüleri tarafından yeni geliştirilen buğday çeşitlerinin tarım işletmelerinde

- kullanım düzeyi ve geleneksel çeşitler ile karşılaştırmalı ekonomik analizi-Konya ili örneği, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Balcı E. Ö., 1993. Türkiye'de bitkisel tohumculuğun genel ve tarım işletmeleri düzeyindeki sorunları üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Battese G. E., Coelli T. J., 1995. A model for technical efficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data, *Empirical Economics*, 20: 325-332.
- Coelli T. J., 1992. A computer program for frontier production function estimation: frontier, Version 2.0, *Economics Letters*, 39:29-32.
- Coelli T. J., Rao D. S. P., Battese G. E., 1998. An introduction to efficiency and productivity analysis: Boston, USA, Kluwer Academic Publishers.
- Demirtaş B., Keleş D., 2005. Çukurova bölgesinde sebze tohumculuğunun pazarlama yapısı, Türkiye 2. Tohumculuk Kongresi, Adana, 9-11 Kasım.
- Ike P. C., 2008. Estimating production technical efficiency of Irvingia seed (ogbono) species farmers in Nsukka Agricultural zone of Enugu State, Nigeria, *J. Sustainable Agric. Res.*, 28:1-7.
- Khanal N. P., Maharjan K. L., Sapkota A., 2012. Technical efficiency in wheat seed production: a case study from Tarai region of Nepal, Hiroshima University, *Journal of International Development and Cooperation*, 19(1):41-50.
- Srinivas T., Rizvi S. J. H., Aw-Hassan A., Manan A. R., Kadian M. S., 2012. Technical efficiency of seed potato farmers of Badakshan province of Afghanistan, *Potato Journal*, 39(2), 118-127.
- URL-1:[http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab\\_id=1590](http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1590), (Ziyaret tarihi: 10 Şubat 2017).
- URL-2:[http://www.oka.org.tr/Documents/temel%20G%C3%B6stergelerle%20TR 83. pdfhtml](http://www.oka.org.tr/Documents/temel%20G%C3%B6stergelerle%20TR%2083.pdfhtml), (Ziyaret tarihi: 10 Ocak 2015).
- URL-3:<http://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, (Ziyaret tarihi: 10 Şubat 2017).
- Usal G., 1996. Adana ilinde bitkisel tohum üretimi yapan firmaların üretim dağıtım yapısı, sorunları ve çözüm önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yağdı K., Yılmaz K., Sezer N., Aydemir T., Bağcı S. A., 2010. Türkiye'de tarla bitkileri tohumluk üretimi ve kullanımı ile tohumculuk sisteminin genel değerlendirilmesi, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı 2. Cilt, Ankara, 861-875.



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.320537



**Aydın ili Söke ilçesinde pamuk üreticilerinin tohum tercihlerini etkileyen faktörler**

H. Asım Adalıoğlu, İ.Caner Akkuş, Canan Abay, M.Çağla Örmeci Kart\*

*Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun/Türkiye*

\*Sorumlu yazar/corresponding author: [cagla.kart@ege.edu.tr](mailto:cagla.kart@ege.edu.tr)

Geliş/Received 04/02/2016

Kabul/Accepted 09/03/2017

**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı, Aydın ili Söke ilçesindeki pamuk üreticilerinin sosyo-ekonomik özellikleri ile birlikte pamuk tohumu satın almada hangi özellikleri dikkate aldıklarını belirlemektir. Bir başka ifade ile üreticilerin pamuk tohumu satın alırken fiyat, verim, çırçır randımanı, lif kalitesi, erkencilik ve hastalıklara dayanıklılık gibi özelliklerden hangilerini dikkate aldıklarını belirlemektir. Son yıllarda, yabancı menşeli pamuk tohumu çeşitlerinin yörede hızla yayılması nedeniyle, ülkemizde bu çeşitlere alternatif yerli çeşitlerin geliştirilmesi için üreticilerin tercihlerinin belirlenmesi önemlidir. Üreticilerin tohum tercihlerinin belirlenmesinde Konjoint analiz yöntemi kullanılmıştır. Konjoint analizi özellikle tüketicilerin tercih özelliklerini belirlemek için pazarlama araştırmalarında çok sık kullanılan yöntemlerden birisidir. Araştırmanın materyalini Söke İlçesinde pamuk üreten üreticilerden anket yolu ile elde edilen 2015 üretim yılına ait birincil veriler oluşturmaktadır. Söke ilçesinde görüşülen üretici sayısının belirlenmesinde oransal örnek hacmi yönteminden yararlanılmıştır. Oransal örnek hacmi formülüne göre %90 güven aralığı ve % 10 hata payı ile örnek hacmi hesaplanmış ve 100 üretici ile görüşülmüştür. Görüşülen üreticilerin seçileceği köylerin belirlenmesinde Çiftçi Kayıt Sisteminden (ÇKS) yararlanılmış ve en çok pamuk üretilen 10 köy belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre; 100 üreticinin tercih kartları sıralaması sonucunda her bir özellik düzeyine ilişkin kısmi fayda skorları elde edilmiştir. Buna göre üreticilerin pamuk tohum çeşit tercihlerinde en çok önemsedikleri ilk faktörün % 21.31'lik bir oran ile çırçır randımanı olduğu belirlenmiştir. İkinci sırada önem verilen faktör % 18.69'luk oranla tohum fiyatıdır. Pamuk üreticilerinin tohum tercihinde önemli olan faktörler dikkate alındığında pamuk tohumu üreten ve çeşit geliştirme araştırmaları yapan kuruluşların özellikle çırçır randımanı üzerine yoğunlaşmaları önerilmektedir. Bu kapsamda pamuk tohumuna yönelik sertifikalı tohum desteğinin de devam ettirilmesi üreticinin sertifikalı tohum kullanımını açısından önemlidir.

**Anahtar Sözcükler:**

Konjoint analizi

Pamuk

Tohum üretici

tercihleri

Ortogonal tasarım

**Factors affecting farmers' preferences in choice of cotton seed in Söke district of Aydın province**

**ABSTRACT**

The aim of this study is to determine which features are considered by the cotton producers along with their socio-economic characteristics at the time of purchase of cotton seeds in Söke District of Aydın Province. In other words, this study was planned to investigate which the following features such as price, yield, gin productivity, fibre quality, early harvesting and disease resistance are considered by the producers on their seed preference. It is important to know the seed preferences of cotton producers, before developing new domestic cotton varieties alternative to foreign cotton seeds which have become widespread in the region in recent years. Conjoint analysis method was used to determine the producers' seed preferences. Conjoint analysis is one of the methods commonly used in marketing researches to determine the preferences of consumers. The material of the study was the primary data belonging to the production of the year 2015 obtained by interviewing cotton producers in Söke District. The proportional sample method was used to calculate sampling size. The sample volume was calculated as 95 % confidence interval and 10 % error margin according to the proportional sample volume formula. In terms of convenience, 5 more producers were added and negotiations with 100 producers were found to be suitable. The ten highest cotton-producing villages, where the interviews to be conducted, were selected from the Farmer Registration System - ÇKS). According to the results of the study, the preference card rankings of 100 producers and their partial benefit scores for each feature

**Keywords:**

Conjoint analysis

Cottonseed

Farmers' choices

Orthogonal design



level were obtained. According to this analysis, it was determined that the first factor considered more by the producers in cotton seed variety preference was gin productivity with a rate of 21.31 %. The second most important factor was the seed price, having a rate of 18.69 %. It was recommended that cottonseed producers and institutions, which work on the development of new varieties, focus on especially gin efficiency. In this context, maintaining the certified seed support with respect to cottonseed is also important for the certified seed use of the producer.

## 1. Giriş

Dünyada pamuk üretiminin yaklaşık olarak beş bin yıldır yapıldığı tahmin edilmektedir. Pamuk yetiştirme koşulları ve yapısı nedeniyle sadece belirli bölgelerde yetiştirilebilmektedir. Sanayi devrimiyle pamuk tekstil hammaddesi olarak kullanılmaya başlamıştır. Lifi dışında çekirdeği (çiğit), bitkisel yağ sanayinde ve çiğit küspesi hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Pamuk bir endüstri bitkisi olması açısından da tarım alanlarında yoğun işgücü kullanımı yönüyle bir istihdam alanı yaratmaktadır. Bu nedenle birçok az gelişmiş ve gelişmiş ülkede kırsal kesimin kalkınması açısından ekonomik etkinliği yüksek bir bitkidir. Söz konusu bu ülkelerde yarattığı katma değer açısından çok önemli bir yere sahiptir (Nacak 2004). Bitkisel bir tekstil hammaddesi olan pamuk değişik kullanım alanlarıyla ülkemiz ve dünya tarım, sanayi ve ticaretinde önemli bir konuma sahiptir. Dünya nüfusunun hızla artması, öte yandan sanayileşen ve kalkınan toplumlarda hayat seviyesinin yükselmesi pamuk tüketim ve gereksinimini arttırmıştır. Pamuk lifi kullanımı son 10 yılda, tüm kullanılan lifler içinde % 49'luk bir pay ile en yüksek olan liftir. Geçtiğimiz 30 yıl içerisinde toplam dünya pamuk tüketimi % 50'nin üzerinde artarak, yaklaşık 19 milyon tona ulaşmıştır. Kimyasal lifler hala tüketilen lifler içerisinde daha yüksek bir paya sahip olmalarına rağmen, insanların doğal maddelere olan tutkularının artması ve kimyasal liflere doğal liflerdeki birçok özelliğin kazandırılmaması sebebiyle pamuk, cazibesini artan bir şekilde korumaktadır (Barut, 2009). Dünyada az sayıda ülke ekolojisi pamuk tarımına elverişli olması nedeniyle, dünya rekoltesinin % 80'ine yakını Türkiye'nin de içinde bulunduğu bir grup ülke tarafından üretilmektedir (Anonim, 2012).

Cumhuriyetin kurulmasıyla birlikte her konudaki yeniden yapılanma hareketleri içinde pamuk tarımı da kendi payına düşeni almıştır. Amerika'dan kırtan fazla Upland-tipi (G.hirsutum türü) pamuk tohumluğu getirtilerek 1924'de Adana'da, daha sonra 1934'de de Nazilli'de kurulan Bölge Pamuk Araştırma Enstitüleri'nde denemelere alınmıştır. Büyük Millet Meclisi'nden de 2903 sayılı "Pamuk Islah Kanunu" ve 2582 sayılı "Pamuk Tohumluğu Üretim Yasası" çıkarak yürürlüğe girmiştir. Bakanlık bünyesindeki pamuk işleri, 1950'den sonrasında Genel Müdürlük düzeyine yükseltilmiştir. Yapılan pamuk çeşitleri adaptasyon çalışmaları sonuçlarına göre de iane pamuğunun ekimi yasaklanarak, bunun yerine 1954'de, G.hirsutum türünden Akala'nın iki yakın tipi ile yerli koza G.herbaceum pamuklarına izin verilmiştir. Daha sonra (1963'de) Çukurova, Hatay, Antalya ve Güney Doğu yöreleri için Akala'nın yerini, daha verimli görülen

Deltapine 15/21 ile Coker Carolina Queen pamukları almıştır. Öte yandan da Ege Bölgesinde Koker 100 A/2 pamuğuna yer verilerek, birim alana pamuk verimleri, dolayısıyla ülke pamuk üretimi büyük bir sıçrama yapmıştır. Bölge Pamuk Araştırma Enstitülerinin sürekli yaptıkları çalışmanın sonucu olarak (Adana 967/10 "Rex," Sayar 314, Deltapine serisi, Çukurova 1518, Nazilli 66-100, Ege-69, Delcerro, Nazilli-84, Nazilli-87, Nazilli84-S, M-serisi, Adana-98, Erşan 92, Maraş-92 v.b. gibi) bölge koşullarına uygun, verim ve kalitesi yüksek pamukların ekimlerine geçilmiştir (Anonim, 2000).

Son yıllarda ise özellikle birçok özel tohumluk firması, Ege Bölgesinde Gloria, Claudia, Candia gibi bazı pamuk çeşitlerinin bölgede ekilmesini ve yayılmasını sağlamışlardır. Aydın iline bağlı Söke İlçesi Türkiye'nin en önemli pamuk üretim alanlarından biridir. Pamuk ekim alanı itibarıyla Türkiye pamuk üretimindeki payı yaklaşık % 8'dir (TUİK, 2016). İlçenin ekonomisi, yıllık gayrisafi hasılanın % 70'ini sağlayan tarımsal üretim ile tarıma dayalı sanayi malları üretimine dayanmaktadır. Tarıma dayalı 59 adet 9 ayrı üretim dalında faaliyet gösteren sanayi tesisi, 12 ayrı dalda faaliyet gösteren 93 adet tarım ürünleri işleme ve değerlendirme tesisleri ile 6 ayrı konuda faaliyet gösteren 15 adet kooperatif kuruluşu ile yüksek bir potansiyele sahip bulunmaktadır (Anonim, 2011). Araştırma bölgesi Söke İlçesinde 2014 yılı itibarı ile 357500 dekada pamuk ekilmekte, ortalama pamuk verimi 515 kg/dekar, toplam üretim 184355 ton, ortalama pamuk fiyatı 1.4 TL kg<sup>-1</sup> ve pamuk üretiminin ilçeye ekonomik katkısı yaklaşık 257.95 milyon TL olarak hesaplanmaktadır (TUİK, 2016).

Bu çalışmanın temel amacı, Aydın'ın Söke ilçesindeki pamuk üreticilerinin sosyo-ekonomik özellikleri ile birlikte pamuk tohumu satın alırken hangi özellikleri dikkate aldıklarını belirlemektir. Bir başka ifade ile üreticilerin pamuk tohumu çeşitlerini satın alırken fiyat, verim, çirçir randımanı, lif kalitesi, erkencilik özelliği ve hastalıklara dayanıklılık gibi özelliklerden hangisini/hangilerini dikkate aldıklarını belirlemektir. Son yıllarda, yabancı menşeli pamuk tohumu çeşitlerinin yörede hızla yayılması nedeniyle, ülkemizde bu çeşitlere alternatif yerli çeşitlerin geliştirilmesi açısından üreticilerin pamuk tohumu çeşit tercihlerinin belirlenmesi önemlidir. Araştırmanın bulguları ile çeşit geliştirme konusunda kamu ve özel sektör araştırma kuruluşlarına önemli bilgiler sağlanmış olunacaktır. Ayrıca araştırma bulguları hükümete yeni çeşitlerin adaptasyonunda uygulanabilecek destek politikalarının oluşturulmasında da yönlendirici olabilecektir.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini Aydın ili Söke ilçesine bağlı pamuk üretimi açısından önemli Merkez, Doğanbey, Tuzburgazı, Sarıkemer, Atburgazı, Sazlı, Gölbent, Güllübahçe, Özbaşı, Akçakaya köylerinde pamuk üreten üreticilerde anket yolu ile elde edilen birincil veriler oluşturmaktadır. Çalışma 2015 üretim yılı dönemini kapsamaktadır. Ayrıca konu ile ilgili yayınlanmış istatistikler, araştırma raporları, tezler, makalelerden yararlanıldığı gibi Söke Tarım İlçe Müdürlüğü kayıtlarından ve TÜİK (2016) verilerinden de yararlanılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, Aydın'ın Söke ilçesindeki pamuk üreticilerinin hangi pamuk tohumu çeşitlerini kullandıklarını ve bu seçimi yaparken hangi çeşit özelliklerini dikkate aldıklarını belirlemektir. Bu amaçla Söke ilçesinde görüşülen pamuk üretici sayısının belirlenmesinde oransal örnek hacmi yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntemde göre, N büyüklüğündeki sonlu bir ana kitle için belli bir özelliği taşıyanların bilinen veya tahmin edilen oranına (p) göre örnek hacmi formülü aşağıda belirtilmiştir (Newbold, 1995).

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

Formülde;

n: Örnek hacmi

N: Söke ilçesindeki pamuk üretimi yapan üreticilerin sayısı

P: Pamuk üreticisi oranı. Maksimum örnek hacmine ulaşmak için p = 0.50 alınmıştır.

$\sigma_{\hat{p}_x}^2$ : Anakitle Varyansı

Oransal örnek hacmi formülüne göre % 90 güven aralığı ve % 10 hata payı ile örnek hacmi 95 olarak hesaplanmıştır. Ancak hesaplama kolaylığı açısından yedek 5 üretici daha eklenmiş ve 100 üretici ile görüşülmesi uygun bulunmuştur. Görüşülen üreticilerin seçileceği köyler Söke ilçesi Çiftçi Kayıt Sisteminden (ÇKS) en çok pamuk üretilen 10 köy olarak belirlenmiştir.

### 2.2. Yöntem

Çalışmada veri toplama aracı olarak amaca uygun hazırlanmış anket formları ve kartlar kullanılmıştır. Anketin kapsam geçerliliğinin sağlanması amacıyla Tarış, İzmir Ticaret Borsası ve Söke İlçe Tarım Müdürlüğü uzmanlarının görüşlerine başvurulmuştur. Verilerin analizinde konjoint analizinden yararlanılmıştır. Konjoint analizi özellikle tüketicilerin tercih özelliklerini belirlemek için pazarlama araştırmalarında çok sık kullanılan yöntemlerden birisidir. Konjoint analizi, yeni ürünlerin tasarımı ve mevcut ürünlerin geliştirilmesinde, pazarda rakiplere

kıyasla daha avantajlı bir konuma gelmesinde, fiyatın satın alma davranışı üzerinden etkisinin ölçülmesinde ve pazar payı tahmininde kullanılan yaygın bir pazar araştırması tekniğidir (Kuhfeld, 2005). Analizin en önemli avantajı farklı özelliklere sahip sıralanmış, kesikli ve sürekli verilerin bir arada kullanılmasına olanak sağlamasıdır. Konjoint Analizi, bir ürünün özellik seviyelerini çeşitlendirmek amacıyla tüketicilerin düşüncelerini değerlendirerek fayda değerlerini üretmek için kullanılan bir yöntemdir (Kotler, 2000). Konjoint analizinde ilk olarak yapılması gereken, tohumla ilgili üretici kararını etkileyen olası tüm uygun özelliklerin ve düzeylerin belirlenmesidir. Çalışmada kullanılan konjoint analizinde özellik ve düzeylerin sayısı, sonuçların istatistiksel yeterliliğini ve güvenilirliğini etkilemesi nedeniyle önemlidir (Çelik, 2003). Dolayısıyla konjoint analizinde kullanılan değişken sayısı genellikle 6-7 dir (Saraçlı, 2004). Literatür incelendiğinde pamuk tohumunu satın almayı çok sayıda faktörün (Tohum fiyatları, Lif verimi, Lif kalitesi, Çırcır randımanı, Hastalıklara Dayanıklılık, Erkencilik) etkilediği görülmektedir (Cengiz ve Girginer, 2012). Çalışmada incelenen literatür sonucunda pamuk çeşitlerine ilişkin özellikler tohum fiyatı (düşük, orta, yüksek); lif verimi (düşük, orta, yüksek), lif kalitesi (düşük, orta, yüksek) erkenci olup olmaması, çırcır randımanı (düşük, orta, yüksek) ve hastalıklara dayanıklılık (düşük, orta, yüksek) olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Çalışmaya 6 değişken dâhil edilmiştir ve her birinin tüm düzeyleri alındığında tüm kombinasyonları içeren seçim kartlarının sayısı 3x3x3x2x3x3=486 olmaktadır.

Çizelge 1. Tohum çeşit tercihinde kullanılan özellikler ve düzeyleri

	Düzye	Düzye sayısı
Tohum fiyatı (TL kg <sup>-1</sup> )	3	5 TL/kg
		7 TL/kg
		9 TL/kg
Lif verimi (kg da <sup>-1</sup> )	3	300 kg/da
		450 kg/da
		600 kg/da
Lif kalitesi	3	Düşük
		Orta
		Yüksek
Çırcır randımanı	3	Düşük
		Orta
		Yüksek
Hastalıklara dayanıklılık	3	Düşük
		Orta
		Yüksek
Erkencilik	2	Erkenci
		Erkenci değil

Toplamda 486 kartın hazırlanarak pamuk üreticilerine sunulması durumunda üreticilerden sağlıklı cevap alınmayacağı için, her bir özellik ve düzeylerinin seçiminin birbirinden bağımsız olması varsayımı ile

sadece ana etkilerin dikkate alındığı, SPSS paket programıyla hesaplanan ortogonal tasarım yardımıyla 18 kart ve 4 kontrol kartı olmak üzere toplamda 22 adet kart oluşturulmuştur. Genelde 3 veya 2 düzeyli 7 faktöre kadar kart sayısı 16-18 olurken daha fazla faktör durumunda 20 kart kullanılması gelenek haline gelmiştir (Yalnız ve Bilen, 1997). Ortogonal tasarımla oluşturulan 22 kart, özelliklerine göre görselleştirilmiştir ve kartlar üreticilere verilerek en çok tercih ettikleri karttan, en az tercih ettiklerine doğru bir değerlendirme yapmaları ve numaralandırmaları istenmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Araştırma yöresinde anket yapılan üreticilerin genel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Anket yapılan üreticilerin yaş ortalaması yaklaşık 51 yıl olarak belirlenmiştir. Bu veriye göre pamuk üretimin orta yaş üstü üreticiler tarafından yapıldığı anlaşılmaktadır. Anket yapılan üreticilerin ortalama eğitim süresi 7.89

yıl olarak hesaplanmıştır. Üreticilerin ortalama aile birey sayısı yaklaşık 4 kişi olarak saptanmıştır. Üreticilerin ortalama tarımla uğraşan aile birey sayısı 1.72'dir. Bu veriye göre aile nüfusunun yaklaşık yarısının tarımla uğraştığı belirlenmiştir. Üreticilerin ortalama tarım deneyimi 26.71 yıl ve pamuk üretim deneyimi 25.59 yıl olarak hesaplanmıştır. Bu veriye göre tarım deneyimi ile pamuk üretim yılının birbirine yakın çıkması bu yörede pamuğun ana üretim ürünü olduğunu ve uzun yıllardır üretilmekte olduğunu anlaşılmaktadır.

Anket yapılan üreticilerin tarım dışı gelir kaynakları incelendiğinde üreticilerin % 88'inin tarım dışı herhangi bir işle uğraşmadığı tespit edilmiştir. Üreticilerin % 12'sinin ise tarım dışı iş yaptığı ve tarım dışı iş yapan üreticilerin % 42'sinin işçi, % 33'ünün esnaf, % 17'sinin balıkçı ve % 8'inin muhtarlık yaparak kendilerine ekstra gelir sağladıkları belirlenmiştir. Bu veriler yörede tarımsal üretimin ana gelir kaynağı olduğunu göstermektedir.

Çizelge 2. Üreticilerin genel özellikleri

	Minimum	Maksimum	Ortalama
Yaş (yıl)	21	75	50.96
Eğitim Süresi (yıl)	4	16	7.89
Ailedeki Birey Sayısı (kişi)	1	9	3.98
Ailede Tarımla Uğraşan Birey Sayısı (kişi)	1	9	1.72
Tarım Deneyimi (yıl)	5	50	26.71
Pamuk Üretimi Deneyimi (yıl)	3	50	25.59

Çizelge 3. İşletmelerle ilgili genel bilgiler

	Minimum	Maksimum	Ortalama
Toplam İşletme Arazisi (da)	12.0	1000	199.29
Toplam İşlenen Arazi (da)	11.8	1000	198.75
Toplam Nadas Alanı (da)	0	46	0.54
Toplam Sulanan Arazi (da)	11.8	1000	198.75
Toplam Kuru Arazi (da)	0	46	0.54
Mülk Arazi (da)	0	1000	117.62
Kira Arazi (da)	0	500	64.30
Ortak Arazi (da)	0	700	17.37
Toplam Parsel Sayısı	1	30	5.50

Anket yapılan üreticiden 99'u ziraat odasına, 75'i TARİŞ'e, 53'ü sulama kooperatifine ve 47'si tarım kredi kooperatifine üye olduğu belirlenmiştir. Anket yapılan üreticilerin işletmeleriyle ilgili genel bilgiler Çizelge 3'de verilmiştir. Bu verilere göre üreticilerin toplam işlenen arazileri ortalama 198.75 dekar olarak hesaplanmıştır. İşletmelerin toplam sulanan arazi miktarı ortalama 198.75 dekadır. Bu veriler işlenen tarım arazilerinin tamamının sulandığını göstermektedir. İşletmelerin ortalama 117.62 dekarı mülk arazi olduğu saptanmıştır. Bu veriye göre işletme arazilerinin % 59.02'sinin üreticilerin mülk arazisi olduğu belirlenmiştir. Görüşülen işletmelerin toplam arazilerinin % 32.26'sının (64.30 dekarı) kira ve

% 8.72'sinin (17.37 dekarı) ortak arazilerden oluştuğu hesaplanmıştır. Görüşülen işletmelerin ortalama 5.50 parselden oluştuğu belirlenmiştir.

Anket yapılan üreticilerin işletmelerindeki bitkisel üretim desenine ilişkin bilgiler Çizelge 4'de verilmiştir. İncelenen işletmelerde ortalama 195.1 dekar alanda pamuk üretimi gerçekleştirilmektedir, pamuk üretim alanı toplam işletme arazisinin % 98.16'sını oluşturduğu belirlenmiştir. Pamuk üretilen arazilerin ortalama 5.40 parsel olduğu hesaplanmıştır. Pamuk üretim alanının % 58.89'unu (114.9 dekar) mülk araziler, % 32.19'unu (62.8 dekar) kiralanan araziler ve geri kalan % 8.92'sini (17.4 dekar) ortak tarım arazilerinin oluşturduğu saptanmıştır.

Çizelge 4. İncelenen işletmelerdeki bitkisel üretim deseni

Ürün	Parsel Sayısı	Ekim Alanı (da)	Mülk	Kira	Ortak	Sulu
Pamuk	5.40	195.1	114.9	62.8	17.3	195.1
Zeytin	1	23	15	8	-	23
Buğday	1	10	10	-	-	10
Buğday (2.Ürün)	3.71	89	59.5	18.3	11	89
Narenciye	2	80	80	-	-	80
Yem Bitkisi	1	150	40	110	-	150
Arpa Otu (2. Ürün)	2	70	-	70	-	70

Anket yapılan üreticilerin pamuk üretimi konusunda yararlandıkları bilgi kaynakları incelendiğinde üreticilerin % 93'ünün pamuk üretimi konusunda herhangi bir eğitim almadığı belirlenmiştir. Üreticilerin

7 tanesi pamuk üretimi konusunda eğitim aldıklarını belirtmişlerdir. Eğitim alan üreticilerin bilgi kaynakları Tarım Satış Kooperatifi, Ziraat Odası, Tarım Meslek Lisesi ve Ziraat Fakültesidir.

Çizelge 5. İncelenen işletmelerde kullanılan pamuk tohumu çeşitleri

Tohum Çeşidi	Kullanan Üretici Sayısı(n=100)	Ortalama Ekim süresi (yıl)	Dekara Atılan Ortalama Tohum Miktarı (kg)
Gloria	89	4.1	3
Claudia	29	4.1	2.9
Flash	16	4.3	2.9
Carmen	8	6.6	1.7
Deltapine	2	1.5	3.5
Julia	2	3.5	3
Lydia	1	1	3.2
Beyaz Altın	3	5	2.7
DP396	1	1	2.8
Famosa	1	1	3
Nazilli 84	1	8	5

\*Bir üretici birden fazla çeşit kullanabilmektedir.

Anket yapılan üreticilerin işletmelerinde kullandıkları pamuk tohumu çeşitlerine ilişkin bilgiler Çizelge 5'de verilmiştir. Bu verilere göre üreticilerin % 89'unun Gloria pamuk çeşidini ortalama 4.1 yıldır kullandıkları saptanmıştır. Gloria pamuk tohumunun verim potansiyeli çok yüksek ve erkenci bir çeşit olup, geç ekimlerde ve ikinci ürün ekimlerinde kullanılabilir. Meyve dalları uzun çalı formunda ve kozası orta büyüklüktedir. Çırcır randımanı % 41 - 43'tür. Gloria çeşidinin sahip olduğu FiberMax standartlarındaki elyaf kalitesi ile tekstil sektörünün öncelikli tercihi olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2015).

Claudia pamuk çeşidini 29 üreticinin ortalama 4.1 yıldır kullandığı belirlenmiştir. Claudia pamuk tohumunun verim potansiyeli çok yüksektir ancak vejetasyon süresi orta – geç olarak belirtilmektedir. Bu çeşidin meyve dalları kısa ve ana gövdeye yakın orta büyüklükte koza bağladığı tespit edilmiştir. Çırcır randımanı % 45–47 gibi yüksek bir seviyede olup bu özelliğinden dolayı çırcır işletmelerince aranan çeşitlerden olduğu vurgulanmaktadır. Aynı Gloria çeşidi gibi sahip olduğu FiberMax standartlarındaki elyaf kalitesi ile tekstil sektörünün öncelikli tercihi olduğu bilinmektedir (Anonim, 2015).

Gloria çeşidi ile Claudia pamuk çeşidinin ortalama

ekim süreleri birbirine yakın olmasına rağmen kullanan üretici sayısının bu kadar farklı olmasının sebebi Gloria çeşidinin daha erkenci olması, olumsuz iklim koşullarına daha dayanıklı olması ve tuzlu topraklarda daha iyi verim vermesi olarak saptanmıştır.

Anket yapılan üreticilerin işletmelerinde kullandıkları pamuk tohumunda karşılaştıkları sorunlar Çizelge 6'da verilmiştir. Bu verilere göre üreticilerin % 51'i çimlenme sorunundan, % 29'u fiziksel sorunlardan, % 18'i pahalı olmasından ve % 6'sı ise diğer sorunlardan şikâyetçi oldukları belirlenmiştir. Bu sorunlardan fiziksel sorunlar; tohumlardaki kırıklık ve yanıklık, diğer seçeneği sorunları ise tohumların ilaçlama sorunu ve tohumların yerli tohum olmaması olarak belirlenmiştir.

Çizelge 6. Pamuk tohumunda karşılaşılan sorunlar

Sorunlar	Üretici Sayısı	%*
Çimlenme	62	51
Fiziksel	36	29
Pahalı	18	14
Diğer	6	6

\*Bir üretici birden fazla sorunla karşılaşabilmektedir.

Anket yapılan üreticilerin pamuk tohumu çeşit tercihinde etkili olan kişi ve kurumlar Çizelge 7'de verilmiştir. Üreticilerin çeşit tercihinde daha çok kendi deneyimlerinin etkili olduğu ancak 2.3 düşük ortalama ile tohum bayisinin ilk sırada yer aldığı anlaşılmaktadır.

Diğer etkileyen faktörler ise sırasıyla 1.6 ortalama ile komşu üreticiler, 1.4 ortalama ile tüccar olduğu saptanmıştır. En az etkileyen faktör ise üniversite olarak belirlenmiştir. 5 üreticinin ise Ziraat Mühendisinden 2.4 ortalama ile orta derecede etkilendiği tespit edilmiştir.

Çizelge 7. Pamuk çeşit tercihinde etkili olan kişi ve kurumlar

Kişi ve Kurumlar	Üretici Sayısı	Etki Derecesi Ortalaması
Komşu Üreticiler	100	1.6
Tüccar	100	1.4
Üniversite	100	1.1
Araştırma Enstitüsü	100	1.3
Tohum Bayisi	100	2.3
Diğer (Ziraat Mühendisi)	5	2.4

\*1: Etkisiz 5: Çok etkili

Anket yapılan üreticilerin tohum satın alma yeri tercih nedenleri Çizelge 8'de verilmiştir. Bu verilere göre üreticiler tohum satın almada en çok 3.8'lik ortalama ile daha uygun ödeme koşulları sağlaması ve kaliteli tohum satması seçeneklerini tercih etmişlerdir. Üreticilerin tohum satın alma yeri tercih nedenleri arasında yakın olması en az etkili faktördür.

Çizelge 8. Tohum satın alınan yerin tercih nedenleri

Tercih Nedeni	Ortalama
Yakın Olması	2.4
Aranılan Çeşidi Satması	3.2
Daha Ucuza Satması	2.8
Daha Uygun Ödeme Koşulları Sağlaması	3.8
Kaliteli Tohum Satması	3.8
İstenilen Miktarda Tohum Elde Edilmesi	3.6

\*1: Önemsiz 5: Çok önemli

Konjoint analizi uygulanmadan önce, ele alınan faktör düzeyleri ile tercih sıralamaları arasındaki ilişkinin ortaya konulması gerekmektedir. Tercih sıralamaları ile aralarında doğrusal artış beklenen faktörler Lineer More faktör tipiyle, tercih sıralamaları ile aralarında doğrusal azalış beklenen faktörler Lineer Less faktör tipiyle, düzeyleri kategorik olan faktörler ise Discrete faktör tipiyle gösterilir. Çalışmada kullanılan faktörler ve faktör tipleri Çizelge 9'da sunulmuştur. Tohum fiyatlarının yükseldikçe üreticilerin tercih olasılıklarının azalmaları beklendiğinden Lineer Less faktör tipiyle tanımlanmıştır. Lif verimi, lif kalitesi, çırçır randımanı, hastalıklara dayanıklılık faktörlerinin ise arttıkça tercih olasılıklarının artması beklendiği için lineer more tercih tipiyle tanımlanmıştır. Erkencilik ise erkenci çeşit olma ve erkenci çeşit olmama olarak iki gruptan oluştuğu için discrete yani kategorik/kesikli faktör tipiyle tanımlanmıştır (Çizelge 9). 100 üreticinin, kartları sıralaması sonucunda her bir özellik düzeyine ilişkin kısmi fayda skorları elde edilmiştir. Buna göre üreticilerin pamuk tohum çeşit tercihlerinde en çok

önemsedikleri ilk faktörün % 21.31'lik bir oran ile çırçır randımanı olduğu belirlenmiştir. Çırçır randımanı, elyafın kütlü pamuğa oranının yüzdesel ifadesidir. En önemli faktör olarak belirlenmesinin nedeni üreticilerin pamuklarını satarken randımana göre fiyat almalarından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 9. Ana faktörler ve faktör tipleri

Faktör Adı	Faktör Tipi
Tohum fiyatları	Lineer Less / Doğrusal Azalan
Lif verimi	Lineer More / Doğrusal Artan
Lif kalitesi	Lineer More / Doğrusal Artan
Çırçır randımanı	Lineer More / Doğrusal Artan
Hastalıklara dayanıklılık	Lineer More / Doğrusal Artan
Erkencilik	Discrete / Kesikli

İkinci sırada önem verilen faktör % 18.69'luk oranla tohum fiyatı olarak saptanmıştır. Banerjee ve ark. (2007) tarafından Mississippi Ovasında yapılan çalışmada pamuk üreticilerinin tohum tercih özelliklerini Ödeme İstekliliği Yöntemi ile ölçülmüş ve benzer şekilde tohum fiyatı ikinci en önemli özellik olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre tohum fiyatının pamuk üreticilerinin tohum tercihi açısından çok önemli bir özellik olduğu söylenebilir. Söke İlçesindeki üreticilerin Tohum fiyatından sonra % 16.48'lik oranla lif kalitesi, dördüncü sırada % 16.27'lik önem düzeyiyle hastalıklara dayanıklılığa önem verdikleri görülmektedir (Çizelge 10). Üreticiler % 15.19'luk önem ağırlığıyla lif verimine beşinci sırada ve % 12.16'lık oranla erkencilik altıncı sırada önem verdikleri tespit edilmiştir. Bu özelliklerin düzeylerinin kısmi fayda değerlerine bakıldığında ise, çırçır randımanı düzeylerinden yüksek (% 42) 4.145 fayda skoruyla diğer düzeylere göre daha faydalı bulunmuştur. Dolayısıyla, yüksek seçeneğinin, toplam faydaya katkısı en yüksek faktördür (% 21.31). Tohum fiyatında 4.451

Fayda değeriyle yüksek düzeyi (9 TL kg<sup>-1</sup>) daha fazla tercih edilmiştir. Tohum fiyatının orta seviyede (7 TL kg<sup>-1</sup>) olmasının fayda skoru 3.461, düşük olmasının ise 2.473 olarak belirlenmiştir. Fayda skorlarına göre yüksek fiyatlı tohumların üreticiler tarafından daha kaliteli olarak algılandığı söylenebilir. Pamukta lif kalitesi çepel oranı, partikül sayısı, lif uzunluğu, uzunluk üniformitesi, lif mukavemeti, lif inceliği ve lif rengi belirlenerek oluşturulan standartları tanımlamaktadır (Öz, 2001). Analiz sonucunda üreticiler lif kalitesi açısından -0.584 fayda değeriyle düşük seçeneği daha çok tercih edilmiştir. Lif kalitesinde düşük seçeneğinin daha önemli bulunması bu faktörün üreticiler açısından bir anlam ifade

etmemesinden kaynaklanmaktadır çünkü lif kalitesi sanayici açısından önemlidir. Tohumun düşük düzeyde hastalıklara dayanıklı olması üreticilere daha az fayda sağlarken 0.178 fayda skoruyla yüksek seçeneğini daha çok tercih etmişlerdir. Bunun nedeni üreticilerin yüksek dayanıklı çeşitleri tercih ederek ilaçlama masraflarını azaltmak istemelerinden kaynaklanmaktadır. Lif verim değişkeni için düzeyler yorumlanırsa en faydalı düzey olarak -0.102 fayda değeriyle düşük seçeneği tercih edilmiştir. Konjoint analizi sonucunda daha düşük verim düzeyinin daha fazla fayda sağlaması Söke İlçesindeki üreticilerin pamuk üretiminde lif verimiyle ilgili sıkıntı yaşamadıklarından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 10. Üreticilerin tohum çeşit özelliklerine yönelik konjoint analizi sonuçları

Faktör	Ortalama Önem	Değişken Düzeyleri	Fayda	
Tohum fiyatları	18.69	Düşük	2.473	
		Orta	3.462	
		Yüksek	4.451	
Lif verimi	15.19	Düşük	-0.102	
		Orta	-0.152	
		Yüksek	-0.203	
Lif kalitesi	16.48	Düşük	-0.584	
		Orta	-1.168	
		Yüksek	-1.752	
Çırcır randımanı	21.31	Düşük	1.382	
		Orta	2.763	
		Yüksek	4.145	
Hastalıklara dayanıklılık	16.27	Düşük	0.059	
		Orta	0.118	
		Yüksek	0.178	
Erkencilik	12.06	Erkenci	0.076	
		Erkenci Değil	-0.076	
Sabit= 4.502 Pearson R= 0.638		p= 0.0002	KendallTau= 0.433	p= 0.0006

Nitekim Dünyanın son üç yıl pamuk lif verimi ortalama 74.8 kg da<sup>-1</sup>, Söke İlçesinin ise son üç yıl pamuk lif verim ortalaması 187 kg da<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Üreticiler verimle ilgili bir sıkıntı yaşamadıklarından dolayı pamuk tohumu satın alırken lif verimi faktörü çeşit tercihlerinde fazla bir etkiye neden olmamaktadır. Erkencilik değerlendirilmelerine bakıldığında ise en faydalı düzey 0.076 fayda değeriyle erkenci seçeneğidir. Erkencilik ana faktörünün en önemsiz alt faktörü, erkenci değildir. (-0.076 fayda katsayısı) Dolayısıyla, erkenci değil seçeneğinin, toplam faydaya katkısı negatif olmaktadır. Kurulan modelin sabit sayısı 4.502 olarak hesaplanmıştır. Kurulan modelin anket yapılan üreticilerin tercihlerine uygunluk değeri, Pearson R istatistiğine göre 0.638'dir. Anlamlılık seviyesi ise 0.0002 çıkmıştır. Yine farklı bir ilişkiyle ifadeyle bu uygunluk değeri KendallTau istatistiğine göre 0.433 bulunmuştur. Bu istatistiğin anlamlılık seviyesi ise 0.0006'dır. Bu değerler, kurulan model ile üreticilerin pamuk tohum/çeşit özellikleri

tercih sıralamaları arasında yüksek bir ilişkinin olduğunu ve bu ilişkinin 0.01 yanılma düzeyinde anlamlı olduğunu göstermektedir.

Her karta ilişkin skor (oransal önem) değerleri hesaplanarak en çok tercih edilen kart saptanabilir. Aşağıdaki denklemden yararlanarak Çizelge 9'daki fayda katsayıları yerine konularak her bir karta ilişkin oransal önem değerleri hesaplanmıştır.

FAYDA=Sabit + (B1) Tohum Fiyatları + (B2) Lif Verimi + (B3) Lif Kalitesi+ (B4) Çırcır Randımanı + (B5) Hastalıklara Dayanıklılık+ (B6) Erkencilik

Bu modelde fayda katsayısı (utility) değerleri yerine konularak her bir karta ilişkin skor değerleri hesaplanıp, tercih sıralaması yapılmıştır. Benzer hesaplamalar diğer kartlar için de yapılmıştır ve her bir karta ilişkin oransal önem değerleri Çizelge 11'de verilmiştir. Hazırlanan kartların fayda skorları incelendiğinde toplam faydası en yüksek olan kartın 1 numaralı kart; toplam faydası en düşük olan kartın ise 3 numaralı kart olduğu; dolayısıyla genel olarak 1 numaralı kartın en beğenilen, 3 numaralı

kartın da en az beğenilen kart olduğu söylenebilir. Anket yapılan üreticilerin pamuk tohumu çeşit özelliklerine ilişkin tercih sıralamaları göz önüne alındığında, en yüksek skor değeri 12.4460 ile 1 numaralı karta ait çıkmıştır. Bu tohum kartının

özellikleri tohum fiyatı 9 TL kg<sup>-1</sup>, lif verimi 600 kg da<sup>-1</sup>, lif kalitesi düşük, çırçır randımanı yüksek, hastalıklara dayanıklılık düşük ve erkencilik bakımından erkenci olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 11. Kart numaraları ve skor sonuçları

Kart No	Kart Skor	Kart No	Kart Skor	Kart No	Kart Skor	Kart No	Kart Skor
1	12.4460	9	10.2450	18	9.1990	20	7.8670
2	11.8290	17	9.9970	12	8.9930	16	7.6540
19	11.5580	13	9.9940	14	8.5330	11	7.5850
5	11.5250	10	9.6410	21	8.4220	3	7.3410
7	10.4880	22	9.4600	4	7.9580		
6	10.2970	15	9.3900	8	7.8850		

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmanın temel amacı, Aydın'ın Söke ilçesindeki pamuk üreticilerinin sosyo-ekonomik özellikleri ile birlikte pamuk tohumu çeşitlerini satın alırken hangi özellikleri dikkate aldıklarını belirlemektir. Anket yapılan üreticilere göre pamuk tohumu çeşit tercihlerinde en önemli ana faktör % 21.31 faktör skoru ile çırçır randımanı olarak belirlenmiştir. Anket yapılan üreticilere göre pamuk tohumu çeşit tercihlerinde en az önemli faktör ise % 12.06 ile erkencilik olarak belirlenmiştir. Söke yöresinde pamuk üreticilerinin tohum/çeşit tercihinde önemli olan faktörler dikkate alındığında pamuk tohumu üreten ve çeşit geliştirme araştırmaları yapan kuruluşların özellikle çırçır randımanı üzerine yoğunlaşmaları önerilmektedir. Son yıllarda araştırma yöresinde yabancı çeşitlerin yayılma eğiliminde olması, nedeniyle yerli çeşitlerimizin bu çeşitlerle rekabet edebilmesi ve geliştirilmesi açısından pamuk tohumu araştırma kuruluşları ve pamuk tedarik eden kuruluşlar açısından bu bilgi son derece önemlidir.

Üreticiler yüksek fiyatlı da olsa sertifikalı tohum çeşitlerini tercih ederek fark ödeme desteğinden yararlanmaktadırlar. Bu sonuç yeni çeşitlerin adaptasyonunda sertifikalı tohum desteğinin önemi ortaya çıkartmaktadır. Tohum fiyatının da tohum tercihinde ikinci sırada etkili olması sertifikalı tohum kullanan pamuk üreticilerine verilen fark ödeme desteğinin etkisini göstermektedir.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2000. Ziraat Mühendisleri Odası Resmi Sitesi, Türkiye Lif Bitkileri, [http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/28752f77ada1b8b\\_ek.pdf?tipi=14&sube=](http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/28752f77ada1b8b_ek.pdf?tipi=14&sube=) [Ulaşım:14.01.2016]
- Anonim, 2011. Söke Ticaret Borsası Resmi Sitesi, Söke İlçesi Hakkında, [http://www.soketb.org.tr/about\\_soke.htm](http://www.soketb.org.tr/about_soke.htm), [Ulaşım:14.01.2016]
- Anonim, 2012. Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü 2012 Yılı Pamuk Raporu, Ankara
- Anonim, 2015. Karadağ Tarım, [ww.karadastarim.com/bayer-bitki-koruma/pamuk-tohumlari](http://ww.karadastarim.com/bayer-bitki-koruma/pamuk-tohumlari) [Ulaşım:14.01.2016]
- Banerjee, S. 'Ban', Hudson, D. and Martin, S.W. 2007.

- Effects of Seed and Farm Characteristics on Cottonseed Choice: A Choice-Based Conjoint Experiment in the Mississippi Delta', *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 39(3), pp. 657-669. doi: 10.1017/S1074070800023336.
- Barut, A. 2009. ZMO Adana Şubesi Başkanı. Pamuğun Tarihçesi.
- Cengiz, M.,Girginer N. 2012. Konjoint analizi ile tüketici tercihlerinin belirlenmesi: buzdolabı örneği.Yüksek lisans tezi. OGÜSos.Bil.Enst. Eskişehir.
- Çelik, R. 2003.Konjointanalizinin ana ilkeleri ve konjoint analiziyle sedan tipi otomobil için bir uygulama. Yüksek lisans tezi.Marmara Üniv. Sos. Bil. Enst. İstanbul.
- Kotler, P. 2000.Marketing Management.The Millennium Edition, London: Prentice-Hall.
- Kuhfeld, W. 2005. Marketing ResearchMethods in SAS. SasInstitute.
- Nacac, P.İ. 2004. Türkiye Pamuk Dış Ticaretinin Yapısı ve Bunu Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma. İzmir Tic. Borsası Yay., İzmir.
- Newbold P. 1995. Statisticsfor Business andEconomics.PrenticeHallInt, USA.
- Öz, E. 2001. Makinalı pamuk hasadının pamuk lif kalitesi üzerindeki etkilerinin çiftçi koşullarında belirlenmesi. Selçuk-Teknik Onl.Derg., 2(2).
- Saraçlı, S. 2004. Müşteri tercihlerinin araştırılmasında konjoint analizi ve bireysel emeklilik sistemi üzerine bir uygulama. Yüksek lisans tezi. AÜ Sos. Bil. Enst. Eskişehir.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri Veri Tabanı.
- Yalnız, A., Bilen, L. 1997. Kasko sigortalarında konjoint analizi tüketici tercihi. Hazine Derg., 8: 53-70.





## İnfrared ısıtımali fındık kurutma makinası tasarımı

Cengiz Özdemir Keleş\*, Kamil Saçılık

<sup>a</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Ankara  
<sup>\*</sup>Sorumlu yazar/corresponding author: kelescengiz@hotmail.com

Geliş/Received 15/08/2016 Kabul/Accepted 20/03/2017

### ÖZET

Bu çalışmada, infrared ısıtıcı ve hava kurutucu destekli bir fındık kurutma makina tasarlanmıştır. Bu amaçla, 2010 ve 2014 yıllarında iki ayrı prototip imal edilerek kurutma denemeleri yapılmıştır. 2010 yılındaki prototipte kurutma sistemi, bir fan havasıyla beslenmiş ve bu havanın nemi bir hava kurutucu makine ile düşürülmüştür. 2014 yılındaki prototipte ise hava kaynağı olarak içerisinde hava kurutucu içeren bir kompresör sistemi kullanılmıştır. Kurutma makinasının kabini, infrared karbon film ısıtıcılarla ısıtılmakta olup dış kısmı hava ve ısı yalıtımlı olacak şekilde tasarlanmıştır. Makina, nemi alınmış fan veya kompresör havasını hareket halindeki fındık yığımına basmakta ve ürünün nemini alan bu havayı kanallarından dışarı atmaktadır. Birinci prototip denemesi, Ankara'da atölye ortamında yapılırken ikinci prototip denemeleri Giresun'da yapılmıştır. İlk prototip 600 kg fındık kapasiteli olarak tasarlanmıştır. İkinci prototipte ise kazan kapasitesi 200 kg'a düşürülmüş ve 2014 yılında 4 deneme yapılmıştır. Deneme sonuçlarına göre hasat edilmiş nemli fındığın 8-14 saat içinde % 6 iç nem seviyesine kurutulabileceği ve enerji tüketiminin 60-150 TL ton<sup>-1</sup> fındık olduğu görülmüştür.

Anahtar Sözcükler:  
Basınçlı hava  
İnfrared kurutma  
Karbon film  
Kuru hava  
Nemli hava

### Design of a hazelnut drying machine with infrared heating

#### ABSTRACT

In this research, a hazelnut drying machine is designed with infrared heating and air dryer. With this aim, two different prototips were manufactured and then drying experiments were conducted in 2010 and 2014 years. The first prototype drying system was fed by a fan and air humidity was decreased before process with an air dryer. However, in the second prototype air was supplied from a compressed air system including air dryer. Drying machine chamber is insulated for air and heat leakage, and heated by infrared carbon film heaters from its outer walls. The machine, drives dehumidified air or compressed air into hazelnut bulk placed in chamber, and humidified air is discharged out through air channels. First prototype was tested in Ankara workshop in 2010, while the second was tested in Giresun in 2014. First prototype was designed with a capacity of 600 kg. Second prototype was designed as 200 kg hazelnut capacity and tested 4 times in 2014. Field tests proved that the designed machine can dry hazelnut in 8-14 hours and energy cost is within reasonable range (60-150 TL per ton).

Keywords:  
Compressed air drying  
Infrared drying  
Carbon film  
Dry air  
Humid air

© OMU ANAJAS 2017

### 1. Giriş

Dünya fındık üretiminin yaklaşık % 60-80'i ülkemizde yapılmaktadır. Gıda olarak doğrudan tüketilmesinin yanı sıra, çikolata başta olmak üzere çeşitli gıda sanayi dallarında önemli bir girdi olan fındık, yağı, posası, kabuğu ve hatta yeşil kabuğu ile çok farklı sanayi dallarında değerlendirilen önemli bir üründür. Ülkemizde üretilen tarım ürünleri arasında ekonomik değer ve ihracat oranı olarak başlarda yer almaktadır. Bu derece önemli bir ürünün depolanabilmesi için hasat sonrasında kurutulması

şarttır. Aksi halde ürün depolarda çürüme ve küflenme yoluyla bozulabilmektedir. Bazı yıllarda, aşırı yağışların hasat dönemine gelmesiyle binlerce ton fındık kurutulmadan üretici elinde ziyan olabilmektedir.

Bu sorun üreticiler tarafından yaşanmakta ve herkes kendine göre çözümler üretmektedir. Genel uygulama sergi ile güneşte kurutmaktır. Ancak Karadeniz bölgesi nemli bir havaya sahip olduğundan iklim koşulları buna fazla imkân vermediğinden kurutma işlemi günlerce sürebilmektedir. Hava koşullarının çok kötü olduğu yıllarda ise, ürünleri fırında kurutmak, yağışsız bölgelere nakletmek gibi herkesin imkanı dahilinde

olmayan çözümlere başvurulmaktadır. Kontrolsüz şartlarda yapılan kurutma sırasında aflatoksin oluşması veya mevcut miktarın da artması gibi sakıncalar vardır. Önemli bir ihracat ürünü olan fındığın ticaretinde karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi de aflotoksindir. Tam kurutulmadan depolanan fındıkta küf oluşumu da kaçınılmazdır. Depolama şartları üzerine yapılan çalışmalar fındık için ideal depolama şartlarının nem içeriği ile ortam sıcaklık-nemine bağlı olduğunu göstermiştir (Çetin, Nazlı, Bostan ve Alperden, 2000 ; Savran, 2010). Depoya giren kabuklu fındığın iç neminin % 5-6 ve bu sırada kabuk neminin ise % 10-12 olması gerektiği bilimsel çalışmalarda esas alınan ve artık depolama yapanlar tarafından bilinen anonim bir bilgidir (Anonim, 2002; Anonim, 2003; Okuroğlu ve Özüng, 2000; Kibar ve Öztürk, 2009). Fındık neminin bu seviyelere düşürüleceği yörede ise fındık sezonu sırasında sahilde öğle vakitlerinde 25-30 °C sıcaklıkta % 50-70 civarında nem görülmektedir. Gece saatlerinde sıcaklık düşmekte ve nem % 90 civarına gelmektedir. Hemen her gün zeminde çiylenme görülür. Yüksek kesimlerde ise daha serin ve daha nemli bir hava vardır. Bölge havası fındığın kurumasındaki en önemli engeldir.

Kurutma işlemi için bazen insan gücü ve teknik ekipman da olsa yeterli olmamaktadır. Bunun da en temel nedeni, bölgenin nemli ve yağışlı iklimidir. Fındığın diğer tarım ürünlerine göre düşük sıcaklıkta kurutulması da bu konuda makina ve metod geliştirilmesini zorlaştırmıştır. Yaş sebze ve meyvelerin kurutma sıcaklığının 60-65 °C'den fazla olmaması istenmektedir. Fındığın ise kurutma sıcaklığının 50 °C'yi geçmemesi gerekmektedir. Daha yüksek sıcaklıklar uygulandığında yağ asitlerinin yapısı değişmekte ve depolama süresi azalmaktadır (Özdemir, Yıldız ve Gürcan, 2002). Kurutma sezonu olan Ağustos ve Eylül aylarında sıcaklıklar 18-32 °C, bağıl nem oranları ise % 50-100 civarında değişmektedir. Tipik sayılabilecek Karadeniz havası 25 °C ve % 70 bağıl nemde iken, bu hava 50 °C'ye ısıtıldığında yeni bağıl nem % 16.3 olur, 60 °C'ye ısıtıldığında % 9.2, 65 °C'ye ısıtıldığında % 6.9 olacaktır. Kurutulmuş fındık için nem içeriğinin en çok % 6 olması gerektiğinden, dış ortamdan alınıp 50 °C sıcaklığa çıkarılan hava yetersiz kalmaktadır.

Ülkemizde fındığın tamamına yakını hala sergi usulü ile kurutulmaktadır. İklimin müsait olduğu sezonlarda hasat erken yapılabildiğinde henüz yağmurlar başlamadığı için sergide 2-3 günde kuruma sağlanabilmektedir. Fındık, sergi dışında güneş enerjili ve güneş enerjisine ek olarak ısı pompalı kurutma sistemiyle kurutulmuştur (Olgun ve Rzayev, 2000; Ceylan ve Aktaş, 2007; 2008). Isı pompalı çalışmada fındık, 28 saatte kurutulmuştur. İklim şartları dikkate alındığında güneşin olmadığı ve yağmurlu günlerde bu süre daha uzun olmaktadır. Bir başka çalışmada ise elektrik ısıtmalı sandıklar kullanılarak fındık kurutma denenmiş, daha kısa bir kurutma süresi elde edilememiştir (Kaya ve ark., 2004).

Sıcak havayı döndürülen kazandaki fındığa üfleyen makine tasarımları da vardır. Fındık Araştırma Enstitüsü'nde 2004 yılında testi yapılan bir makinenin ulaşabildiği kurutma süresi 54 saat olmuştur. Günümüzde makul kurutma süresi sunabilen tek makina, İtalyan Brovind markalı kurutucu olduğu görülmektedir. 5 ton kapasiteli bu kurutma makinası, % 14-15 nem içeren fındığı 8 saatte kurutabilmektedir. Bu süre daha nemli hasat edilmiş fındıklar için 24 saati geçebilmektedir. Bu makine, yakıt olarak motorin kullanmasından dolayı enerji tüketimi yüksektir.

Tüm çalışmalarda ve yapılan tasarımlarda kurutucu olarak bölgedeki dış ortam havası kullanılmıştır. Fındığın daha az nem içeren bir hava ile kurutulması için hava kurutucu kullanılması bu çalışmanın en temel inceleme konusudur. Şekil 1'de görülen karbon ısıtıcı filmler (FIR) ısıyı ışımaya iletir, ürünle temas etmesi veya hava akımı olması gerekmez, organik maddelere 40 mm'ye kadar nüfuz edebilir. Bu iki özelliği sebebiyle kurutulacak bir gıda maddesini, güneşe veya sıcak hava üflemeyle göre daha verimli ve homojen ısıtır. Bu sırada bütün yüzeyde yaklaşık aynı sıcaklık görülür, yüksek sıcaklıklara çıkmadığı için gıda ile temas ettirilebilir. Ayrıca ürettiği frekanslar sebebiyle küf ve mantar oluşumunu engellemesi de başka bir avantajdır. Karbon film "far infrared" bandında ısı vermektedir. İnfrared dalgaların bu bandı FIR kısaltması ile tanınır, dalga boyu 3-50 µm'den başlatılır, üst sınırı ise 1.000 µm'dir



Şekil 1. Karbon infrared film örnekleri (eski renkli model – yeni şeffaf modeller)

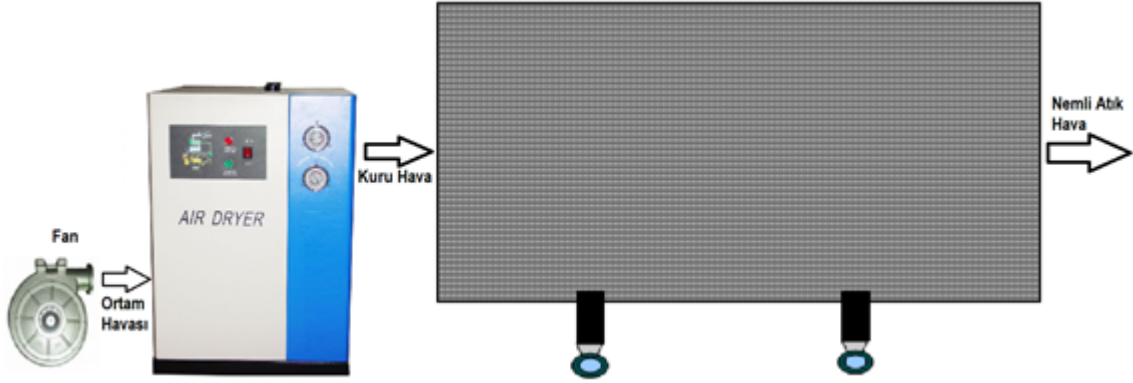
Bu çalışmada, havanın bağıl neminin yüksek olduğu bölgelerde dış ortam havasının kurutulacak ürüne, proses öncesi kurutulmuş olarak uygulanması amaçlanmıştır. Bu amacı gerçekleştirmek için, infrared ısıtıcı ve hava kurutucu destekli iki ayrı prototip imal edilerek kurutma denemeleri yapılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada elde edilen verileri kullanılarak yapılan termodinamik ve psikrometrik hesaplamalar için kitap yerine formüllerle beraber güncel katsayılar içeren bir şirket teknik dokümanı kullanılmıştır (Vaisala, 2013). Veriler kullanılarak elde edilen grafikler, nem ve

enerji hesaplamaları için yazılımdan yararlanılmıştır (PsychroGen 2.0, 2010).

İki aşamadan oluşan bu çalışmada aynı kazan tasarımı ile iki ayrı havalandırma yöntemi kullanılmıştır. Tasarımın ilk halinde hava kaynağı olarak fan kullanılmış olup bu şekilde oluşturulan test düzeneği 2010 yılında test edilmiştir. Bu testin sonuçları dikkate alınarak tasarımda değişiklikler yapılmış ve oluşturulan yeni test düzeneğinde ise hava kaynağı olarak kompresör kullanılmıştır.

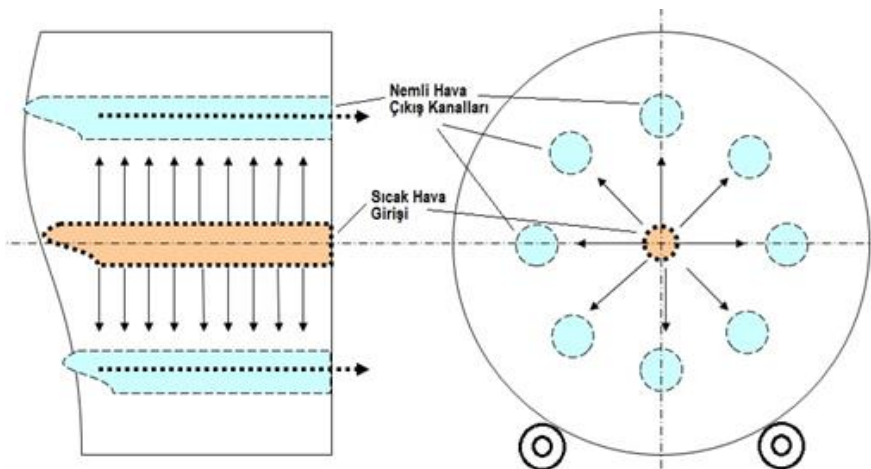


Şekil 2. Birinci prototipin şematik gösterimi - fan, kurutucu ve makine kabini bağlantısı

Makina, fındığı yalıtımlı bir kabinde dönen bir kazan içinde dakikada 3 devir ile çevirmektedir. Kazanda hava kanalları bulunmaktadır. Fan tarafından üretilen hava kurutucudan geçirilerek kazan içindeki fındığın merkezindeki delikli boru içinden yığına üflenmektedir. Bu hava fındıkla temas etmeden önce kabinin üst kısmında dolaşan borulardan geçirilmektedir. Bu sayede hava ön ısıtmaya tutulurak fındıkla sıcak havanın temas etmesi sağlanmaktadır. Ön ısıtmanın iki amacı vardır. Birincisi sıcak olan fındıkla temas eden havanın soğuk olmamasıdır. İkincisi de test sürecinde kabin içinde üst kısımda sıcak hava birikmemesidir. Ayrıca, borulama ile kabine soğuk olarak girip ılıklaşan hava kabindeki sıcaklık farklarını azaltmaktadır. Fan tarafından sağlanıp kurutucudan

geçirilen havanın aynı zamanda soğutucu özelliği de vardır. Test bitiminde ısıtıcı filmler kapatılarak kurutulmuş fındık kuru ve serin hava ile ortam sıcaklığına düşürülmektedir.

Kabinin içine yerleştirilen kazan delikli sacdan yapılmış olup hava hareketine izin vermektedir. Tasarımın temel unsurlarından olan kazanın merkez ekseninde bulunan delikli boruya kuru hava verilmektedir. Bu hava kazanın dışına doğru hareket ederken fındıkla temas etmekte ve nemini alarak, kazanın dışına yakın tahliye borularına ulaşmakta ve tahliye borularının açık olan diğer ucundan dışarı atılmaktadır. Kazanın içine tahliye borularını örtecek seviyede fındık konulmaktadır. Kuru hava girişi ve nemli hava tahliye kanalları Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 3. Fındık kazanının yan ve kesit şematik gösterimi

İkinci prototipte fan yerine kompresör kullanılmıştır. Kompresör setinde ayrıca kurutucu olduğundan, kullanılan hava kaynağı dış ortam havasından tamamen bağımsız hale getirilmiştir.

Basıncılı havanın kurutma kazanı içindeki hareketi daha güçlü olup daha geniş çap, dolayısıyla daha fazla fındık alan kazan kullanılmasını mümkün kılmaktadır.

Ayrıca, basınçlı hava fan ve kurutucu setine göre daha kuru olmaktadır. Gaz kanunu dikkate alınır:

$$PV = \rho RT \quad (1)$$

Adiyabatik koşullarda eşitliğin her iki tarafı da sabit kalacaktır.

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad (2)$$

$$P_1 = P_{h1} + P_{w1} \quad (3)$$

$P_h$  : Kuru havanın oluşturduğu basınç,

$P_{w1}$  : Hava içindeki suyun oluşturduğu kısmi basınçtır.

Nemli havanın sıkıştırılması sırasında havanın hacmi daralır ve basıncı artar, aynı hacmi kullanan su buharı da daralır ve basıncı artmaktadır. Suyun oluşturduğu kısmi basınç en fazla o koşullardaki doymuş havadaki su buhar basıncı kadar yükselebilir. Bu daralma sırasında havanın o sıcaklıktaki doyma noktasına ulaşılır. Doyma noktasından sonra daha fazla sıkıştırma sonucu daralan su buharı çiylenir ve kompresör tankında sıvı olarak kalır.

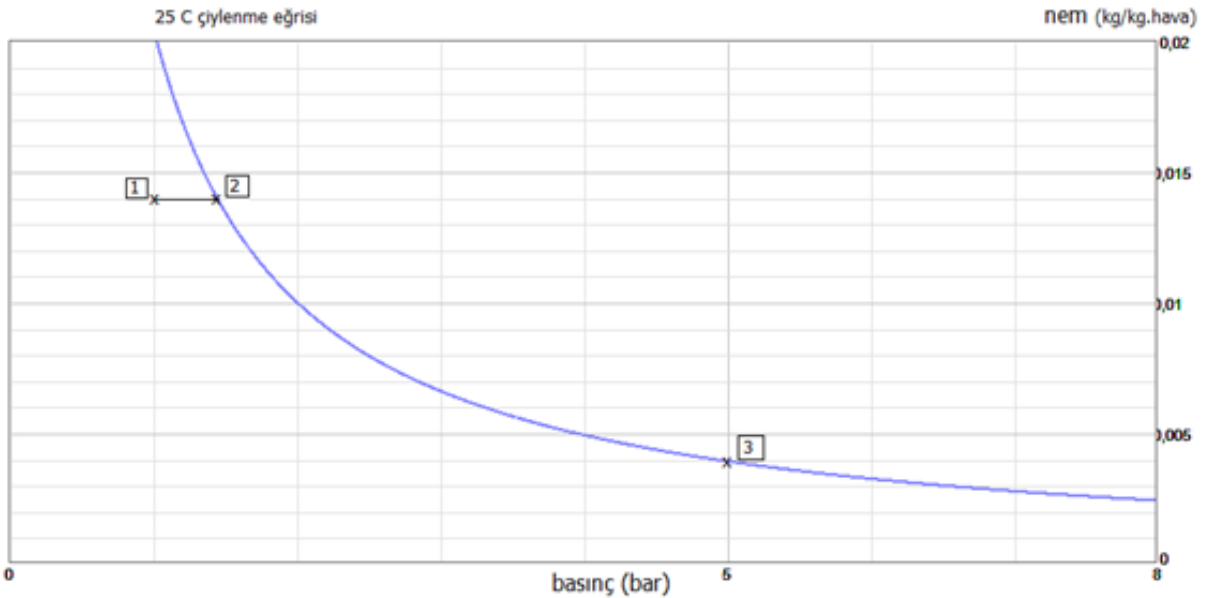
$$P_2 = P_{h2} + P_{w25} \quad (4)$$

$P_{h2}$  : Kuru havanın son basıncı,

$P_{w25}$  : 25 °C'de doymuş havadaki suyun kısmi buhar basıncıdır.

Suyu alınmış olan hava atmosferik basınca geri genişlediğinde eski hacmine gelecektir. Başlangıçta çok nemli (doyma noktasında) bir hava basınçlandırma sonrası genişlediğinde bağıl nem oranı yaklaşık olarak  $P_2$  oranında azalmış olacaktır. Örneğin başlangıçta basınç altında bağıl nem oranı % 100 ise, 5 bar sonrası genişlediğinde yeni bağıl nem oranı yaklaşık % 20 olacaktır. Teoride olan bu fark, pratikte daha büyüktür çünkü kompresör setleri ayrıca kurutucuya sahip olup basınçlı havayı bir derece daha kurutur. Bu nedenle kompresör havası basınç altında olsa da % 100 bağıl nem içermez.

Karadeniz bölgesinde hasat döneminde görülebilecek normal bir hava 1 barda, 25 °C sıcaklıkta % 70 bağıl nem (yaklaşık 14 gkg<sup>-1</sup> hava) taşırken (1), bu havayı Şekil 4'de görüldüğü gibi sıkıştırmaya başlarsa, 1.45 bar basınca ulaştığında çiylenme başlamaktadır (2). Basınç artmaya devam ettikçe doyma eğrisi boyunca devam edilir (2→3). 5 bara ulaşıldığında havanın taşıdığı nem 4 gkg<sup>-1</sup>hava olur. Sıkışan hava daralan hacimle beraber su buharına doyma noktasına ulaşır (2) ve basınç arttıkça hava haznesinde sıvı halde su birikir. Kompresör seti bu suyu dışarı attıktan sonra ayrıca havayı kurutmakta nemini daha da düşürmektedir. Bu nedenle, test sırasında kullanılan havanın nem içeriği 1 gkg<sup>-1</sup> hava seviyesinde olmuştur. Bu derece kurutulan hava atmosferik basınca geri genişlediğinde 25 °C'de bağıl nemi % 5 olacaktır.



Şekil 4. Basınç altında havanın nem kaybı



Kabin ve kazan tasarımı, genel olarak ikinci prototipte de aynıdır, arada ölçü farkları vardır. Birinci prototip yaklaşık 600 kg alabilirken, test zorlukları nedeniyle yaklaşık 200 kg alan yeni kazan kullanılmıştır. Kabin üstünde havanın ön ısıtılması için kullanılan borulama yine mevcuttur (Şekil 5). Ön ısıtmadan geçen hava kabine girmeden önce boru tipi elektrik rezistansından geçirilerek, ikinci ısıtma ile istenen sıcaklığa ayarlanmaktadır. Bu prototipte önceki prototipten farklı olarak boru tip rezistans ikinci ısıtıcı

kullanılmıştır. Borulamanın burada da kullanılmasının bir başka sebebi de kurutma bitiminde hava akımının devam ederek soğutma aşamasına geçilmesidir. Bu aşamada borulardan geçen hava bir yandan kabini de soğutmakta ve sıcak fındığa soğuk olarak değil ılık olarak temas ettirilmektedir. Testlerde fındıkla hava arasındaki sıcaklık farklarının mümkün olduğu kadar azaltılması yolu ile kabuklanmanın önlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 5. İkinci prototip fındık kazanı üst çerçevesine takılı borulama (ısı eşanjörü)

İkinci tasarımda düşük debili sıcak hava kullanılarak infrared filmlerle beraber (Şekil 6), hava da ısıtıcı olarak kullanılabilir olmuştur. Düşük debili sıcak hava kullanılması ile ısıtma evresinin sürece kısaltılması amaçlanmıştır. Birinci prototip testinin işlem sırası genel hatlarıyla ısıtma-havalandırma-soğutma şeklinde

uygulanmıştır. Birinci prototip ile yapılan ilk testte fındıkların yerleştiği kazan dönmeye başlamış ve infrared ısıtıcılar çalıştırılmış, yaklaşık bir saat sonunda fındık homojen olarak ayarlanan sıcaklığa (48 °C) ulaşınca fan ve kurutucu devreye girerek, kuru hava silindirin içindeki hava kanallarına verilmiştir



Şekil 6. İkinci prototip makina kabin kapakları ve kapak içinde İnfrared filmler

Kabine giren hava fındıkla temas etmeden önce kabin üzerinde bulunan ve ısı eşanjörü görevi gören borulara içinde dolaşarak ön ısıtmadan geçirilir. Bu sayede fındıkla ilk temasın soğuk olmaması sağlanır. Isınarak nemlenen fındıkların suyu, kurutucudan geçmiş hava ile alınarak dışarı atılır. Yaklaşık yedi saat sonunda ısıtma durdurulmuş ve dış ortamdan yaklaşık 10 °C soğuk olan kurutucu havası verilerek fındık kazanı dönmeye devam etmiş, fındık sıcaklığı yaklaşık 40 dakikada 10 °C kadar düşürülmüş, ortam sıcaklığına yaklaştırılmıştır. Test sırasında ölçümler yapılmış ve

kabin içi sıcaklığını ölçmek ve kontrol etmek için termostat (Uriel-UTH 120), kuru havanın kabine giriş sıcaklığını ölçen termostat (Uriel-UTH 120), dışarı atılan havanın ve dış ortam havasının sıcaklık ve nemini ölçen cihaz (TFA Dostmann/Wertheim), ısıtma tüketimini ölçmek üzere elektrik saati ve diğer ekipmanın tüketimini ölçmek üzere ikinci elektrik saati kullanılmıştır. Yapılan ilk test olduğu için, kabin içinin 50°C'de tutulması haricinde başka bir kontrol parametresi izlenmemiş ve Çizelge 1'de görülen ölçümler bir saat aralıklarla kaydedilmiştir.

Çizelge 1. Birinci prototip testi sırasında kayıtlı edilen ölçümler

	1. Saat	2. Saat	3. Saat	4. Saat	5. Saat	6. Saat	7. Saat
Dış Ortam Hava Sıcaklığı (C)	33	33	33	33	33	33	34
Dış Ortam Hava Bağıl Nemi (%)	22	22	22	22	24	24	24
Kabin İçi Sıcaklık (C)	48	46	47	46	48	48	49
Kabine Giriş Hava Sıcaklığı (C)	40	40	43	43	41	41	41
Atık Hava Sıcaklığı (C)	38	40	40	40	38	38	40
Atık Hava Bağıl Nemi (%)	83	80	75	76	83	83	80

İkinci prototipin testi bir fabrika ortamında yapılmıştır. Fabrikanın basınçlı hava sistemi de dış ortamdan beslendiği için bu havanın özellikleri değişkenlik göstermiştir. Yapılan ölçümlerde basınçlı kuru havanın sıcaklık değerleri 21-27 °C ve bağıl nem değerleri basınç altında % 19-28 aralığında değişmiştir. Ancak mutlak nem değeri test boyunca en çok 0.8gkg<sup>-1</sup> hava olmuştur.

Kurutma işlemi ana hatlarıyla birinci prototip testiyle aynı şekilde uygulanmıştır. Bu testte termodinamik değişim de hesaplandığı için sıcaklık ve nem değerlerine ek olarak basınç ve hava debisi de ölçülmüştür. Ayrıca ilk testte olduğu gibi yine kabin içi sıcaklığını ölçmek ve kontrol etmek için termostat (Uriel-UTH 120), kuru havanın kabine giriş sıcaklığını ölçen ve kontrol eden termostat (Uriel-UTH 120), dışarı atılan havanın ve dış ortam havasının sıcaklık ve nemini ölçen cihaz (TFA Dostmann/Wertheim), kompresörden gelen havanın sıcaklık ve nemini ölçen cihaz (Ordell-HTC06), kompresörden gelen havayı ölçen manometreler (debimetre öncesi ve sonrası), ısıtma tüketimini ölçmek üzere kullanılan müstakil bir elektrik saati ve diğer cihazların tüketimini ölçmek üzere kullanılan ayrı bir elektrik saati kullanılmıştır. Basınçlı hava kaynağı olarak fabrika hava hattının kullanılması sebebiyle, kompresör katalog değerleri kullanılarak basınçlı hava üretimi için harcanan enerji yaklaşık olarak hesaplanmıştır.

19 Ağustos 2014 tarihli dördüncü test boyunca motor ve ısıtıcılar tarafından kullanılan toplam enerji elektrik saati tarafından 43.61 kW h<sup>-1</sup> olarak tespit edilmiştir. Test boyunca kullanılan havanın toplam atmosferik hacmi 894 m<sup>3</sup> olarak ölçülmüştür. Katalog değerleri kullanılarak bu kadar havayı elde etmek için

gerekli enerji miktarı 11.18 kWh olarak kabul edilmiştir. 15 dakika aralıklarla tüm cihazlardan ölçüm alınmış ve değişimler kaydedilmiştir.

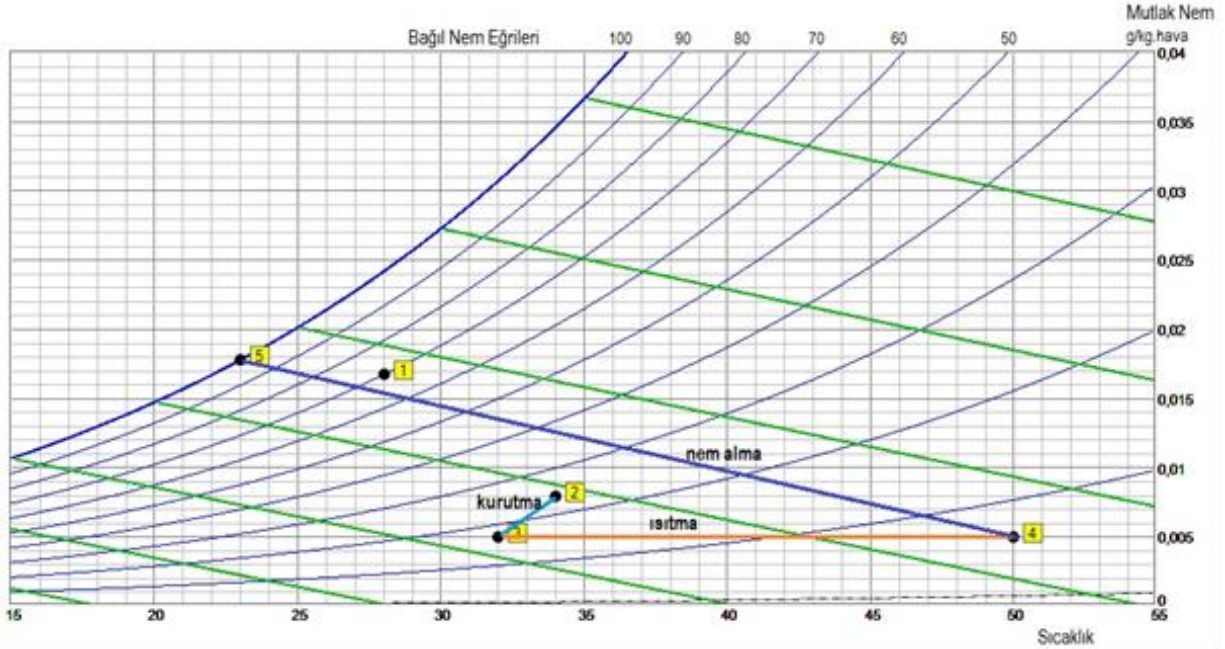
### 3. Bulgular ve Tartışma

Birinci test, Ankara'da yapılmış olup, fındık yetiştirme alanına göre daha sıcak ve kuru bir dış ortam havası kullanılmıştır. Karadeniz bölgesinde test gününde görülen tipik hava koşulları 28°C, % 70 bağıl nem (19 g m<sup>-3</sup>) olarak meteorolojiden alınmıştır (Şekil 7, Nokta 1). Test yapıldığı gün Ankara'da görülen en nemli hava 34 °C'de % 24 bağıl nem (8 g m<sup>-3</sup>) olarak kaydedilmiştir (Şekil 7, Nokta 2). Kurutucu sonrası kabine giren fındığa verilen havanın nemi 5 gm<sup>-3</sup> seviyesine düşürülmüştür. Bu arada kurutucunun etkisi ile hava sıcaklığı yaklaşık 2°C düşmektedir (Şekil 7, Nokta 3). İki hava arasındaki Adiabatik Kurutma Potansiyeli farkı büyüktür, kurutucu her ikisini de iyileştirmekte ve aralarındaki farkı azaltmaktadır. Kurutucudan geçirilen hava 50 °C'ye kadar ısıtıldıktan sonra, doyma noktasına kadar nemlenirse Şekil 7'de gösterilen 2→3→4→5 sırasını takip edecektir. Böylece bu havanın Adiabatik Kurutma Potansiyeli, Şekil 7 üzerinde görüldüğü gibi 7 g m<sup>-3</sup>'den, 15.4 g m<sup>-3</sup> (13 g kg<sup>-1</sup> hava) seviyesine çıkarılmıştır.

Test başlangıcında ve sonunda alınan numunelerin nemleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü laboratuvarında gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. Örneklerin nem içerikleri, sıcak hava akışlı konvektif bir etüvde 105 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kurutulmuştur. Doğrulama amacıyla bir set numune de Giresun Fiskobirlik EFİT AŞ laboratuvarına

gönderilmiştir. Ölçümler arasında bir fark olmadığı görülmüştür. Ankara Üniversitesindeki laboratuarda kurutma öncesi kabuk nemi yaş bazda % 16.93, iç nemi % 14.24 olarak ölçülmüştür. Testin sonucu olan “kuru fındık içi nemi”, Ankara Üniversitesi tarafından % 3.11

olarak, EFİT AŞ Laboratuvarı tarafından da % 3.69 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 7. Birinci prototip testi kurutma havası işlemlerinin psikrometrik şemada gösterimi

Testin başlangıcında 502 kg fındık makinaya konulmuş ve kurutma sonucunda ise 440 kg kuru fındık elde edilmiştir. Başlangıç ve sonuç tartımları ile nem değerleri arasında tutarlı bir sonuç çıkmıştır. Ancak ağırlık dikkate alınarak yapılan ölçümün hassasiyeti çok iyi değildir. Aradaki fark sadece su olmayıp, test sırasında toz ve kırıntı da ortaya çıkmıştır.

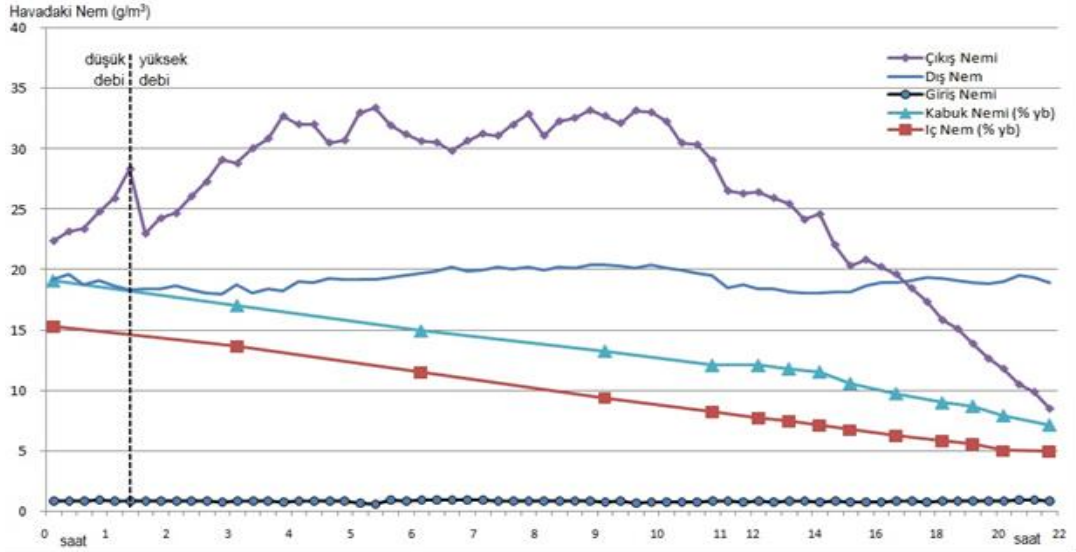
İkinci test Giresun’da yapılmıştır. Şekil 8’de görülen hava ölçüm değerlerine bakıldığında havadaki bağıl nem oranı % 70-94 arasında değişirken, kompresörden alınan havanın atmosferik koşullardaki bağıl nem oranı % 0.6-2 civarında ölçülmüştür. Mutlak nem değeri dış ortam için 18-20 g m<sup>-3</sup> iken, kurutma havasında 1 g m<sup>-3</sup> değerinin hep altında kalmıştır. Dolayısıyla bu iki havanın Adiabatik Kurutma Potansiyelleri (AKP) arasında büyük fark vardır. İlk 90 dakikada fındık sıcaklığının yükseltilmesi için infrared filmlere ek olarak düşük debili (25-30 m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>) sıcak hava kullanılmıştır. Hava debisi yükseldiğinde havadaki nem oranı bu yüzden ani düşüş göstermiştir. Testin başlangıcında atmosferik basınçta yaklaşık 70 m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> olan hava debisi, test ilerledikçe yavaşça düşürülmüş sonunda 35 m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup> seviyesinde bitirilmiştir. Hava debisinin düşürülmemesi halinde atık havanın bağıl nemi düşeceğinden enerji kaybı olacağı görülmüştür.

Şekil 7’de görüldüğü gibi, dış ortam havası fındığın kurutmada tutulacağı sıcaklık sınırı olan 50 °C’ye kadar ısıtılıp fındık yığına verildiğinde doyma noktasına gelene kadar yaklaşık 28 °C yaş termometre sıcaklık eğrisini izler ve yaklaşık 10 gm<sup>-3</sup> daha nem alabilir.

Basıncılı hava aynı ısıtmadan sonra fındıkla temas ettiğinde, 19.3 °C yaş termometre sıcaklık eğrisini izler ve yaklaşık 16 g m<sup>-3</sup> daha nem alabilir. İki hava arasındaki teorik olarak görünen bu fark pratikte daha büyük olmaktadır. Esas fark, fındığın kurumaya yakın evresinde ortaya çıkmaktadır. Şekil 8’de görünen kesişme noktasında fındık içi hedeflenen kuruma değerine (% 5-6) ancak yaklaşılmıştır. Bu noktadan sonra makinadan çıkan nemli hava, dış ortam havasından daha az nemlidir. Oysa kabin içinde fındıklar hala kurumaya devam etmektedir. Bu grafik, dış ortam havası ile fındığın kısa sürede kurutulamayacağını göstermektedir. Ayrıca kurutma için dış ortam havası kullanılırken birim hava başına harcanan enerji miktarı daha fazladır. Çünkü nemli havayı ısıtmak için daha çok enerji gereklidir. Ayrıca kurutma daha uzun süreceği için kullanılan enerji birkaç kat daha fazla olabilmektedir.

2014 yılında yapılan 4 testin enerji tüketimleri Çizelge 2’de gösterilmiştir. Dördüncü test değerleri incelendiğinde enerji tüketiminin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bunun nedeni, giriş havasının daha yüksek değerlerden başlatılması ve hava çıkış sıcaklığının fındığın sınır sıcaklığının da üstüne set edilmesidir. Bu testte aynı zamanda fındığın kurutma sırasında bozulup bozulmadığı da gözlemlenmiştir. Bu sırada makinadan atılan sıcak nemli hava 50 °C’yi geçmiştir.





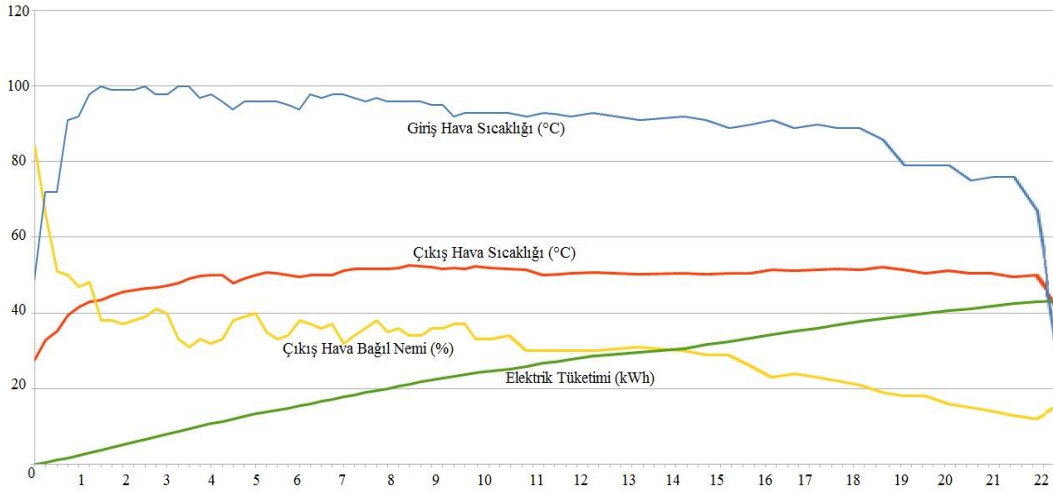
Şekil 8. İkinci prototipin dördüncü testine ait hava ve fındık nem değerleri

Şekil 9'da giriş havası sıcaklığı, makinadan atılan nemli havanın sıcaklık ve bağıl nemi ile elektrik saatinden ölçülen enerji tüketimi değişimi gösterilmiştir. Enerji tüketiminin diğer testlere göre daha yüksek olmasının bir nedeni de, ilk üç testin tam kuruma sağlanmadan bitirilmesidir. İlk üç testte sıcaklık ve debi değerlerinin teste etkisi gözlemlenmiş ve son test bu gözlemlere dayanarak yürütülmüştür. Görece daha kuru olan fındıktaki suyu buharlaştırmak için daha fazla enerji gerekmektedir.

Dört testin verisine bakarak her bir kg suyun fındıktan alınması için yaklaşık 2.5kWh enerji tüketileceği görülmektedir. Mevcut elektrik fiyatları dikkate alındığında bir kg su için yaklaşık 1 TL harcanacağı anlamına gelir. Bir ton kuru fındık elde edilmesi için alınması gerekli su miktarı hasatlara göre 50-150 kg arasında değişmektedir. Fındık fiyatları dikkate alındığında kurutmadan büyük bir maliyet gelmeyeceği görülmektedir.

Çizelge 2. İkinci prototip testlerinin enerji tüketim kıyaslaması

	1. Test	2. Test	3. Test	4. Test
Yaş Fındık Ağırlığı (kg)	193.4	190.2	180.1	177.5
Kuru Fındık Ağırlığı (kg)	170.6	171.5	163.3	156.3
Yaş Kabuk Nemi (% yb)	22.07	21.25	20.45	19.11
Yaş İç Nemi (% yb)	20.75	19.16	17.72	15.29
Kuru Kabuk Nemi (% yb)	12.62	13.55	14.41	7.17
Kuru İç Nemi (% yb)	9.45	9.32	9.10	4.95
Buharlaştırılan Su (kg)	22.8	18.7	16.8	21.2
Enerji Tüketimi (kW h <sup>-1</sup> )	36.88	34.47	32.44	54.79
Birim Enerji Tüketimi (kWh kg.su <sup>-1</sup> )	1.62	1.84	1.93	2.58



Şekil 9. İkinci prototipin dördüncü testinde hava sıcaklık-nemi ile enerji tüketimi değişimi

#### 4. Sonuç

Bu çalışmada nemli dış ortam havası yerine basınçlı ve kurutulmuş hava kullanılması ile infrared ışıma ile ısıtma kombinasyonu kullanılmıştır. Kullanılan kazan tasarımı, içindeki hava kanalları sayesinde kurutma havasının fındık yığını içinde homojen ve verimli şekilde dolaşımını sağlamıştır. Hasat edilen fındığın uygun olması (ortalama % 15 yaş baz nem) halinde kurutma süresinin 8 saatin altına düşebileceği görülmüştür. Hasadın genellikle daha erken yapılması sebebiyle fındık daha fazla nem içerdiği için pratikte bu süre daha uzun olacaktır. Yine de bu sistemle günde iki defa kurutma yapılabilmesi mümkün görünmektedir.

Makina, kurutma süresi ile enerji maliyeti arasında optimize edilmiştir. Bu çalışmada fındık için tasarlanan kurutucu prototipleri, kurutulmasında sorun olan başka tarımsal ürünler için de uygulanabilir görünmektedir

#### Kaynaklar

- Aktaş, M., 2007. Isı pompası destekli fındık kurutma fırınının tasarımı, imalatı ve deneysel incelenmesi. Doktora Tezi, Gazi Ün. Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, 116, Ankara.
- Aktaş, M., Ceylan İ., 2008, Isı pompası destekli bir kurutucuda fındık kurutulması, Gazi Üniversitesi Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 23,(1): 215-222.
- Anonim, 2002a. Kabuklu Fındık Standardı, TS 3074
- Anonim, 2002b. İç Fındık Standardı, TS 3075.
- Çetin, Ö., Nazlı, B., Bostan, K., Alperden, İ. 2000. Depolamanın çiğ fındığın kalitesi üzerine etkisi. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 26(2): 413-419.
- Kaya, H., Özenç, N., Şirin, H., 2004, Fındığın elektrik donanımlı sandık sisteminde kurutulması bunun kalite ve raf ömrü üzerine etkilerinin araştırılması,

#### Fındık Araştırma Enstitüsü

- Kibar, H., Öztürk, T. 2009. Sert kabuklu meyvelerin depolanması. Selçuk Üniv. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 23 (48): 77-84.
- Okuroğlu, M., Özüng, İ. 2000. Karadeniz bölgesinde fındık depolama yapılarının planlama kriterlerinin belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(1): 43-49.
- Olgun, H., Rzaev P., 2000. Fındığın üç farklı sistemde güneş enerjisi ile kurutulması Turkish Journal of Engineering Environ Sci, TÜBİTAK, 24, 1-14
- Özdemir, M., Yıldız, M., Gürcan Ş.T. 2002. Effect of artificial drying air temperature on stability of the major turkish hazelnut variety, Tombul. Gıda Dergisi 27(1): 35-39.
- PsychroGen 2.0, 2010. Psychrometric calculations software, Airquest Limited.
- Savran, E., 2010, Fındıkta hasat ve harman sonrası işlemler, fındık araştırma enstitüsü yayını. <http://arastirma.tarim.gov.tr/findik/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=34>.
- Vaisala, 2013. Humidity conversion formulas, Vaisala Oyj Şirket Dokümanı



**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.321080



## Doğu Akdeniz havzasında kuraklığın era-interim verileri ile belirlenmesi

Kahraman Oğuz\*, Muhammet Ali Pekin, Hüdaverdi Gürkan, Esin Oğuz, Mustafa Coşkun

*Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye*

\*Sorumlu yazar/corresponding author: koguz@mgm.gov.tr

Geliş/Received 07/04/2016

Kabul/Accepted 18/05/2017

### ÖZET

Meteorolojik kuraklık, küresel bir doğal afet olarak bilinmekle birlikte, ekonomik ve çevresel olarak önemli etkileri bulunmaktadır. Türkiye'nin de içerisinde bulunduğu Doğu Akdeniz Havzası, yağış azlığının beraberinde getirdiği kuraklık olayları ile baş başa kalmakta ve çeşitli problemler yaşamaktadır. Tüm bu problemler yağış ölçümünün olmadığı alanlarda daha sıkıntılı hale gelmektedir. Bu nedenle, kuraklık şiddetinin eksiksiz takibi ve gözlemi özellikle insan sağlığının korunması ve ekonomik kayıpların önlenmesi açısından çok önemlidir.

Kuraklığa yönelik en etkili analiz yöntemlerinden birisi olan Standart Yağış İndeksi (SPI) yöntemi yağış ölçüm verilerini gerektirmektedir. Bu ise yağış veri setinin olmadığı alanlarda yöntemi sıkıntılı hale getirmekte ve gridli verilerin önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışmada, Doğu Akdeniz Havzası'nda (20°N – 45°N, 10°E – 60°E) 2015 yılı için SPI yöntemi kullanılarak tüm alanda kuraklık analizi yapılmıştır. ERA-Interim verileri ile 2000-2015 periyoduna ait yıllık (12 aylık) SPI haritaları alansal olarak hazırlanmış ve değerlendirilmiştir.

Elde edilen sonuçlarda, 2000 yılında Balkan ülkeleri, Türkmenistan ve Türkiye'nin batı bölgelerinde; 2008 yılında Türkiye, İran ve Türkmenistan bölgesinde ve 2010 yılında ise İran ve Arabistan yarımadası üzerinde negatif SPI değerleri (kurak) hesaplanmıştır. 2009, 2010 ve 2014 yıllarında ise Türkiye ve Balkan ülkelerinde pozitif SPI değerleri (nemli) hesaplanmıştır. Sonuçlar bölgede kuraklığın yıldan yıla değiştiğini ve yağış rejimindeki değişkenliği net bir şekilde göstermektedir. Bunun yanında, kuraklık iklim değişikliğinin bitkisel üretim üzerindeki en önemli olumsuz etkisi olarak ön plana çıkmaktadır. Türkiye'de kuraklığın yaşandığı 2004, 2007, 2008 ve 2013 yıllarında bitkisel verimlilikler incelenmiştir. Ele alınan yıllar ve bitkiler bazında yapılan kuraklık-verim değerlendirilmelerinde kuraklık yaşanan dönemlerde bitkisel verimlilikte % 30'lara varan oranlarda azalışlar tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Doğu Akdeniz  
Havzası  
ERA-Interim Model  
verisi  
Kuraklık  
Standart Yağış İndeksi

### Analyses of drought in Eastern Mediterranean basin with era-interim data

#### ABSTRACT

Meteorological drought is known as a global natural disasters and it has important impacts on economy and environment. The Eastern Mediterranean Basin, Turkey is located in, faces with drought events due to lack of rainfall and it faces with several problems. All these problems are more important at the regions where no rainfall observations. For this reason, it is important to consider drought severity for saving human lives and prevention of economic losses.

Standardised Precipitation Index, is one of the most effective methods for drought analyses, requires rainfall dataset. This makes the method problematic in areas where there is no precipitation dataset and demonstrates the importance of gridded data. In this study, drought analyses were made at the Eastern Mediterranean Basin (20°N – 45°N, 10°E – 60°E) with SPI methodology. Yearly spatial distribution SPI maps (12 months) were prepared and analysed for the period of 2000-2015 with ERA-Interim data. As a result, negative SPI (drought) have been calculated in Balkan countries, Turkmenistan and Turkey's western regions for 2000 year; in Turkey, Iran and Turkmenistan for 2008 year and Iran and Arabian Peninsula for 2010 year. Positive SPI (wet) values have been calculated on Turkey and Balkan countries for the years of 2009, 2010 and 2014. The results clearly show rapid changes of drought conditions from year to year and irregularity in rainfall regime. Besides, drought is the most important negative impact of climate change on crop production. Plant productivity has been examined in 2004, 2007, 2008 and 2013 when drought is experienced in Turkey. Drought-yield evaluations based on the years and crops that have been applied show that plant productivity decreases by up to 30 % during drought periods.

Keywords:  
Eastern Mediterranean  
Basin  
ERA-Interim Model  
data  
Drought  
Standardised  
precipitation index

© OMU ANAJAS 2017

## 1. Giriş

Hemen hemen bütün iklim rejimlerinde görülen kuraklık, iklimin olağan ve tekrarlayan bir olaydır. Az yağış alan bölgelerle sınırlı ve iklimin sürekli bir durumu olan çoraklığın aksine kuraklık, geçici ve olağan dışılıktır. Meteorolojik kuraklık, uzun bir zaman içinde (meteorolojik kuraklık için 1-3 ay, tarımsal kuraklık için 6-9 ay ve hidrolojik kuraklık için ise 12-24 ay) yağışın belirgin şekilde normal değerlerin altına düşmesi olarak tanımlanır. Nem azlığının derecesi ve uzunluğu, meteorolojik kuraklığı belirler ve bölgeden bölgeye gelişiminde farklılıklar gözlenir. Örneğin yağışın ve yağışlı gün sayısının belirli bir değerden az olması temeline dayanarak kurak periyotlar teşhis edilir. Bu hesap şekli nemli subtropikal iklimler gibi yıl boyunca yağış alan yerler için uygundur. Diğer iklim bölgeleri mevsimsel yağış paternleri ile karakterize edilir. Diğer bir tanım şekli yağışın aylık, mevsimlik veya yıllık toplamalarının ortalamasından olan farkları ile ilişkilidir (Kapluhan, 2013).

Tarım sektörü, çevre ve toplum içinde kuraklığın etkilerinin azaltılmasını destekleyen kararlar, erken uyarı ve kuraklığın gözetilmesi sistemlerinin gelişmesinden en büyük yararı sağlayacak kesimdir. Yüksek sıcaklık, şiddetli rüzgârlar ve düşük nispi nem gibi diğer iklim faktörleri dünyanın çoğu yerinde sıklıkla kuraklıkla birlikte görülüp, olayın şiddetini arttırmasına rağmen, kuraklık, belirli bir süre aşımında alınan yağış miktarındaki doğal bir azalmanın sonucudur (Topal, 2000; Merkoci ve ark., 2013). Bir bölgede nem miktarındaki geçici dengesizliğin o bölgedeki su kıtlığı ile ilişkisi olarak kabaca tanımladığımız kuraklık doğal bir iklim olayıdır ve herhangi bir zamanda herhangi bir yerde meydana gelebilir. Kuraklık sayılan otuz bir kadar doğal afet içerisinde pek çok araştırmacıya göre en önemli doğal afettir (Kadioğlu, 2001) Kuraktan nemli iklim tiplerine kadar her yerde görülebilir. Bununla beraber kurak iklimler nem eksikliğinden ve yüksek değişkenlikteki yağıştan dolayı kuraklığa karşı daha hassas konumdadırlar. Ekstrem olaylar içinde kuraklık genellikle yavaş gelişir, sıklıkla uzun bir süreklilik gösterir ve atmosferik tehlikeler içinde tahmini en az olanı olması ile birlikte etkileri çok geniştir (Kapluhan, 2013). Kuraklığın yavaş ve sinsi gelişmesi sebebiyle de önemle izlenmesi gerekmektedir.

Dünya çapında kuraklık şiddetinin tespitine yönelik olarak çeşitli indeksler uygulanmaktadır. Bunların başlıcaları Standart Yağış İndeksi (SPI; McKee ve ark., 1993) ve Palmer Kuraklık İndeksi (PDSI; Palmer, 1965) yöntemidir. Bunlarda SPI yöntemi yalnızca yağış verilerini içermekle birlikte, olasılık hesabının yapılmasına da imkan sağlamaktadır. PDSI yöntemi ise, yağış ve sıcaklığın toprak nemi üzerindeki etkilerini amprik olarak hesaplama imkanı sağlamaktadır. Her iki

yöntem de pek çok çalışmada kullanılmıştır. Guttman (1998) tarafından yapılan çalışmada, SPI ve PDSI yöntemlerinin uygulanabilirliği karşılaştırılmıştır. Sonuçta, SPI yönteminin hem zamana hem de mekana bağlı olarak istatistiksel olarak avantajlı olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan, Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından kuraklık gözlemi için ana bildirici olarak SPI yöntemi tanımlanmakta (WMO, 2006) ve birçok çalışmada yaygın olarak uygulanmaktadır (Singleton, 2012).

Dünya çapında kuraklık durumunun tespitine yönelik çeşitli çalışmalar yürütülmüştür. Pamuk ve ark. (2004), çalışmalarında Meteoroloji Genel Müdürlüğünün ölçüm verileri ile SPI hesabı yapmışlar ve Ege bölgesinde kuraklık durumunu analiz etmişlerdir. Ilgar (2010), Çanakkale’de kuraklık durumunu SPI metodu ile 12 aylık ve 3 aylık analizler yaparak incelemiştir. Palchaudhuri ve Biswas (2013), Puruliya İlçesi için yine SPI yöntemi ile kuraklık analizi yapmış ve şiddeti hakkında değerlendirmeler yapmıştır. Şimşek ve ark. (2012) Türkiye’de kuraklık durumunun analizi için SPI, Normalin Yüzdesi İndeksi (PNI) ve Palmer Kuraklık Şiddet İndeksi (PDSI) ile meteoroloji istasyon ölçüm verileri ile değerlendirmeler yapmıştır. Merkoci ve ark. (2013) yine istasyon yağış ölçüm verilerine SPI yöntemini Arnavut bölgesi için uygulamışlar ve 1, 3 ve 6 aylık değerleri analiz etmişlerdir. Bu çalışmaların yanında, yine kuraklığın belirlenmesi ve trendine yönelik olarak Almedej (2014) tarafından Kuveyt bölgesi için, Komuscu (1999) tarafından Türkiye’nin çeşitli illeri için SPI metodu ile çalışmalar yapılmıştır.

Yapılan tüm bu çalışmaların çoğunluğu, istasyon ölçüm verilerine dayanmaktadır. Bu durum ise ölçümün yapılmadığı, ya da eksik olduğu yerlerde bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sebeple, analizlerin noktasal bazda kalmamış olması veya heterojen dağılmış istasyon verileri yerine homojen veri setleri ile analiz edilmesi önem taşımaktadır.

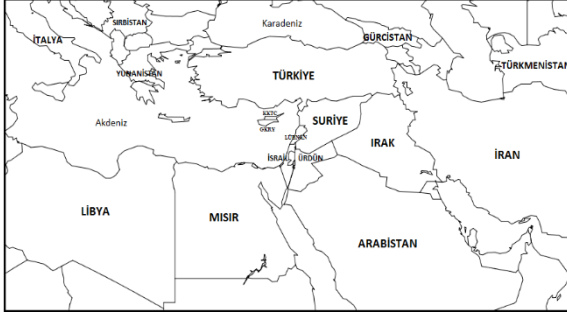
Bu çalışmada, belirlenen bir çalışma alanında kurak ve nemli bölgelerin tespiti için gridli ERA-Interim verilerine SPI yöntemi uygulanmış ve 2000-2015 yılları periyodu için yıllık SPI değerleri hesaplanmıştır. Yapılan çalışma, yağış ölçümünün ve veri setinin bulunmadığı alanlarda kuraklığın belirlenmesinin mümkün olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, Doğu Akdeniz Havzasında kuraklığın alansal dağılımını ve trendini yıl yıl göstermekle birlikte, kuraklıkla mücadele açısından önem taşımaktadır.

Özellikle 20. Yüzyılın son çeyreğinden itibaren etkisini daha fazla hissetmeye başladığımız iklim değişikliği tarımsal üretim üzerinde pek çok olumsuz etkiye sebep olmaktadır. İklim değişimi nedeniyle sıklığı artan kuraklık özellikle bitkisel verimliliğin düşmesine neden olmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı ve İklimsel Koşullar

Çalışma alanı olarak Doğu Akdeniz havzası seçilmiştir. Doğu Akdeniz havzası (20°N – 45°N, 10°E – 60°E), Akdeniz havzasının bir alt havzası olmakla birlikte, Kuzey Afrika'nın kuzey kesimi, Güneydoğu Avrupa ve Batı Asya'nın bir kısmını içermektedir. Çalışma alanı Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışma Alanı (Domain)

İklim değişikliğinin etkilediği bölgelerin başında gelen Doğu Akdeniz havzası, kuraklık çalışmaları açısından oldukça karmaşık bir bölgedir. Havza içerisinde sıcaklık ve yağış trendinin önemli derecede farklılık göstermesi bundaki en önemli etkidir. Doğu Akdeniz havzası kuzey bölgelerinin iklimi çoğunlukla ılıktan sıcağa doğru olmakla birlikte, ılıman ve nemli kışlar hakimdir (Bolle, 2003). Güney bölgelerinde ise kurak ve sıcak çöl iklimi hakimdir. Bölgede yağışlar düşük olmakla birlikte bitki örtüsü de kısıtlıdır (Issar ve Zohar, 2007; Lelieveld ve ark., 2012).

### 2.2. ERA-Interim Veri Seti

Çalışmada kullandığımız ERA-Interim (ERA-I) veri seti, Avrupa Orta Vadeli Hava Tahmin Merkezi (ECMWF) tarafından üretilen en güncel küresel atmosferik veri seti olup pek çok parametreyi içermektedir. ERA-I, 1 Ocak 1979 tarihinden günümüze kadar olan veri setini içermekte ve sürekli güncellenmektedir. Bu veri setleri içerisinde sıcaklık, yağış, rüzgâr, buharlaşma, toprak sıcaklığı ve nemi gibi pek çok parametre bulunmaktadır. Yatay çözünürlüğü yaklaşık olarak 80 km olmakla birlikte, düşeyde yüzeyden 0.1 hPa seviyesine kadar 60 seviyede veri bulunmaktadır (Dee ve ark., 2011).

ERA-I atmosferik veri seti, küresel gözlem verilerinin (uydu, yer istasyonu, radiosonde vb.) asimilasyonu ile oluşturulmaktadır. Tüm bu gözlem verileri, küresel atmosferik model ile üretilen ürünler ile istatistik açıdan en uygun yöntemle birleştirilmektedir. Günde iki sefer 00:00 ve 12:00 UTC başlangıç zaman adımlarında ürün üretilmektedir. Gerçekleştirilen asimilasyon sonucunda ise, atmosferin kaotik davranışına çok daha yakın ve tutarlı ürünler elde edilmektedir. Ürün zaman adımlarının sık aralıklarla (3

saatlik) olması, ürünü avantajlı hale getirmektedir (Balsamo ve ark., 2015; Dee ve ark., 2011).

### 2.3. Standart Yağış İndeksi (SPI) Metodu

Standart Yağış İndeksi (SPI), farklı zamanlardaki kuraklık şartlarını gözlemleyerek meteorolojik, tarımsal ve hidrolojik uygulamalarda kuraklık şartlarını belirlemek için kullanılabilir. Geçici değişebilirlik, kuraklık başlangıcı, süresi ve sonlanması gibi kuraklık dinamiklerini belirlemeyi mümkün kılar. Bir diğer avantajı, bir bölgede ve belirli bir zaman skalasında aşırı kuraklık olayının sıklığının uyumlu olmasını garanti eden standardizasyonudur (Merkoci ve ark., 2013). SPI, yalnızca yağış değerlerine bağlı olarak hesaplanan bir değişken olduğu için meteorolojik kuraklığı ifade etmektedir. SPI değeri, belirli bir zamandaki yağışın ortalamadan çıkartılıp standart sapmaya bölünmesi ile bulunur. SPI hesabına ilişkin formül, Eşitlik 1'de verilmiştir:

$$SPI = \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma} \quad (1)$$

Kavramsal olarak SPI, Z-skor veya standart sapması ortalamasının altında ve üstünde salınma durumunu ifade eder. Bulunan değerlerden ortalamasının altında yani negatif olanlar kurak dönemlere karşılık gelirken, ortalamasının üstünde yani pozitif SPI değerleri ise nemli dönemleri göstermektedir (İlgar, 2010). Tablo 1, SPI değerlerinin sınıflandırmasını göstermektedir.

Çizelge 1. Standartlaştırılmış Yağış İndisi değer aralıkları ve sınıflandırılması (Türkeş ve Tatlı, 2008)

SPI değerleri	Sınıflandırma
2.00 ve üzeri	Aşırı nemli (extremely wet)
1.50 – 1.99	Çok nemli (very wet)
1.00 – 1.49	Orta düzeyde nemli (moderately wet)
-0.99 – 0.99	Normal (normal)
-1.00 – -1.49	Orta düzeyde kurak (moderately dry)
-1.50 – -1.99	Şiddetli kurak (severely dry)
-2.00 ve altı	Aşırı kurak (extremely dry)

Çalışmada, 2000-2015 yıllarına ait yağış verisine SPI yöntemi uygulanmıştır. Uzun yıllar ortalama ve standart sapma olarak ise 1984 yılından hesaplama yapılan yılın bir önceki senesine kadarki olan periyot baz alınmıştır.

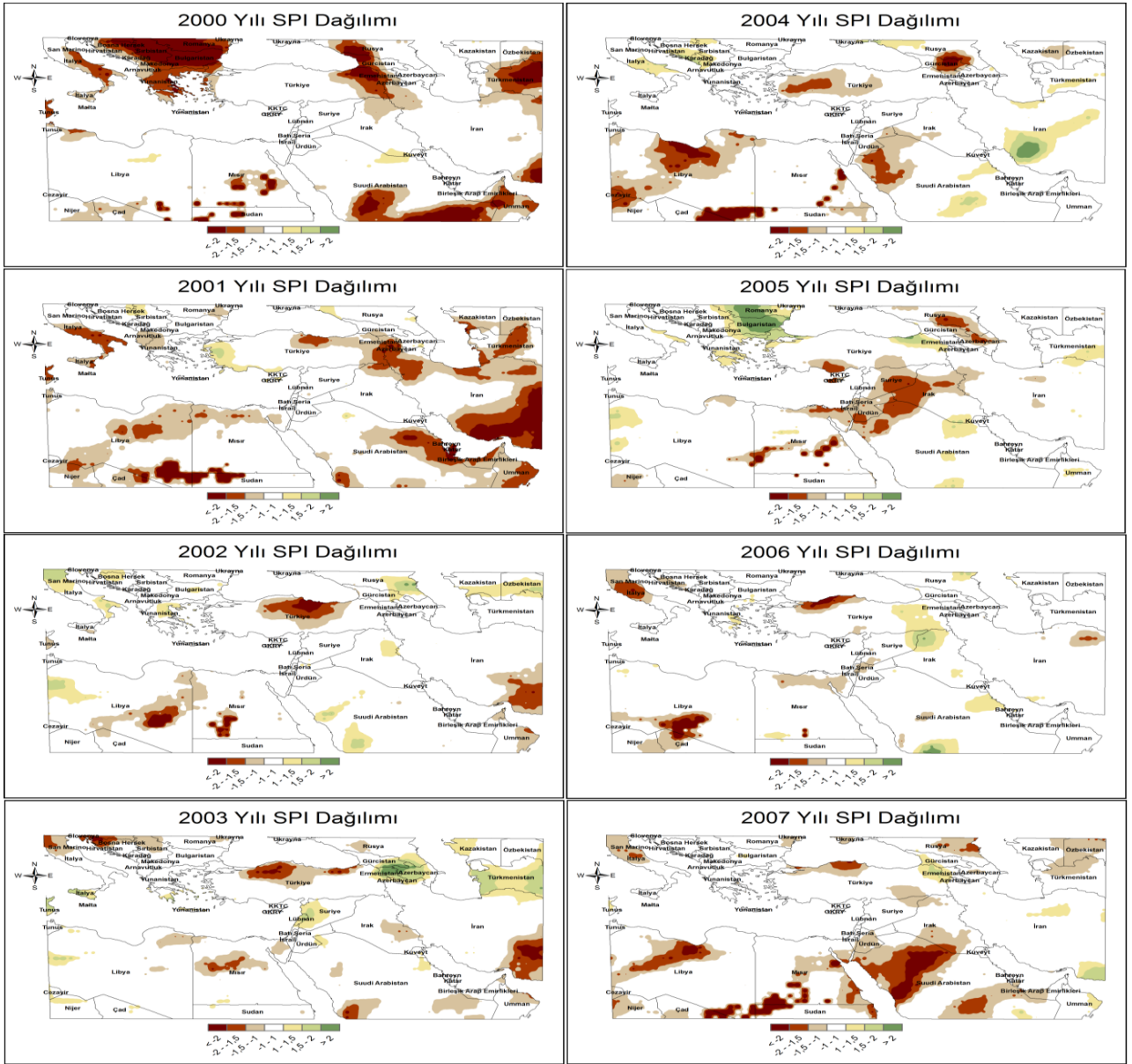
SPI indeksi tarımsal kuraklığın belirlenmesinde sıkça tercih edilen yöntemlerden birisi olarak ön plana çıkmaktadır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Kuraklığın Alansal Dağılımı

Hesaplanan SPI değerlerinin alansal dağılım haritaları Şekil 2 ve 3'de gösterilmektedir.





Şekil 2. 2000-2007 Yılları SPI Dağılım Haritaları

Yapılan hesaplamalar hangi yılda hangi bölgelerin kuraklıktan hangi derecede etkilendiğini belirtmektedir. SPI'da her bir bölge kendi özgü iklim karakterine göre hesaplanmaktadır. Örneğin çöl bölgelerine senede bir veya iki kez çok düşük miktarda yağış düşmektedir. Yağış miktarı ve frekansının diğer yağışlı bölgelere nazaran önemsenemeyecek oranda artması, o çölün pozitif değerlere (nemlilik) doğru kaymasına, tam tersi durumda ise negatif değerlere (kuraklık) doğru kaymasına neden olacaktır. Bu yüzden her bölge kendi içerisinde değerlendirilmelidir. SPI'da 0'a yakın değerler o bölgenin klimatolojisine uygun bir yıl geçirdiği anlamına gelmektedir. Pozitif alanlar ortalamasından fazla yağışın görüldüğü, negatif alanlar ise ortalamasından az yağışın görüldüğü bölgelerdir.

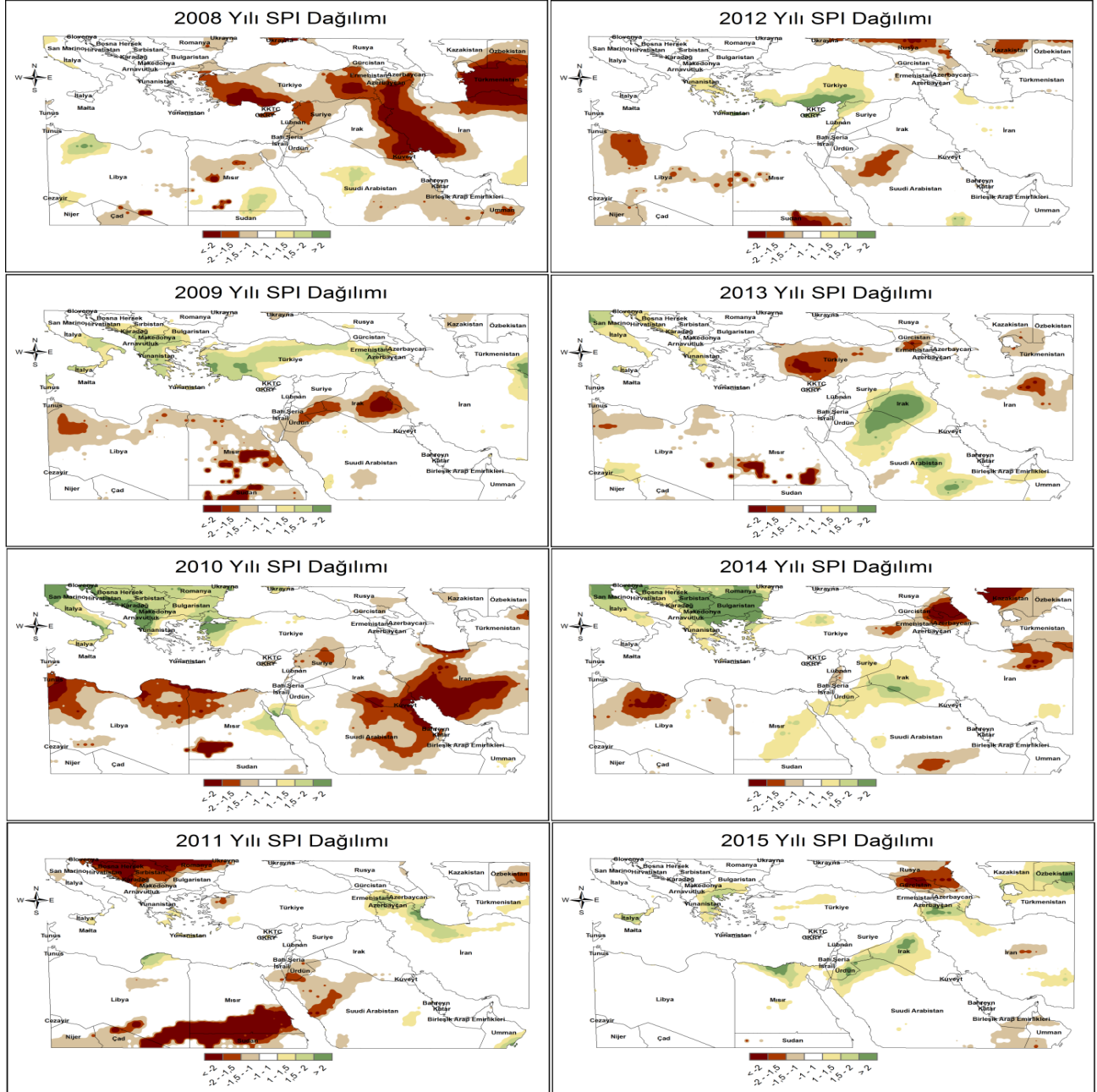
Haritalarda sınıflandırmalar koyu kahverengiden koyu yeşile doğru değişmektedir. Burada koyu kahverengi aşırı kuraklığı temsil ederken, koyu yeşil ise aşırı nemli alanları temsil etmektedir.

2000-2007 yılları SPI dağılım haritaları (Şekil 2) incelendiğinde; kurak ve nemli koşulların özellikle Balkan bölgesi için yıldan yıla ani değiştiği görülmektedir. 2000 yılında şiddetli kuraklığın hakim olduğu Balkan ülkelerinde, kuraklık indeksinin 2005 yılına kadar normal civarlarında seyrettiği görülmektedir. 2005 yılında ise bölgede nemli ve normale yakın koşullar hakim olmuştur. 2001 yılında İran'ın çoğunluğu ve Arabistan yarımadasının doğu kesimleri, 2007 yılında ise yine Arabistan yarımadasının doğu kesimleri kurak bir profil çizmektedir. 2004 yılında Türkiye, Libya ve Arabistan yarımadasının

belirli kesimlerinde, 2005 yılında ise Suriye, Irak, Ürdün civarlarında kuraklık gözlemlenmektedir.

2008-2015 yılları SPI haritaları (Şekil 2-devamı) incelendiğinde ise, havza açısından en şiddetli kuraklığın 2008 yılında yaşandığı görülmektedir. Şimşek ve Çakmak (2010) tarafından meteoroloji ölçüm istasyon verileri ile yapılan çalışmada da, 2008 yılının Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesinin güney bölgelerinin kurak geçtiği sonucuna ulaşılmıştır. Bizim çalışma alanımıza göre ise, bu kuraklık olayından en çok İran, Türkiye ve

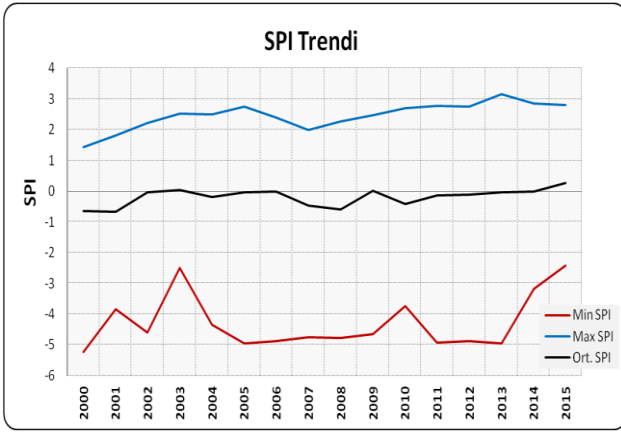
Türkmenistan etkilenmiştir. 2009 ve 2010 yılları Balkan ülkeleri, İtalya ve Türkiye'nin belirli bir kesimi için nemli geçmiş iken, Kuzey Afrika ve Orta Doğu ülkelerinin birçoğu için normale yakın veya kurak geçmiştir. 2012 yılını özellikle güney bölgeleri için nemli geçiren Türkiye'nin, 2013 yılını ise iç bölgelerinde kurak geçirdiği görülmektedir. 2013, 2014 ve 2015 yıllarını ise özellikle Balkanlar, Irak ve Suudi Arabistan'ın belirli kesimleri nemli, Gürcistan ve civarı bölgeler ise kurak geçirmiştir.



Şekil 2-devamı. 2008-2015 Yılları SPI Dağılım Haritaları



Diğer taraftan, çalışma alanına ait minimum, maksimum ve ortalama SPI değerlerinin zamansal değişimi Şekil 3'de verilmektedir. Elde edilen değerlere göre, 2000, 2001 yılları ve 2006'dan 2011'e kadarki olan periyodun ortalama SPI değerlerinin 0'ın altında olduğu görülmektedir. Diğer yılların SPI değerlerinin ise 0 civarlarında olduğu görülmektedir. Havzadaki minimum SPI değerinin ise 2003, 2014 ve 2015 yıllarında 0'a yaklaştığı, yani havza genelinde yaşanan kuraklık şiddetinin bu yıllarda diğer yıllara oranla daha az olduğu görülmektedir. 2013 yılında ise havzanın çeşitli bölgelerinde çok nemli alanların görülmesine karşın, yine kurak alanların da varlığı sebebiyle ortalama SPI değeri 0'a yakın görülmektedir.



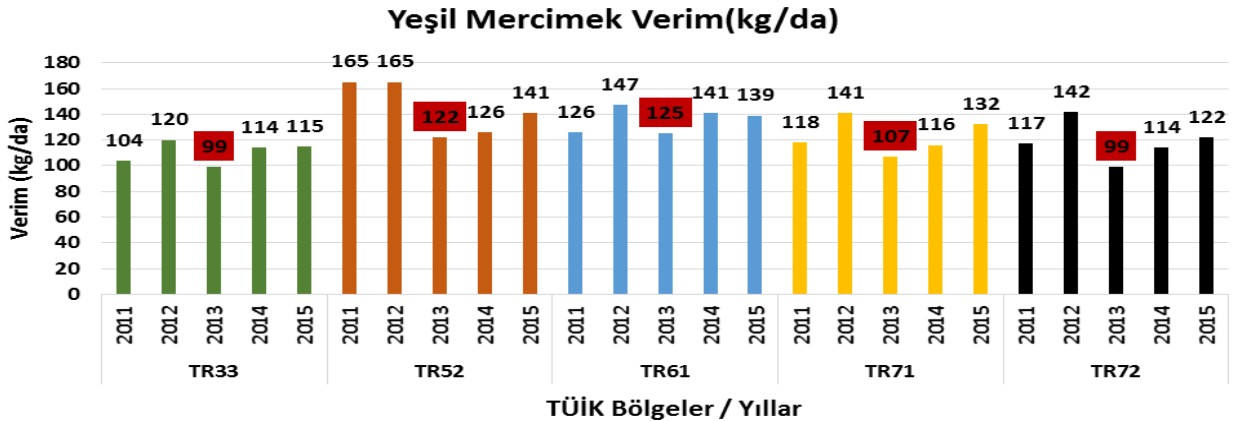
Şekil 3. Çalışma Alanı SPI Trendi

### 3.2. Kuraklığın Bitkisel Üretim Üzerindeki Etkileri

Kuraklığın insan yaşamındaki en önemli etkilerinden biri de bitkisel üretimde ciddi kayıplar şeklinde kendini göstermektedir. Türkiye'de kuru tarım sisteminin yaygınlığı, bitkisel verimliliği iklim değişikliğinin etkileri bakımından oldukça hassas hale getirmektedir. Bu bölümde SPI indisi analizleri sonucu Türkiye'de farklı bölgelerde kuraklığın yaşandığı 2004, 2007, 2008 ve 2013 yıllarında bitkisel üretim verim değerleri incelenerek kuraklık-verim arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

SPI kuraklık analizleri sonuçlarına göre Şekil 2'de 2013 yılında İç Anadolu'da kuraklık yaşandığı ortaya konulmuştur.

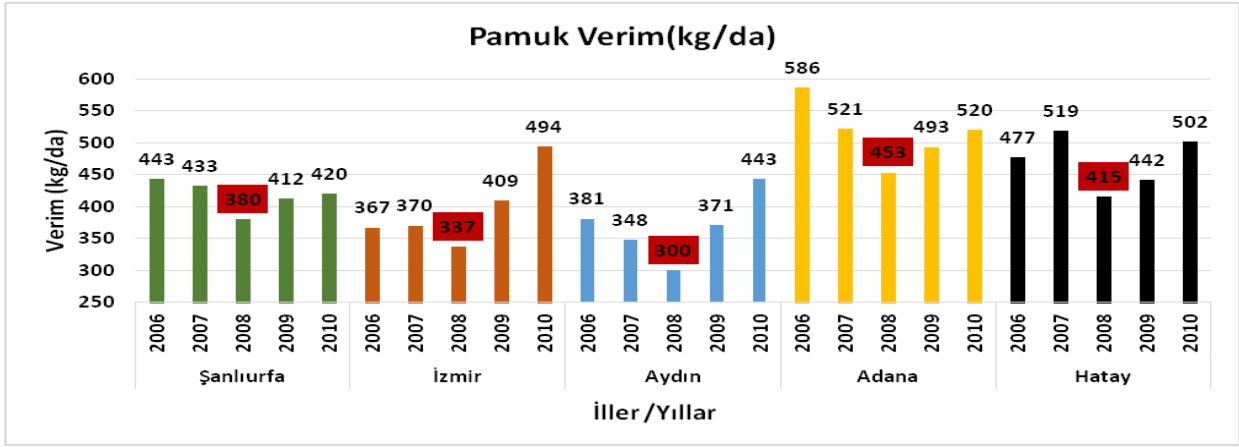
İç Anadolu Bölgesi yeşil mercimek üretiminde ön plana çıkan bir bölgedir. Bölgede yer alan TÜİK sınıflandırmasına göre TR33 (Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak), TR52 (Konya, Karaman), TR61 (Antalya, Isparta, Burdur), TR71 (Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir), TR72 (Kayseri, Sivas, Yozgat) alt bölgeleri için 2011-2015 dönemi mercimek verim değişimleri incelenmiştir. Ele alınan 5 alt bölgede 2013 yılı yeşil mercimek verimi 2012 yılı verimlerine kıyasla sıra ile TR33'de % 17.5, TR52'de % 26.1, TR61'de % 15.0, TR 71'de % 24.1, TR 72'de % 30.3 oranında düşüş göstermiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Bölge ve yıl bazlı yeşil mercimek verim değişimi (TR33: Manisa, Afyon, Kütahya, Uşak - TR52: Konya, Karaman - TR61: Antalya, Isparta, Burdur - TR71: Kırıkkale, Aksaray, Niğde, Nevşehir, Kırşehir - TR72: Kayseri, Sivas, Yozgat)

2008 yılında Ege ve Akdeniz bölgeleri genelinde yaşanan kuraklık pamuk verimliliğinde önemli kayıplara neden olmuştur. Aydın, İzmir, Adana, Hatay ve Şanlıurfa illeri pamuk verimliliği 2006-2010 dönem arası incelendiğinde 2008 yılında yaşanan kuraklık ile birlikte

ele alınan tüm illerde verim kayıplarının yaşandığı belirlenmiştir. 2008 yılı kütlü pamuk veriminde 2007 yılına kıyasla; Aydın'da % 13.8, İzmir'de % 8.9, Adana'da % 13.1, Hatay'da % 20.0 ve Şanlıurfa'da % 12.2 oranında düşüş yaşanmıştır (Şekil 5).

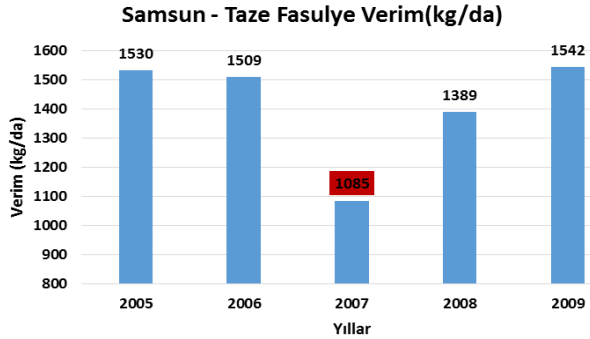


Şekil 5. İllere göre yıl bazlı pamuk verim değişimi

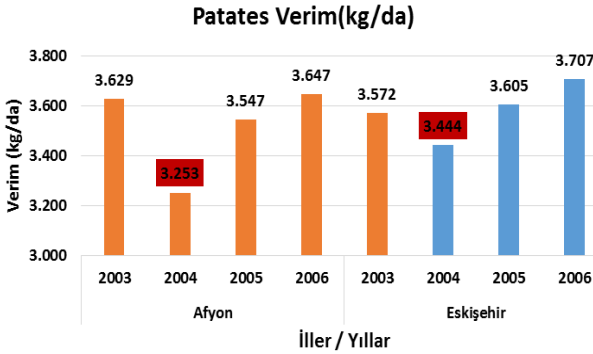
2007 yılında ise Samsun ve civarında kuraklık yaşanmıştır. Samsun 2016 yılı üretim verilerine göre taze fasulye üretiminde ilk sırada yer almaktadır. Samsun ili 2005-2009 yılları arası taze fasulye üretim değerleri incelendiğinde 2007 yılı veriminin 2006 yılına kıyasla %28.1 oranında azaldığı belirlenmiştir (Şekil 6).

etkisiyle Afyonkarahisar ve Eskişehir illerinde verim azalmıştır. 2004 yılı patates verimi 2003 yılına kıyasla Afyonkarahisar ilinde % 10.4 ve Eskişehir ilinde ise %3.6 oranında azalmıştır (Şekil 7).

#### 4. Sonuç



Şekil 6. Samsun ili taze fasulye verim değişimi



Şekil 7. İl ve yıl bazlı patates verim değişimi

2004 yılında Eskişehir, Afyonkarahisar, Kütahya, Uşak bölgesinde kuraklık yaşanmıştır. Bölgede özellikle Afyonkarahisar ve Eskişehir'de patates yetiştiriciliği yaygındır. 2003-2006 dönemi patates üretim değerleri incelendiğinde 2004 yılında yaşanan kuraklığın da

Elde edilen 2000-2015 yılları SPI haritalarına göre bütün bir havza içinde nemlilik ve kuraklığın sürekli olarak yıl yıl değiştiği gözlemlenmektedir. Sonuçlar, bu havzada yağış rejimindeki değişkenliğin en güzel işaretidir. 2000-2015 dönemi için kendi yağış rejimine en istikrarsız bölgeler Kafkasya, Balkanlar ve Ortadoğu'dur. Ancak buna karşın, bölgede kuraklığın trendine yönelik net bir bulguya ulaşılamamıştır. Son yıllarda ise havzada bazı kurak bölgelerin varlığına karşın, kuraklık durumunun normal civarında olduğu görülmüştür. Balkanlar ve Kafkasya'da ise nemlilik ve kuraklık arasındaki geçiş miktarı sıklıktır. Hazar gölünün doğu bölgeleri ve Kuzey Afrika kendi iklimlerine nispeten daha uygun davranış izlemiştirlerdir. Küresel iklim değişikliği ve olası etkilerini yakın gelecekte en büyük sorunlardan biri olarak görmektedir. Bu etkiler Ortadoğu, Kafkasya ve Balkanlar'da kuraklık durumunun yıldan yıla ani değişimi sebebiyle bariz bir biçimde görülmektedir. Yağış rejimindeki düzensizlikler ve dolayısıyla kuraklığın ani değişiklik göstermesi, havzadaki ülkeler açısından su kaynaklarının etkilenmesine ve tarımsal üretimin düşmesine sebep olabilir. Bu nedenle bölgede olası yaşanabilecek kuraklık bölge ülkeleri için büyük tehdittir.

Kuraklık yaşanan dönemlerde en fazla etkilenen sektörlerin başında tarım gelmektedir. Bitkisel üretimde su en önemli girdidir. Su kıtlığı ve kuraklık özellikle kuru tarım sisteminin yaygın olduğu Türkiye'de tarımsal üretimde büyük risk oluşturmaktadır. SPI ile kuraklık belirleme analizleri sonucunda kuraklık yaşanan yıllar ve bölgelerde bitkisel verimlilikler incelenmiştir. 2004, 2007, 2008 ve 2013 yıllarında

Türkiye’de kuraklık yaşanan bölgelerde tarımsal üretimde % 30'lara varan oranlarda kayıpların olduğu tespit edilmiştir.

Kuraklığa yönelik araştırmalar tüm dünyada yürütülmektedir. Bu çalışmaların artırılarak sıkı takibi gerekmektedir. Düzenli ve kalite kontrolden geçmiş veri setleri bu tarz çalışmaların temelini oluşturması sebebiyle önemlidir. Diğer taraftan, veri setlerinin olmadığı ya da düzensiz olduğu bölgelerde ise modelleme çalışmaları ile yüksek kalitede veriler üretilmesi ve kuraklık analizlerinin yapılması önem arz etmektedir. Bu çalışma aynı zamanda modelleme çalışmaları ile kuraklık tahminine yönelik çalışmaların da temelini oluşturmaktadır.

## Kaynaklar

- Almedej, J., 2014. Drought analysis for Kuwait using standardized precipitation index. *The Scientific World Journal*, Volume 2014, Article ID 451841
- Anonim, 2017. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>, erişim tarihi: 05.05.2017
- Balsamo, G., Albergel, C., Beljaars, A., Boussetta, S., Brun, E., Cloke, E., Dee, D., Dutra, E., Sabater, J. M., Pappenberger, F., Rosnay, P., Stockdale, T., Vitart, F., 2015. ERA-Interim/Land: a global land surface reanalysis data set, *Hydrology and Earth System Sciences*, 19: 389–407.
- Bolle, H. J., 2003. Climate, climate variability, and impacts in the Mediterranean area: an overview. In: Bolle H-J (ed) *Mediterranean climate—variability and trends*. Springer, 5–86.
- Dee, D.P., Uppala, S. M., Simmons, A.J., Berrisford, P., Poli, P., Kobayashi, S., Andrae, U., Balmaseda, M.A., Balsamo, G., Bauer, P., Bechtold, P., Beljaars, A.C. M., van de Berg, L., Bidlot, J., Bormann, N., Delsol, C., Dragani, R., Fuentes, M., Geer, A. J., Haimberger, L., Healy, S.B., Hersbach, H., Holm, E.V., Isaksen, L., Kallberg, P., Köhler, M., Matricardi, M., McNally, A.P., Monge-Sanz, B. M., Morcrette, J.J., Park, B. K., Peubey, C., de Rosnay, P., Tavolato, C., Thepaut, J. N., Vitart, F., 2011. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 137 (656): 553–597.
- Guttman, N., 1998. Comparing the palmer drought index and the standardized precipitation index. *Journal of the American Water Resources Association*, 34: 113-121
- Ilgar, R., 2010. Çanakkale’de kuraklık durumu ve eğilimlerinin standartlaştırılmış yağış indisi ile belirlenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 22: 183 – 204.
- Issar, A.S., Zohar, M., 2007. *Climate change, environment and civilization in the Middle East*. Springer, 20(1), Berlin.
- Kadıoğlu, M., 2001. Kuraklık Kıranı. *Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi*, s.17-24, İstanbul.
- Kapluhan, E., 2013. Türkiye’de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27: 487-510.
- Komuscu, A. U., 1999. Using the SPI to Analyze Spatial and Temporal Patterns of Drought in Turkey. *Drought Network News (1994-2001)*, 49: 7-13.
- Leileveld, J., Hadjinicolaou, P., Kostopoulou, E., Chenoweth, J., El Maayar, M., Giannakopoulos, C., Hannides, C., Lange, M. A., Tanarhte, M., Trylis, E., Xoplaki, E., 2012. Climate change and impacts in the Eastern Mediterranean and the Middle East. *Climatic Change*, 114: 667–687.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proc. Eighth Conf. on Applied Climatology*. Anaheim, CA, Amer. Meteor. Soc, 179-184.
- McKee, T. B., Doesken, N. J., Kleist, J., 1993. Drought monitoring with multiple time scales. In *Proceedings of the 9th Conference on Applied Climatology* (pp. 233-236). Dallas, Boston.
- Merkoci, A. L., Mustaqi, V., Mucaj, L., Dvorani, M., 2013. Arnavutluk bölgesinde kuraklık ve standart yağış indisinin (spi) kullanımı, *Gazi Üniv. Mühendislik – Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(1): 161-166.
- Palchadhuri, M., Biswas, S., 2013. Analysis of meteorological drought using standardized precipitation index – a case study of puruliya district, West Bengal, India, *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*, 7(3): 6-13.
- Palmer, W.C., 1965. *Meteorological drought*. Research Paper 45, U.S. Weather Bureau, Washington, DC, 58pp
- Pamuk, G., Özgürel, M., Topçuoğlu, K., 2004. Standart yağış indisi (spi) ile ege bölgesinde kuraklık analizi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 41 (1): 99-106.
- Simsek, O., Cakmak, B., 2010. Drought Analysis for 2007-2008 Agricultural Year of Turkey, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 7(3):99-109.
- Singleton, A., 2012. *Forecasting Drought in Europe with the Standardized Precipitation Index*, European Commission Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, 65p.
- Şimşek, O., Yıldırım, M., Gördebil, N., 2012. Türkiye’nin 2011–2012 tarım yılı kuraklık analizi, *Araştırma Dairesi Başkanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü*
- Topal, H., 2000. Lime/Lime - sugar waste pulp mixture usage for reduction of SO2 emissions caused by domestic heating *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*. 15(1): 15-29
- Türkeş, M., Tatlı, H., 2008. Aşırı kurak ve nemli koşulların belirlenmesi için yeni bir Standartlaştırılmış Yağış İndisi (yeni-SPI): Türkiye’ye uygulanması, IV. Uluslararası Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 25-28 Mart, İstanbul
- World Meteorological Organization – WMO, 2006. *Drought monitoring and early warning: Concepts, progress and future challenges*, WMO No. 1006.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.321084



## Heterosis and heritability analyses for plant yield and some quality traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of maize

Fatih Kahrıman\*, Cem Ömer Egesel

Çanakkale Onsekiz Mart University, Agriculture Faculty, Field Crops Department, Çanakkale/TURKEY

\*Corresponding author/sorumlu yazar: fkahrıman@hotmail.com

Received 14/10/2016

Accepted 22/11/2016

### ABSTRACT

This study was conducted to analyze the genetic effects for grain yield and some important kernel quality traits in maize. Eight parental lines and their six hybrids were used as plant material. Field experiments to evaluate plant material were carried out in two locations (Çanakkale and Bursa) in 2013. The observed traits were single plant yield, protein content and oil content. Additive, dominance and additive × additive models were utilized to analyze the data. Variance component estimations showed that single plant yield was under the control of dominance type gene action; while protein and oil content were controlled by additive type gene action. High values (> 60 %) of broad (H<sup>2</sup>) and narrow sense (h<sup>2</sup>) heritabilities were observed for protein and oil content. The mean of F<sub>1</sub> generation for single plant yield and oil content were higher than the mean of F<sub>2</sub> generation for these traits. Most of hybrids had positive mid parent heterosis (Hmp) and better parent heterosis (Hbp) for single plant yield, while they had negative heterosis values for protein content. Except for one cross (A680×IHO), all of crosses had positive Hmp values for oil content.

Keywords:

Protein

Oil

Genetic analysis

*Zea mays*

### Mısırın F<sub>1</sub> ve F<sub>2</sub> nesillerinde bitki verimi ve bazı kalite özellikleri için heritabilite ve heterosis analizleri

#### ÖZET

Bu çalışma mısırdaki bazı önemli tane kalite özellikleri ile tane veriminin genetik analizlerini yapmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada sekiz ebeveyn hat ve bunlara ait 6 adet hibrit, materyal olarak kullanılmıştır. Tarla denemeleri 2013 yılında iki ayrı lokasyonda (Çanakkale ve Bursa) yürütülmüştür. Gözlemlenen özellikler tek bitki verimi, protein oranı ve yağ oranıdır. Verilerin analizinde eklemeli, dominans ve eklemeli × eklemeli modeller kullanılmıştır. Varyans bileşen analizleri, tek bitki veriminin dominans gen etkilerinin, protein ve yağ oranlarının ise eklemeli genlerin kontrolü altında olduğunu göstermiştir. Protein ve yağ oranı için geniş (H<sup>2</sup>) ve dar anlamda (h<sup>2</sup>) kalıtım dereceleri yüksek (>% 60) bulunmuştur. Tek bitki verimi ve yağ oranı için F<sub>1</sub> neslinin ortalaması F<sub>2</sub> neslinden daha yüksek bulunmuştur. Hibritlerin büyük kısmı tek bitki verimi için anaç ortalamalarına (Hmp) ve üstün anaç (Hbp) göre pozitif heterosis gösterir iken, protein oranı için negatif heterosisle sahip olmuşlardır. Bir melez (A680×IHO) dışında, bütün melezlerin Hmp değerleri pozitif bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler:

Protein

Yağ

Genetik analiz

Mısır

© OMU ANAJAS 2017

### 1. Introduction

The main breeding objective in maize is increasing the grain yield to serve food requirements of human and animals. Additionally, enhancing some quality traits such as protein and oil has become important breeding objectives in maize research. Maize breeders have spent out a great effort to achieve these objectives. Obtaining

successful results in breeding experiments is related to understanding the genetic structure and effective type of gene action in breeding materials.

Different types of genetic analyses are performed to understand the type of gene actions on the studied traits. Among these, heterosis analysis is applied to determine the degree of hybrid vigor for the investigated trait. Heterosis was first described by Shull as overexpression

of  $F_1$  individuals over their midparent values (Shull, 1908). Other terms about hybrid vigor are heterobeltiosis and useful heterosis, which describe the overexpression of  $F_1$  individuals over better parent and a commercial variety, respectively (Ryder et al., 2014). In the effort to explain heterosis, two prominent theories are dominance and over dominance theories, both of which depend on single locus theory (Crow, 1952).

Some researchers reported that epistatic interactions also played an important role on the occurrence of heterosis (Schnell and Cockerham, 1992). Conventional method of heterosis estimation gives limited information to breeders as it is not able to determine the type of gene action (Smith, 1986). Estimations based on dominance and over dominance theories also lack the ability to determine epistatic effects. Xu and Zhu (1999) developed a mixed linear model, namely as additive, dominance and additive  $\times$  additive model (ADAA), to predict epistatic effects more efficiently. This model can be used to estimate genetic variance component, heterosis, genetic effects and their interactions with environment. The most important advantage of this model is that it is applicable to both balanced and unbalanced data (Xu and Zhu, 1999). ADAA model was used to estimate genetic effects and genotype-by-environment interaction for some other plant species. Shahid et al. (2012), used this model for genetic

analysis and heterosis evaluation for grain yield and some quantitative traits in autotetraploid rice. Xing et al. (2014) applied ADAA model for parental selection in hybrid breeding based on maternal and paternal inheritance of traits in rapeseed. Ma et al., (2012) conducted a multiple environment study to understand genetic behavior of some quality traits in tobacco using ADAA model. To our best knowledge, this model has not been utilized to study genetic mechanism of single plant yield and kernel quality traits in maize.

The objectives of this study were; (i) to determine genotype  $\times$  environment interaction for yield and some quality traits in maize using an ADAA model, (ii) to determine the heterosis levels and find out the appropriate hybrids with high level of heterosis and mean values.

## 2. Material and Methods

### 2.1. Material

We used six parental lines in this study as plant material (Table 1). Six  $F_1$  crosses (IHO $\times$ B73, IHO $\times$ HYA, IHO $\times$ Mo17, A680 $\times$ IHO, IHP $\times$ IHO, Mo17 $\times$ IHO) were generated in 2011 and their  $F_2$  generations were generated in 2012.

Table1. The plant materials used in this study.

Parent	Specialty	Kernel type	Source
IHO	High oil line	Flint	USA
A680	Normal line	Dent	Turkey
IHP	High protein line	Flint/Dent	USA
Mo17	Elite inbred	Dent	Turkey
B73	Elite inbred	Dent	Turkey
HYA	High oil and protein	Flint/Dent	Turkey

All parents and crosses were tested at two locations (Çanakkale and Bursa) in Northwest of Turkey in 2013. Daily mean temperature and monthly rainfall values are summarized in Figure 1. Generally, Çanakkale location was hotter than Bursa location. Also more precipitation

was observed in Bursa location between May and July (Figure 1). Soil characteristics of both experimental areas were similar; loamy, low on organic matter content, slightly alkaline.

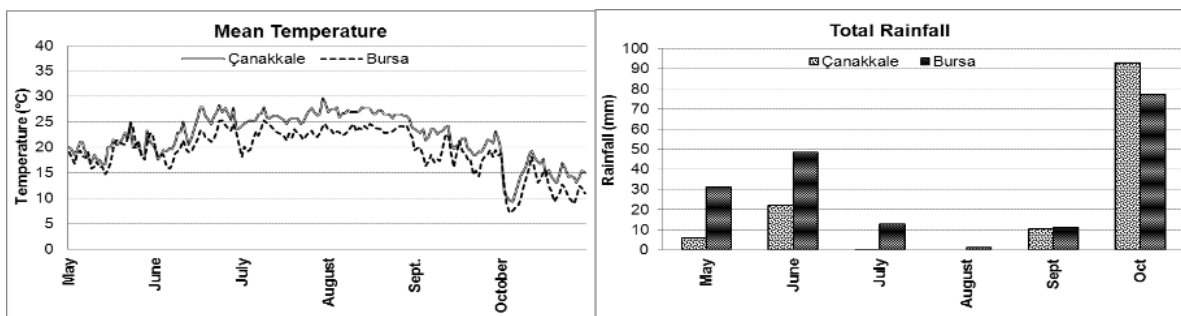


Figure1. Daily temperature and monthly total rainfall values during experimental session (2013) in Çanakkale and Bursa locations.

## 2. 2. Method

Evaluation experiments used a randomized complete block design with three replicates. Each genotype was planted in 2-row plots, 2 m in length and 0.70 m row apart. Planting was made at 17 May 2013 in Çanakkale location and 24 May 2013 in Bursa location. Drip irrigation was applied as needed. Plots were fertilized with 180 kg/ha pure nitrogen. Controlled pollination was applied to prevent pollen contamination among the genotypes. Five to six randomly selected plants were pollinated by hand for each genotypes. Harvest was made by hand and five to six self-pollinated ears were sampled. In each location, 10 plants were selected at random from P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> and F<sub>1</sub> generations while 30 plants were taken from F<sub>2</sub> generations. Same numbers of open pollinated ears were also taken from each generation to determine single plant yield. Thus, a total of 720 ears (360 from each location) were analyzed in this study.

All ears were shelled then kernels obtained from open pollinated ears were weighed and recorded. After shelling process, self-pollinated samples were ground in laboratory mill (Fritsch pulverisette 14, Germany) with 0.5 mm sieve. Determination of protein and oil content of samples was performed using NIR spectroscopy (Spectrastar 2400D, Unity Scientific, USA). Ground samples were put into NIR sample cup and scanned in 1200-2400 nm with one nm interval. Scans were applied to a local calibration model to estimate protein, oil and contents of the samples.

To estimate variance components, heritability and heterosis values, we used an additive, dominance and

additive × additive model (Zhu and Weir, 1996). Heterosis over parent mean was estimated by the following formula;  $Hmp(Fn)=(1/2)^{n-1}\Delta_D+2AA$ . Heterosis over better parent was estimated as  $Hbp(Fn)=(1/2)^{n-1}-1/2\omega_G$ . In these formulas, AA,  $\Delta_D$  and  $\omega_G$  indicated the additive + additive effects, dominance heterosis and genotypic differences between the parents, respectively (Xu and Zhu, 1999). Adjusted unbiased prediction method (AUP) for predicting genetic effects and jackknife sampling procedure was applied to for testing the significance of estimated values (Xu and Zhu, 1999). General heritability in broad sense ( $H^2G$ ), narrow sense ( $h^2G$ ), interaction heritability values in narrow ( $h^2GE$ ) and broad sense ( $H^2GE$ ) values were estimated based on the variance component estimations. A t test was applied to evaluate the significance of estimated parameters. Statistical analysis was performed by the QGASStation 1.0 (Chen and Zhu, 2003).

## 3. Results and Discussion

The means and the ranges by the locations are shown in Table 2. Mean of single plant yield (125.3 g) and oil content (7.93%) were higher in Çanakkale, while protein content was higher in Bursa location (12.79%). A considerable variation was observed for all traits in all generations (Table 2). The variation in protein and oil contents can be attributed to the fact that there were special maize genotypes in parental sets, such as IHO and IHP.

Table 2. Mean and range values for observed traits in generation by locations.

	n	Single Plant Yield		Oil Content		Protein Content	
		Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range
Bursa	360	114.2	57.5-205.0	7.41	3.58-11.38	12.79	9.38-21.78
P	60	96.3	61.2-131.5	6.43	3.58-10.93	13.31	10.06-21.78
F <sub>1</sub>	60	142.8	57.5-205.0	8.42	6.92-11.38	12.36	9.38-17.33
F <sub>2</sub>	240	109.4	62.3-160.6	7.70	6.24-11.33	12.54	10.18-16.33
Çanakkale	360	125.3	34.5-227.9	7.93	3.45-13.27	11.74	8.54-20.38
P	60	84.9	34.5-177.6	6.93	3.45-13.27	12.37	8.55-20.38
F <sub>1</sub>	60	156.9	74.7-227.9	8.66	7.06-11.70	11.13	8.54-17.03
F <sub>2</sub>	240	147.7	93.9-199.1	8.55	6.68-12.53	11.51	9.10-15.41

The results of variance component estimations are summarized in Table 3. The ratio of additive and dominance variances to phenotypic variance (VA/VP and VD/VP) was significant for all observed traits. Dominance variance had the highest proportion in phenotypic variance for single plant yield. The proportion of additive + additive variance in phenotypic variance was only significant for protein and oil contents. Proportional value of interaction effects of dominance and additive + additive with environment were significant ( $p<0.01$ ) for single plant yield; while, the ratio of interaction of additive effects with environment were significant ( $p<0.01$ ) for protein and

oil content. General heritability in narrow sense ( $h^2G$ ) and broad sense ( $H^2G$ ) were significant ( $p<0.01$ ) for the three observed traits. However, heritability values for protein and oil content had higher values than single plant yield. The interaction heritability values in broad and narrow sense were higher in single plant yield compared to kernel biochemical traits (Table 3). When considering relatively higher values of narrow sense heritability values for protein and oil contents one can argue that the gene action for these traits is mostly additive, while single plant yield seem to be controlled by dominance gene action (Table 3).

Table 3. Proportion of variance component estimations and heritability values for observed traits.

Parameters	Single Plant Yield	Protein Content	Oil content
VA/VP	0.051**	0.519**	0.681**
VD/VP	0.386**	0.161**	0.066**
VAA/VP	0.000	0.107**	0.051**
VAE/VP	0.000	0.057**	0.049**
VDE/VP	0.109**	0.016	0.063**
VAAE/VP	0.197**	0.000	0.000
VR/VP	0.256**	0.141**	0.090**
h <sup>2</sup> G	0.051**	0.626**	0.732**
H <sup>2</sup> G	0.437**	0.786**	0.797**
h <sup>2</sup> GE	0.197**	0.057**	0.049**
H <sup>2</sup> GE	0.306**	0.073**	0.112**

\*\* Significantly different from zero at  $p < 0.01$ . VA: Additive variance, VP: Phenotypic variance, VD: Dominance variance, VAA: Additive  $\times$  additive variance, VAE: Interaction variance of additive, VDE: Interaction variance of dominance, VAAE: Additive  $\times$  additive with environment, VR: Residual variance. h<sup>2</sup>G, H<sup>2</sup>G, h<sup>2</sup>GE, H<sup>2</sup>GE indicate general heritability and interaction heritability values in narrow (h<sup>2</sup>) and broad sense (H<sup>2</sup>), respectively.

Melchinger et al. (1986) reported that dominance effects were greater than additive effects for grain yield in maize. It was previously shown that oil content was under the control of additive gene actions (Dudley, 1977; Hussain et al., 2015). Our results were in consistence with previous studies. Interaction of additive, dominant and additive + additive variance had generally low portion of phenotypic variance. Heritability values suggest that protein and oil contents were highly heritable traits (heritability values over 60%), with relatively low effect of environmental changes on them.

General heterosis and predicted genotypic values are summarized in Table 3. Five crosses had higher genotypic values for single plant yield in F<sub>1</sub> generation compared to F<sub>2</sub> generation, except only one (IHP $\times$ IHO) cross. This suggests the occurrence of transgressive segregation, which is due to dominance + dominance and additive  $\times$  additive interaction. Mean value for protein content in F<sub>1</sub> generation was lower (11.87%) than that in F<sub>2</sub> (12.24%); while, mean oil content was higher in F<sub>1</sub> (Table 3). It was found that mean grain yield was higher in F<sub>1</sub> generation than F<sub>2</sub> (Joshi et al., 2004); contrarily, protein content was higher in F<sub>2</sub> than F<sub>1</sub> generation in wheat (Yao et al., 2014). Our results were consistent with the results of previous studies which compared the genotypic performances in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations.

Later generations also show some degree of heterosis (Flachenecker et al., 2006). In general, Hmp values in F<sub>1</sub> generation were higher than those in F<sub>2</sub> generation for single plant yield. For protein content, negative and low heterosis values were observed for all of the crosses. Although most crosses had positive values for Hmp for oil content, they were low and non-significant (Table 4). Highly significant Hbp in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation were observed for protein and oil content, most of which were negative values. Falconer and Mackay (1996) argued that heterosis had inverse

relationship with inbreeding depression. In maize, yield and related traits generally had high and positive heterosis; however, quality traits such as protein and oil content generally low and/or negative heterosis. On the other hand, single plant yield and related heterosis value were declined in later generations (Flachenecker et al., 2006). In our study, all of crosses had also higher heterosis values in F<sub>1</sub> generation, except IHP $\times$ IHO cross (Table 4).

Predicted interaction heterosis for each traits and heterotic performance of each specific cross are summarized Table 5. Positive Hmp and Hbp values were observed for single plant yield with the exception of F<sub>2</sub> generation in Bursa location (Table 4). Both types of heterosis showed positive significant values in Çanakkale location. Mean Hmp and Hbp values were negative in both locations for protein content. However, only Hbp for protein content was negative and significant in both locations. We observed positive and significant Hmp for oil content in Bursa location, while, it was negative and non-significant in Çanakkale location; Similarly, Hbp values for oil content were positive in Bursa location, while, they had negative values in Çanakkale location. Hbp values were significant for both locations except for F<sub>2</sub> generation in Bursa location (Table 5).

In practice, understanding the heterotic performance of each cross over the population mean is important. The heterotic performances of each experimental cross are given in Table 5. We found positive and significant Hmp in Çanakkale location for the hybrids IHO $\times$ B73, IHO $\times$ HYA and IHP $\times$ IHO. Hbp for single plant yield was nonsignificant for all crosses in Çanakkale location, however, there were significant but negative values in Bursa location for some crosses such as IHO $\times$ HYA and IHP $\times$ IHO.

Table 4. Genotypic values and heterosis of six maize crosses for observed traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations.

	Pre(F <sub>1</sub> )	Pre(F <sub>2</sub> )	Hmp(F <sub>1</sub> )	Hmp(F <sub>2</sub> )	Hbp(F <sub>1</sub> )	Hbp(F <sub>2</sub> )
Single Plant Yield (g)						
IHO×B73	182.3	141.1	0.689	0.265	0.628	0.284*
IHO×HYA	144.5	115.5	0.485	0.137	0.434**	0.192**
IHO×Mo17	171.8	133.5	0.639	0.276	0.616	0.297**
A680×IHO	179.7**	142	0.629	0.159	0.565	0.251*
IHP×IHO	70.86	90.49**	-0.328	0.129	-0.343**	-0.179**
Mo17×IHO	181.6**	142.4	0.656*	0.161*	0.582	0.254*
Mean	155.1**	127.5	0.461**	0.231**	0.414	0.183**
Protein Content (%)						
IHO×B73	11.17	11.41	-0.076	-0.056*	-0.251**	-0.231**
IHO×HYA	10.53	12.55	-0.303	-0.138	-0.303*	-0.138**
IHO×Mo17	10.61*	11.24*	-0.144	-0.093*	-0.296**	-0.245**
A680×IHO	10.52**	10.31**	-0.047	-0.064*	-0.214**	-0.231**
IHP×IHO	17.03**	17.17**	-0.091	-0.081	-0.500**	-0.489**
Mo17×IHO	11.35	10.78**	-0.016	-0.062	-0.146**	-0.193**
Mean	11.87	12.24	-0.112**	-0.082**	-0.285**	-0.255**
Oil Content (%)						
IHO×B73	9.994**	9.412**	0.121	0.045	-0.504*	-0.580**
IHO×HYA	12.652**	12.320**	0.064	0.021	-0.158	-0.201**
IHO×Mo17	8.885**	8.777**	0.016	0.002	-0.649**	-0.663**
A680×IHO	8.508	8.692*	-0.051	-0.027	-0.586**	-0.562**
IHP×IHO	10.432	9.314**	0.222	0.076	-0.335	-0.481**
Mo17×IHO	8.553*	8.190*	0.047	0.000	-0.580**	-0.627**
Mean	9.837**	9.451**	0.070*	0.019	-0.468**	-0.519**

\*, \*\* Significantly different from zero at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively. Pre (F<sub>1</sub>) indicates the predicted genotypic values of F<sub>1</sub>. Hmp: General heterosis over mid parent. Hbp: General heterosis over better parent based on population mean for each cross.

Only one cross (A680×IHO) showed positive and significant Hmp for protein content in Çanakkale location. In Bursa location, none of the genotypes had significant Hmp values for protein content. Three crosses (IHO×B73, IHP×IHO and Mo17×IHO) showed negative significant Hbp in Çanakkale location for both F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations, while two crosses (IHO×HYA and IHP×IHO) and three crosses (IHO×HYA, IHO×Mo17, A680×IHO and IHP×IHO) had negative heterosis in Bursa location for F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations, respectively. None of the crosses had significant heterosis for oil content of F<sub>1</sub> generation in both locations. However, A680×IHO cross showed positive and significant Hmp in F<sub>2</sub> generation of Çanakkale location. Four (IHO×B73, IHO×HYA, IHO×Mo17 and Mo17×IHO) and two crosses (IHO×HYA and IHP×IHO) had significant Hbp for oil content of F<sub>1</sub> generation for Çanakkale and Bursa locations, respectively. Interestingly, those crosses had negative values in Çanakkale, but positive values in Bursa. Similarly, negative and significant Hbp in all crosses was observed in Çanakkale location, except the cross of A680×IHO. Two crosses (IHO×HYA and IHP×IHO) had positive and significant Hbp for oil content of F<sub>2</sub> generation in Bursa location, however, A680×IHO cross had negative value for this trait. Our results revealed

that heterosis performances of crosses varied by the environmental effects.

#### 4. Conclusion

In conclusion, results of this study showed that single plant yield was under the control of dominance gene effects; while, protein and oil content were controlled by additive type gene action in these genotypes. In general, positive heterosis was observed for single plant yield, while negative heterosis was observed for protein content. Environment had an effect on Hmp and Hbp for oil content, and it was observed that genotypes had positive heterosis in Bursa, while they had negative heterosis in Çanakkale. Based on general Hmp values (Table 4), crosses had positive heterosis for single plant yield and oil content, except IHP×IHO and A680×IHO, respectively. All crosses showed negative general Hbp values for protein and oil content. But some of crosses, such as A680×IHO, showed positively significant Hmp values in Çanakkale location. Thus, we concluded that heterosis for oil and protein content could be affected by environmental conditions.



Table 5. Genotypic values and heterosis and their interaction with environment for observed traits in F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations.

	Pre(F <sub>1</sub> )		Pre(F <sub>2</sub> )		Hmp(F <sub>1</sub> )		Hmp(F <sub>2</sub> )		Hbp(F <sub>1</sub> )		Hbp(F <sub>2</sub> )	
	Çanakkale	Bursa	Çanakkale	Bursa	Çanakkale	Bursa	Çanakkale	Bursa	Çanakkale	Bursa	Çanakkale	Bursa
Single Plant Yield (g)												
IHO×B73	25.2	24.2	6.04	13.3	0.69**	0.05	0.53**	-0.04	0.57	0.04	0.41	-0.05
IHO×HYA	9.07	9.06	-9.76	6.75	0.58**	0.04	0.42**	0.03	0.48	-0.08**	0.32	-0.10**
IHO×Mo17	26.1	6.49	30.0	-25.3	0.64	-0.04	0.67*	-0.30	0.46	-0.10	0.50	-0.37
A680×IHO	4.92	44.9*	8.40	14.0	0.55*	0.25	0.58**	-0.01	0.52	0.24	0.55	-0.02
IHP×IHO	-30.4**	-4.95	-20.4**	-0.65	0.26	-0.17	0.34	-0.13	0.23	-0.18**	0.32	-0.14**
Mo17×IHO	12.8	25.1	17.6*	-8.27	0.49	0.14	0.53	-0.14	0.34	0.07	0.37	-0.21
Mean	7.96	17.5*	5.32	-0.03	0.53**	0.05	0.51**	-0.10*	0.43**	0.00	0.41**	-0.15**
Protein Content (%)												
IHO×B73	0.46	-0.85	0.19	-0.47	0.04	-0.06	0.022	-0.031	-0.009**	-0.074	-0.031**	-0.043
IHO×HYA	-0.52	-0.44	0.06	-0.14	-0.09	-0.05	-0.047	-0.024	-0.101	-0.056**	-0.053	-0.032**
IHO×Mo17	-0.39	-0.23	0.01	-0.36	-0.07	0.02	-0.033	0.011	-0.078	-0.023	-0.046	-0.034*
A680×IHO	-0.73	0.09*	-0.76	0.03	0.01*	0.01	0.003**	0.005	-0.040**	0.005	-0.043*	0.000**
IHP×IHO	0.50**	1.29	0.65*	1.20	-0.02	0.01	-0.012	0.007	-0.108*	-0.074**	-0.096**	-0.081**
Mo17×IHO	-0.15	-0.07	-0.20*	-0.27	0.01	0.03	0.004	0.016	0.007**	-0.008	0.003*	-0.024
Mean	-0.14	-0.03	-0.01	0.00	-0.02	-0.01	-0.011	-0.003	-0.055**	-0.039**	-0.044**	-0.036**
Oil Content (%)												
IHO×B73	0.48	1.09	0.56**	0.31	-0.02	0.20	-0.010	0.101	-0.23**	0.19	-0.22**	0.08
IHO×HYA	1.20	1.02	1.37**	0.45	-0.04	0.15	-0.022	0.074	-0.13*	0.12**	-0.11**	0.05**
IHO×Mo17	0.21	0.28	0.41*	-0.05	-0.05	0.09	-0.027	0.044	-0.26**	0.08	-0.24**	0.04
A680×IHO	0.27	-0.45*	0.26	-0.22	0.00*	-0.06	0.001**	-0.030	-0.18	-0.11	-0.18	-0.08*
IHP×IHO	1.34**	1.05	0.87**	0.18	0.12	0.23	0.062	0.114	-0.04	0.19**	-0.10*	0.07**
Mo17×IHO	-0.81	1.45	-0.10*	0.31	-0.18	0.30	-0.092	0.149	-0.32**	0.24	-0.23*	0.09
Mean	0.45	0.74*	0.56**	0.16	-0.03	0.15**	-0.015	0.076**	-0.19**	0.12*	-0.18**	0.04

\*, \*\* Significantly different from zero at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively. Pre(F<sub>1</sub>) and Pre(F<sub>2</sub>) indicates the predicted genotypic values of F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations, respectively. Hmp: General heterosis over mid parent. Hbp: General heterosis over better parent based on population mean for each cross.

## References

- Chen, G.B., Zhu, J., 2003. Software for the classical quantitative genetics. Institute of Bioinformatics, Zhejiang University, Hangzhou, China. URL: <http://ibi.zju.edu.cn/software/qga/index.htm>.
- Crow, J.F., 1952. Dominance and overdominance. In: Heterosis J. W. Gowen (ed.). Iowa State College Press, 529 p.
- Dudley, J.W., 1977. Seventy-six generations of selection for oil and protein percentage in maize. In: International Conference on Quantitative Genetics, 459-473 pp.
- Falconer, D.S., Mackay, T.F.C., 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Longman, Essex, England. 361p
- Flachenecker, C., Frisch, M., Falke, K.C., Melchinger, A.E., 2006. Genetic drift and selection effects of modified recurrent full-sib selection programs in two F<sub>2</sub> populations of European flint maize. Theoretical Applied Genetics, 113:1113-1120.
- Hussain, M., Kiani, T.T., Shah, K.N., Ghafoor, A., Rabbani, A., 2015. Gene action studies for protein quality traits in *Zea mays* L. under normal and drought conditions. Pakistan Journal of Botany, 47(1): 57-61.
- Joshi, S.K., Sharma, S.N., Singhania, D.L., 2004. Combining ability in the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations of diallel cross in hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell). Hereditas, 141(2): 115-121.
- Ma, Y.N., Wang, R.G., Wu, C., Shi, Y.W., Wang, Z.H., Xie, S.D., Zhou, S.P., Xu, H.M., Ren, X.L. 2012. Developmental analysis on genetic behavior of quality traits of flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum*) in multiple environments. International Journal of Agriculture and Biology, 14(3): 345-352.
- Melchinger, A.E., Geiger, H.H., Schnell, F.W., 1986. Epistasis in maize (*Zea mays* L.). 2. Genetic effects in crosses among early flint and dent inbred lines determined by three methods. Theoretical Applied Genetics, 72(2):231-239.
- Ryder, P., McKeown, P.C., Fort, A., Spillane, C., 2014. Epigenetics and heterosis in crop plants. Springer International Publishing, 147p
- Schnell, F.W., Cockerham, C.C., 1992. Multiplicative vs. arbitrary gene action in heterosis. Genetics, 131(2): 461-469.
- Shahid, M.Q., Hai-Ming, X., Shun-Quan, L., Zhi-Xiang, C., Naeem, M., Ya-Juan, L., Ziang-dong L., 2012. Genetic analysis and hybrid vigor study of grain yield and other quantitative traits in autotetraploid rice. Pakistan Journal of Botany, 44(1): 237-246.
- Shull, G.H., 1908. The composition of a field of maize. Journal of Heredity, 4(1): 296-301.
- Smith, O.S., 1986. Covariance between line per se and testcross performance. Crop Science, 26:540-543.
- Xing, N., Fan, C., Zhou, Y., 2014. Parental selection of hybrid breeding based on maternal and paternal inheritance of traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). PLoS ONE, 9(7): e103165.

- Xu, Z.C., Zhu, J., 1999. An approach for predicting heterosis based on additive, dominance and additive×additive model with environment interaction. *Heredity*, 82: 510-517.
- Yao, J., Ma H., Yang, X., Zhou, M., Yang, D., 2014. Genetic analysis of the grain protein content in soft red winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 19(2): 246-251.
- Zhu, J., Weir, B.S., 1996. Diallel analysis for sex-linked and maternal effects. *Theoretical Applied Genetics*, 92: 1-9.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.321085



Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de yaprak dikenliliği ve çiçek renginin genetiği

Sabri Erbaş\*, Hasan Baydar

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Merkez/İsparta  
\*Sorumlu yazar/corresponding author: sabrierbas@sdu.edu.tr

Geliş/Received 08/05/2016

Kabul/Accepted 31/03/2017

ÖZET

Çiçek rengi ve dikensizlik özellikleri süs bitkisi olarak kuru ve taze kesme çiçekçilikte kullanılan Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) için önemli kalıtsal karakterlerdir. Bu çalışmada, çiçek rengi ve dikenlilik karakterlerinin kalıtımını belirlemek amacıyla, her iki karakter bakımından farklı olan Dinçer 5-118 (P1, dikensiz ve kırmızı çiçekli) ve Montola 2000 (P2, dikenli ve sarı çiçekli) çeşitlerinin F1 ve F2 generasyonları ile geri melez populasyonları (BC1P1 ve BC1P2) analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, her iki karakterin de birbirlerinden bağımsız olarak monogenik kalıtım gösterdiğini, dikenliliğin dikensizlik üzerine ve kırmızı çiçek renkliliğinin sarı çiçek renkliliği üzerine baskın olduğunu göstermiştir. F1 generasyonunun tamamı kırmızı çiçekli ve dikenli fenotipe sahip iken, F2 generasyonunda 9:3:3:1 oranına uygun dört farklı fenotip (kırmızı-dikenli:kırmızı-dikensiz : sarı-dikenli : sarı-dikensiz) elde edilmiştir. BC1P1 generasyonunda bütün bitkiler kırmızı çiçekli, ancak dikenlilik için 1:1 açılımına uygun, BC1P2 döllerinde ise bütün bitkiler dikenli, ancak çiçek rengi için 1:1 açılımına uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Aspir  
*Carthamus tinctorius*  
Çiçek rengi  
Kalıtım

Genetic of flower color and leaf spininess in safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

ABSTRACT

Spininess and flower color are important hereditary characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) used in fresh-cut and dried flowers as ornamental plant. In present study, F1 and F2 generations and their backcross (BC1P1 and BC1P2) progenies of Dinçer 5-118 (P1, spineless and red flower) and Montola 2000 (P2, spiny and yellow flower) were analyzed with the aim of determining the mode of inheritance of spiny and flower color.. Spininess and color flower of safflower were controlled by single dominant gene, each of which is independently. The spiny phenotype was completely dominant to spineless. Also, the red flower phenotype was completely dominant to yellow flower. All plants in the F1 generation had red flowers and spiny phenotype. In the segregation F2 generation, individuals were classified in four group fitting a 9:3:3:1 ratio (red-spiny: red-spineless: yellow-spiny:yellow-spineless). All plants in the BC1P1 generation had red flower, but segregated into a 1:1 ratio for spiny and spineless. On the other hand, all of BC1P1 population had spiny, but segregated into a 1:1 ratio for red and yellow color of flower.

Keywords:  
Safflower  
Leaf spininess  
Flower color  
Inheritance

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çok değerli eski bir kültür bitkisidir. Tohumu önemli bir yağ kaynağı ve çiçekleri önemli bir baharat ve boya kaynağıdır. Aspir çiçekleri kırmızı, turuncu, sarı ve nadiren beyaz renklerde olabilmektedir. Ancak aynı bitkinin farklı tabla pozisyonlarına ve hatta aynı tablanın farklı olgunlaşma evrelerine bağlı olarak renk tonlarında değişim (sarıdan turuncuya veya turuncudan kırmızıya) gösterebilmektedir (Li ve Mundel, 1996; Weiss, 2000). Aspir çiçekleri kesme çiçek olarak ta kullanılmaktadır.

Bu amaçla, özellikle dikensiz çeşitler tercih edilmektedir (Pahlavani ve ark., 2004).

Aspir çiçeklerinde doğal olarak sentezlenen karthamidin (%27.0-29.0) ve kartharmin (%0.70-0.96) gibi renk maddeleri doğal renklendirici gıdalara renk ve tat vermek, tekstilde boya kaynağı olarak ve insülin seviyesini düzenlemede tıpta kullanılmaktadır (Srinivas ve ark., 1999; Machewad ve ark., 2012; Qazi ve ark., 2016). Karthamidin suda çözülebilir ve sarı renk verir. Oysa daha önemli olan kartharmin suda çözülmez, ancak bazik solüsyonlarda çözülür ve portakal kırmızısı renk verir (Baydar ve Erbaş, 2014). Aspir çiçeklerinde

bir miktar protein (% 1.71-2.02) ile  $\alpha$ -linolenik asit (C18:3, % 15.46-18.79) bakımından zengin yağ (% 4.1-5.8) bulunmaktadır (Srinivas ve ark., 1999). Aspir çiçekleri baharat (safran yerine) ve boya kaynağı olarak sabahın erken saatlerinde toplandıktan sonra (elle veya makine ile) gölgede kurutulma, çeşide göre 5-20 kg da<sup>-1</sup> arasında kuru çiçek verimi alınmaktadır (Weiss, 2000). Aspirde çiçek rengi dışında fenolojik olarak kolay ayırt edilebilir bir diğer önemli karakterde dikenliliğidir. Diken oluşumu bitkinin hem gövde yapraklarında hem de tabla koruyucu (brakte) yapraklarında bulunabilmektedir. Hiç diken oluşturmayan çeşitler olduğu gibi farklı yoğunluk ve uzunlukta diken oluşturan çeşitler de bulunmaktadır (Bradley ve ark., 1999). Genel olarak dikenli çeşitler dikensiz çeşitlere göre soğuğa ve kurağa toleransları daha fazla, yağ içerikleri daha yüksek, ancak çiçek verimleri daha azdır. Bunlar dışında, aşırı olgunlaşan tablalarda açığa çıkan tohumların kuşlar tarafından toplanmaması için dikenli çeşitler çiçek veya tohum hasadının elle yapıldığı durumlarda dikensiz çeşitler tercih edilmektedir (Weiss, 2000; Singh, 2007; Baydar ve Erbaş, 2014). Ornamental amaçlı yetiştiricilikte ise, talebe göre çiçek rengi ile dikenliliğin farklı kombinasyonları sağlanmaya çalışılmaktadır (Bradley ve ark., 1999; Pahlavani ve ark., 2004).

Aspirde çiçek rengi dikenlilik karakteri gibi kalıtsal bir özelliktir ve Mendel kalıtımı esaslarına göre döllere aktarılmaktadır (Classen, 1952). Hem çiçek rengi hem de dikenlilik özellikleri ıslah programlarında morfolojik markır olarak ıslahçılara büyük kolaylık sağlamaktadır. Aspirde dikenlilik ve çiçek renginin kalıtımı ile ilgili bazı araştırmalar yapılmıştır (Rao, 1943; Classen, 1952; Joglekar ve Deshmukh, 1956; Deshmukh, 2008; Harvey ve Knowles, 1965; Hartman, 1967; Kotecha, 1980; Narkhede ve Deokar, 1986; Durbin ve ark., 2003; Pahlavani ve ark., 2004; Hamdan ve ark., 2008). Ancak yapılan araştırmalarda yoruma açık farklı sonuçlar elde edilmiştir. İşte bu araştırmada, aspirde dikenliliğin ve çiçek renginin kalıtımı hakkında ebeveynler, F1 ve F2 ile geri melez popülasyonlarından gidilerek daha kesin bilgilere ulaşmak amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma 2008, 2009 ve 2010 yıllarında Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nde yürütülmüştür. Dinçer 5-118 (P1) ve Montola-2000 (P2) çeşitleri ile bu iki çeşidin melezlemesi ile elde edilen F1, BC1P1 (F1× P1), BC1P2 (F1× P2) ve F2 bitkileri materyal olarak kullanılmıştır. Dinçer 5-118 çeşidi kırmızı çiçek rengine sahip dikensiz bir çeşit iken, Montola 2000 çeşidi sarı çiçek rengine sahip dikenli bir çeşittir.

2008 yılında, Dinçer 5-118 ve Montola 2000 çeşitleri alternatifli sıralar halinde 1 sıra baba (♂, Montola 2000) ve 1 sıra ana (♀, Dinçer 5-118) ebeveyn olacak ekilmişlerdir. Ana ebeveynin tomurcuk teşekkülünün başladığı tarihten itibaren birer hafta arayla 3 defa her

tablaya 5 ml 100 ppm (mg L<sup>-1</sup>)'lik GA3 çözeltisi püskürtülerek kimyasal erkek kısırlık oluşturulmuştur (Baydar ve Gökmen, 2003). GA3 uygulanan tablalar çiçeklenme öncesinde yabancı tozlaşmasının engellenmesi için izole edilmiştir. Çiçeklenmenin başlamasıyla birlikte ana ebeveynin dişçik tepesi (stigmaları) üzerine baba ebeveynin polenleri elle bulaştırılarak tozlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Tozlaştırma işlemi yapılan tablalar yabancı tozlanma ihtimaline karşın tekrar izole edilmiştir. Tozlaştırma işlemi yapılmayan tablalar ise bitkilerden uzaklaştırılmıştır. Olgunlaşmayla birlikte ana ebeveynin melez tohumları taşıyan tablaları hasat edilerek F1 tohumları elde edilmiştir.

2009 yılında, F1 tohumları ebeveynleri ile birlikte deneme tarlasına ekilmiştir. Yetiştirilen F1 bitkileri arasında dikenli olan bitki sayısının toplam bitki sayısına oranlanması ile melez bitki oranı belirlenmiştir. F1 bitkileri arasında yaprakları ve tablaları dikensiz olan bitkiler (melez olmayanlar) çiçeklenme dönemi öncesinde sökülerek uzaklaştırılmış ve böylece % 100 melez olan bitkiler bırakılmıştır. F1 bitkilerinin 1/3'ü çiçeklenme başlangıcında tablaları izole edilerek kendine tozlaşması, döllenmesi sağlanmış ve F2 bitkilerini oluşturacak tohumlar elde edilmiştir. Geriye kalan F1 bitkileri ise (2/3'ü) Knowles (1980)'e göre hem ana hem de baba ebeveyn ile geriye melezlenmiştir (BC1P1 ve BC1P2).

2010 yılında, F2, BC1P1 ve BC1P2 bitkileri ayrı parsellere de 50 x 20 cm sıklıkta yetiştirilmişlerdir. Çiçeklenme ile birlikte popülasyonlarda 'Safflower descriptor'e (IBPGR, 1983) göre yaprak ve brakte dikenliliği ve çiçek rengine göre ortaya çıkan fenotipik açılımlar gözlenmiştir. F2 ve BC1 popülasyonlarında gözlenen değerlerin beklenen fenotipik açılma oranlarına (1:1, 3:1 ve 9:3:3:1 gibi) uyumlulukları khi kare ( $\chi^2$ ) testi ile belirlenmiştir (Allard, 1966; Demir, 1975). Hesaplanan  $\chi^2$  değerinin önemlilik düzeyi SAS (1999) istatistik programı yardımıyla test edilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Aspirde melezleme sonrasında yeterince melez tohum üretmek için emaskülasyon yapmak yerine kimyasal veya sentetik erkek kısırlıktan yararlanılabilmektedir. Örneğin; tomurcuklanma döneminin başında uygulanan GA3 ile mikrosporogenesis engellenmekte, polen taşımayan (taşıyorsa bile canlılığı düşük olan) boş anterler meydana gelmektedir (Baydar ve Gökmen, 2003). Bu yöntem sayesinde, kimyasal erkek kısırlıktan faydalanılarak bol miktarda melez tohum üretilebilmektedir. Bu araştırmada, dikensiz bir çeşit olan Dinçer 5-118 ile dikenli bir çeşit olan Montola 2000 yukarıda açıklanan gibberellik asit ile polen kısırlık uyarımı sayesinde emaskülasyon yapılmaksızın melezleme işlemi gerçekleştirilmiş ve elde edilen F1 bitkileri arasında 102 adet dikenli (melez) bitki sayılmıştır. Aspirde dikenlilik özelliği dikensizlik üzerine baskın olduğu için 32 adet dikensiz bitki

melezlenemediği için göz ardı edilmiştir. Gerçek melez oranı %76.1 olarak tespit edilmiştir. F1 bitkileri arasında melez olmayan dikensiz bitkiler çiçeklenme öncesi sökülerek atılmış ve geride tamamı melez olan bitkiler bırakılmıştır.

Çizelge 1’de, Dinçer 5-118 (Kırmızı-Dikensiz) ve Montola 2000 (Sarı-Dikenli) çeşitleri arasında yapılan melezleme ile elde edilen F2 generasyonunda çiçek rengi ve dikenlilik karakterleri yönüyle ortaya çıkan iki özellik bakımından (dihibrit) fenotipik sınıflar ile gözlenen ve beklenen (9:3:3:1) değerler gösterilmiştir. Gözlenen (G) ve Beklenen (B) değerlerden gidilerek hesaplanan toplam  $\chi^2$  değeri [ $\sum(G-B)^2/B = 4.26$ ] 0.05 ve 0.01 seviyelerdeki  $\chi^2$  cetvel değerlerinden küçük olduğundan iki özellik bakımından fenotipik açılma oranına uyumlu olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak çiçek rengi ve dikenlilik özelliklerinin birbirlerinden bağımsız kalıtsal karakterler olduğu, her biri ayrı ayrı tek genli (monogenik) kalıtım (3:1 fenotipik ve 1:2:1 genotipik açılımları veren) gösterdiği tespit edilmiştir. Çizelge 2 ve 3’te sunulan geri melez (BC1) popülasyonlarında (F1 x P1 ve F1xP2) her iki özellik için de beklenen tek özellik bakımından (monohibrit) 1:1 fenotipik açılma oranları  $\chi^2$  testi sonuçlarına göre gözlenen değerlerle uyumlu bulunmuştur. Bu sonuçlara göre; Montola 2000 çeşidi bir çift dominant allele (SpSp), Dinçer 5-118 çeşidi bir çift resesif allele (spsp) ve melezleme sonrası elde edilen F1 bitkileri ise heterozigot allellere (Spsp) sahiptir. Diğer yandan F2 generasyon dölleri SpSp (1):Spsp (2):spsp (1), BC1P1 geri melezler SpSp (1):spsp (1) ve BC1P2 geri melez dölleri de SpSp (1):Spsp (1) allel kombinasyonlarını taşımaktadır. Aspirde dikenliliğin kalıtımı ile ilgili benzer bulgular

diğer bazı araştırmalarda da rapor edilmiştir (Classen, 1952; Deshmukh, 1958; Pahlavani ve ark., 2004; Hamdan ve ark., 2008; Golkar ve ark., 2010). Farklı olarak Narkhede ve Deokar (1986), dikenlik seviyesinin belirlenmesinde epistatik etkili dört ayrı genin (Sa, Sb, Sc ve Sd) aktif rol oynadığını, bu genler arasında tam ve kısmi dominantlık olabileceğini, özellikle Sa geninin dikenliliğin oluşumunda baskın görev aldığını rapor etmişlerdir.

Araştırmamızda hem F2 hem de geri melez popülasyonlarındaki çiçek rengi ile ilgili bulgularımız aspirde çiçek renginin tek genli (monogenik) kalıtım gösterdiği ve koyu renk (kırmızı) allel genin açık renk (sarı) allel üzerine dominant olduğu tespit edilmiştir. Nitekim farklı çiçek renkleri ile yapılan melezleme çalışmalarında F1’deki döllerde Pahlavani ve ark., (2004) turuncu x sarı melezlemesinde turuncu bireyler, Erbaş and Baydar (2007) kırmızı x sarı melezlemesinde kırmızı bireyler, Hamdan ve ark., (2008) turuncu x beyaz melezlemesinde turuncu bireyler, Golkar ve ark., (2010) sarı x beyaz melezlemesinde sarı bireyler elde ettiğini ve dominant özelliğin diğerine göre koyu renkli çiçek rengi olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak çiçek renginin kalıtımına çok daha fazla sayıda gen katıldığı (Claassen, 1952) ve hatta ilgili allel genler aralarında 13:3, 7:9 ve 15:1 gibi epistatik gen etkileşimlerini gösterdiği (Harvey ve Knowles, 1965; Kotecha, 1980). Örneğin, Pahlavani et al. (2004) turuncu veya sarı çiçek rengine sahip 6 aspir çeşidinin melez kombinasyonlarında F2 generasyonunda 13:3, 4:12, 7:9 ve 15:1 oranlarında turuncu:sarı açılma oranlarının meydana geldiğini bildirmiştir.

Çizelge 1. Dinçer 5-118 x Montola 2000 melezlemesinde çiçek rengi ve dikenlilik için F2 generasyonundaki bitkilerin sınıflandırılması

Fenotipik sınıflar	F <sub>2</sub> generasyonu		(G-B) <sup>2</sup> /B	Pr> $\chi^2$
	Gözlenen (G)	Beklenen (B)		
Dikenli-Kırmızı	512	505.1 (9)	0.09	
Dikenli-Sarı	151	168.4 (3)	1.79	
Dikensiz-Kırmızı	188	168.4 (3)	2.28	
Dikensiz-Sarı	47	56.1 (1)	0.09	
<b>Toplam</b>	<b>898</b>	<b>898</b>	<b>4.26</b>	<b>0.13</b>
Serbestlik derecesi = 4-1=3, $\chi^2_{0.05} = 7.82$ , $\chi^2_{0.01} = 11.34$				
Dikenli	663	673.5 (3)	0.16	
Dikensiz	235	224.5 (1)	0.49	
<b>Toplam</b>	<b>898</b>	<b>898</b>	<b>0.65</b>	<b>0.42</b>
Serbestlik derecesi = 2-1=1, $\chi^2_{0.05} = 3.84$ , $\chi^2_{0.01} = 6.63$				
Kırmızı	700	673.5 (3)	1.04	
Sarı	198	224.5 (1)	3.13	
<b>Toplam</b>	<b>898</b>	<b>898</b>	<b>4.17</b>	<b>0.04</b>
Serbestlik derecesi = 2-1=1, $\chi^2_{0.05} = 3.84$ , $\chi^2_{0.01} = 6.63$				

Narkhede ve Deokar (1986) çiçek renginin kalıtımında bağımsız 4 gen (Y, C, O ve R) görev aldığı, C geninin ve C+O, C+R ve C+O+R gen kombinasyonlarının grimsi-beyaz renkte, Y+C genlerinin kırmızı renkte, Y+C+O ve Y+C+O+R gen kombinasyonlarının ise sarımsı kahve renkte çiçekler meydana getirdiğini tespit etmişlerdir. Golkar ve ark., (2010), dikenli tablalı ve sarı çiçekli Mexican 22-191 ile dikensiz tablalı ve beyaz çiçekli White Flower Isf hattını melezlemişler, elde edilen F1 döllerinin dikenli ve sarı çiçekli olduklarını gözlemişlerdir. Aynı çalışmada,

F2'de tabla dikenliliği için 3:1, F2'de ise 1:2:1 oranında bir açılma gözlenmiş ve dikenlilik özelliğinin ve çiçek renginin birbirinden bağımsız kalıtsal karakterler olduğu rapor edilmiştir. Diğer taraftan aynı melez popülasyonda çiçek rengi bakımından F2 generasyonunda 9:3:4 oranında sarı:turuncu:beyaz çiçekli bitkiler, F2:3 generasyonunda ise 1 (tamamı Y): 1 (tamamı O): 2 (3Y:1O): 4 (9Y:3O:4C): 2 (3Y:1C): 2 (3O:1C): 4 (tamamı C) oranında fenotipik açılma oranı tespit etmişlerdir (Golkar ve ark., 2010).

Çizelge 2. F1 × Dinçer 5-118 melezlemesinde dikenli ve dikensizlik için BC1P1 generasyonunda bitkilerin sınıflandırılması

Fenotipik sınıflar	F <sub>2</sub> generasyonu		(G-B) <sup>2</sup> /B	Pr>χ <sup>2</sup>
	Gözlenen (G)	Beklenen (B)		
Dikenli	47	38.50 (1)	1.88	
Dikensiz	30	38.50 (1)	1.88	
<b>Toplam</b>	<b>77</b>	<b>77</b>	<b>3.76</b>	<b>0.053</b>

Serbestlik derecesi = 2-1=1, χ<sub>20.05</sub><sup>2</sup> = 3.84, χ<sub>20.01</sub><sup>2</sup> = 6.63

Çizelge 3. F1 × Montola 2000 melezlemesinde dikenli ve dikensizlik için BC1P2 generasyonunda bitkilerin sınıflandırılması

Fenotipik sınıflar	F <sub>2</sub> generasyonu		(G-B) <sup>2</sup> /B	Pr>χ <sup>2</sup>
	Gözlenen (G)	Beklenen (B)		
Kırmızı	69	56.50 (1)	2.77	
Sarı	44	56.50 (1)	2.77	
<b>Toplam</b>	<b>113</b>	<b>113</b>	<b>5.54</b>	<b>0.019</b>

Serbestlik derecesi = 2-1=1, χ<sub>0.05</sub><sup>2</sup> = 3.84, χ<sub>0.01</sub><sup>2</sup> = 6.63

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Sonuç olarak, aspir bitkisinde dikenlilik dikensizlik üzerine dominant olup kalıtımında bir çift allel gen (Sp/sp) görev almaktadır. Diğer yandan çiçek rengi kalıtımında kırmızı renklilik sarı renklilik üzerine dominant olup kalıtımında yine bir çift allel gen görev almaktadır. Her iki karakter de birbirinden bağımsız olarak tek genli kalıtım göstermekte, diken oluşumu ve kırmızı renk oluşumu için birer dominant gen görev yapmaktadır. Ancak çiçek rengi ile ilgili bazı diğer araştırmalarda farklı sonuçlar alınmış olması nedeniyle, bu özelliğin kalıtımının daha iyi anlaşılabilmesi için beyazdan kırmızıya kadar belirgin her renkten ebeveynler arasındaki bütün melez kombinasyonların yer aldığı ve tabla olgunlaşma sürecindeki renk ton değişimlerine çok dikkat edilerek fenotipik renk ayrımının iyi yapıldığı bir melezleme programı planlanmalıdır. Ayrıca genetik çeşitlilik gösteren popülasyonlardan kesin ve hızlı bir seçim yapmak için dikenlilik ve çiçek rengi gibi temel özellikler için genetik haritalar ve moleküler markırlar geliştirilerek bunlardan aspir ıslahı çalışmalarında faydalanılması gerekmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışmayı 2155-D-10 nolu proje kapsamında mali yönden destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığına teşekkür ederiz. Çalışma Sabri ERBAŞ'ın doktora tezinin bir kısmıdır.

#### Kaynaklar

- Allard, R.W., 1966. Principles of plant breeding. John Wiley and Sons, Inc., New York, 740s.USA.
- Ashri, A., Efron, Y., 1964. Inheritance studies with fertile interspecific hybrids of three *Carthamus* species. Crop Sci, 4:510-514.
- Baydar, H., Erbaş, S., 2014. Yağ bitkileri bilimi ve teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 97. 313s
- Baydar, H., Gökmen, O.Y., 2003. Hybrid seed production in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) following the induction of male sterility by gibberellic acid. Plant Breeding, 122:459-461.
- Bradley, V.L., Guenther, R.L., Johnson, R.C., Hannan, R.M., 1999. Evaluation of safflower germplasm for ornamental use. ASHS Press.
- Classen, C.E., 1952. Inheritance of sterility, flower color, spinelessness, attached poppus and rust resistance in

- safflower, *Carthamus tinctorius* L., Agronomy Journal, 42(8): 381.
- Demir, İ., 1975. Genel Bitki Islahı. E.U.Z.F. Yayınları. No: 212, E.Ü. Matbaası, Bornova, İzmir.
- Deshmukh, S.N., Lande, S.S., Potdukhe, N.R., Mahajan, P.V., Nandkhile, S., Wakode, M.M., 2008. Utilization of genetic male sterility system toward recurrent selection in safflower and genetic gain realized. 7<sup>th</sup> International Safflower Conference, 3-6 Kasım 2008, New South Wales, Australia.
- Durbin, M.L., Lundy, K.E., Morrell, P.L., Torres-Martinez, C.L., Clegg, M.T., 2003. Genes that determine flower color: the role of regulatory changes in the evolution of phenotypic adaptations. Mol. Phylogenet. Evol. 29:507-518.
- Erbaş, S., Baydar, H., 2007. Aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) sentetik erkek kısırılık tekniği ile elde edilmiş melez populasyonlardan hat geliştirme olanakları. 7. Tarla Bitkileri Kongresi. 25-27 Haziran 2007, Erzurum,
- Golkar, P., Arzani, A., Rezaei, A.M., 2010. Inheritance of flower colour and spinelessness in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Genetics, 89:259-262.
- Hamdan, Y.A.S, Vich, B.P., Fernandez-Martinez, J.M., Velasco, L., 2008. Inheritance of very high oleic acid content and its relationship with several morphological and physiological traits. 7<sup>th</sup> International Safflower Conference, 3-6 Kasım 2008, New South Wales, Australia.
- Hartman, A., 1967. Inheritance of corolla color in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) MS Thesis, Univ. of California, Davis, Calif.
- Harvey, B.L., Knowles, P.F., 1965. Natural and artificial allopolyploids with 22 pairs of chromosomes in the genus *Carthamus* (Compositae). Can. J. Gen. Cytol., 126-139.
- IBPGR, 1983. Descriptors for safflower/International board for plant genetic resources. IBPGR/81/93. Rome: AGPG.
- Joglekar, R.G., Deshmukh, N.Y., 1956. Inheritance of florets color in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Proc Bihar Acad Agric Sci., 5:90-116.
- Knowles, P.F., 1980. Hybridization of crop plants. WI: Am. Soc. Agron. 763p
- Li, D., Mundel, H.H., 1996. Safflower *Carthamus tinctorius* L. promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 7. Institute of Plant Genetic and Crop Plant Research, Gatersleben / International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Machewad, G.M., Ghatge, P., Chappalwar, V., Jadhav, B., Chappalwar, A., 2012. Studies on Extraction of Safflower Pigments and its Utilization in Ice Cream. Food Processing and Technology, 3(8):172.
- Narkhede, B.N., Deokar, A.B., 1986. Inheritance of corolla color in safflower. J. Maharashtra Agric. Univ., 11:278-281.
- Pahlavani, M.H., Mirlohi, A.F., Saeidi G., 2004. Inheritance of flower color and spininess in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Heredity, 95(3):265-267.
- Qazi, N., Khan, R.A., Memon, A.R., Laghari, J.A., Ghanghro, I.H., 2016. *Carthamus tinctorius* (Safflower) a natural remedy for dyslipidemias in diabetic patients' nasreen. International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences, 5(4):802-811.
- Rao, M., 1943. Inheritance of characters in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Madras Agric J, 31:141-148.
- SAS, 1999. INC SAS/STAT User's Guide Release 7.0 Cary NC, USA.
- Singh, R.J., 2007. Genetic resources, chromosome engineering and crop improvement. CRC Press, Boca Raton, USA.
- Srinivas, C.V.S., Praveena, B., Nagaraj, G., 1999. Safflower petals: A sources of gamma linolenic acid. Plant Foods for Human Nutrition, 54:89-92.
- Weiss, E.A., 1971. Safflower. In, Castor, Sesame and Safflower, Barnes and Noble Inc., pp. 593-613, New York, USA.
- Weiss, E.A., 2000. Oilseed Crops, 2nd Edition, Blackwell Sci. Ltd., 364 s.





**Araştırma/Research**

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.321089



## Terme ve Çarşamba'daki bazı fındık bahçelerinde toprakların fosfor adsorpsiyon kapasitelerinin belirlenmesi

Ayhan Horuz, İmanverdi Ekberli\*, Ahmet Korkmaz, Güney Akınoğlu, Nutullah Özdemir

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, /Türkiye  
\*Sorumlu yazar/corresponding author: iman@omu.edu.tr

Geliş/Received 06/12/2016 Kabul/Accepted 12/01/2017

### ÖZET

Bu çalışmada Samsun ilinin Çarşamba ve Terme ilçelerine ait bazı fındık bahçelerinde toprakların fosfor adsorpsiyon kapasiteleri ve izotermelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma topraklarının fosfor adsorpsiyonları 1.01 ile 234.15  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişmektedir. Fındık bahçesi topraklarında, Freundlich izoterm denklemindeki birim ağırlıktaki toprağın fosforu tutma kapasitesini ifade eden  $K$  izoterm parametreleri 3.161 ile 44.988  $\text{mg kg}^{-1}$  arasında değişirken, adsorpsiyon entalpisinin ampirik  $n$  parametreleri ise 0.692 ile 1.488 arasında değişmiştir. Fosfor adsorpsiyon kapasitesinin belirlenmesi sonucunda, yöre topraklarının Freundlich izoterm denklemine uyum sağladığı, Langmuir izoterm denkleminin ise uyum sağlamadığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Toprak  
Fosfor adsorpsiyonu  
Freundlich izoterm denklemleri  
Langmuir izoterm denklemleri

### Determination of phosphorus adsorption capacities of soils in some hazelnut orchards at Terme and Çarşamba districts

#### ABSTRACT

The objective of this study was to determine phosphorus adsorption capacities and isotherms of soils in some hazelnut orchards at Çarşamba and Terme districts of Samsun. Phosphorus adsorptions of the soils used in this study varied between 1.01 and 234.15  $\mu\text{g g}^{-1}$ . In the soils of hazelnut orchards, while  $K$  isotherm parameters, define the phosphorus fixation capacity of soil in Freundlich equation, varied between 3.161 and 44.988  $\text{mg kg}^{-1}$ ; empirical  $n$  parameters of adsorption enthalpies varied between 0.679 and 1.488. It was determined that phosphorus adsorption in soils of the region fitted to Freundlich isotherm equation but didn't fit to Langmuir isotherm equation.

Keywords:  
Soil  
Phosphorus adsorption  
Freundlich isotherm equation  
Langmuir isotherm equation.

© OMU ANAJAS 2017

### 1. Giriş

Fosfor temel bitki besin maddelerinden biri olup, toprak verimliliğinin önemli bir göstergesidir. Bitkilerin fosforla yeterli düzeyde yararlanabilmesi, topraktaki fosfor rezervine, dönüşüm düzeyine, bitkilerin toprak ve gübrelerden fosforu almasına etki yapan toprak-iklim koşullarına ve tarımsal faaliyetlere bağlıdır.

Topraktaki fosfor inorganik (zor çözünen ortofosfat formunda), organik fosfat bileşikleri ve adsorbe edilmiş halde bulunmaktadır (Schachtschabel ve ark., 2001). Bitki kökleri tarafından fosforun alımı büyük oranda bu elementin toprak çözeltisindeki konsantrasyon gradientine bağlıdır. Toprakta fosforun bitkilerce alımı, çözelti fosforun tükenmesine ve toprak partiküllerinden çözelti fazına fosforun yeniden salınmasına öncülük

eder. Bu nedenle herhangi bir zamanda çözünebilir fosforun miktarı rezerv ve adsorbe olmuş fosforun salınma derecesine bağlıdır (Shariatmadari ve ark., 2006). Toprakların ileri derecede ayrışmasına bağlı olarak kil, Al, Mn ve Fe içeriklerinin artması fosfor adsorpsiyonunu pozitif yönde etkilemektedir (Georg ve ark., 2009). Toprakta fosfor yayayışlılığının tahmin edilmesinde P serbestlenmesinin önemi farklı bitkiler için çeşitli araştırmacılar tarafından gösterilmiştir (Brar ve Vig, 1988; Steffens, 1994; Toor ve Bahl, 1999). Toprakta P serbestlenmesi genellikle ilk birkaç saatte hızlıdır. Ancak daha sonra belirli dengeye gelene kadar yavaşlayarak devam eder (Amer ve ark., 1955). Fosfor adsorpsiyon verilerinin tanımlanmasında ilk düzenli kinetik modeller (hız, ortam, yavaş P serbestlenme reaksiyonları) kil mineralleri, karbonat yüzeyleri ve

kalsiyum hidroksit yüzeylerinden adsorbe olmuş fosforun bırakılmasından elde edilen verilerle tanımlanmıştır (Evans ve Jurinak, 1976). Daha sonra Chien ve Clayton (1980), kinetik verilerin bir tek eksponansiyel Elovich denklemi ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir.

Toprakların nem, kil, organik madde, Fe-Al oksit ve karbonatları fosfor (adsorpsiyonunu) serbestlenme miktar ve oranını etkilemektedir (Garcia-Rodeja, Gil-Sotres, 1997). Islak topraklarda fosforun adsorpsiyonu ve çökmesi çok karmaşık elektro-kinetik olayları içermektedir. Fosforun toprak çözeltisinde metallerle gerçekleştirdiği çökme kalsiyumun varlığında daha da artmaktadır (Lopez-Pineiro ve Garcia Navarro, 1997). Toprak reaksiyonunun değişimi, iyon gücü ve fosforla antogonistik ilişkili iyonların konsantrasyonu fosfor adsorpsiyon süreçlerini kuvvetli bir biçimde etkilemektedir (Polyzopoulos ve ark., 1985). Toprakta tutulan total fosforun büyük bir kısmı yarıyışsız formda olduğundan dolayı, fosfor ikinci sınırlayıcı besin elementidir. Toprakların değişebilir fosfor fraksiyonu, inorganik ve organik fosfor bileşiklerinden oluşmaktadır. Maksimum fosfor adsorpsiyonu Fe-Al oksit ve toprakların bünyesi ile ilişkili olup, bu oksitlerin azalmasıyla değişebilir fosfor miktarı artmaktadır (Nwoke ve ark., 2003). Li ve Friedrich (2006), toprak çözeltisinde fosfor miktarının azalmasının adsorbe fosfor miktarını artırdığını bildirmişlerdir. Ceylan ve ark. (2003) tarafından, Bitlis (Türkiye) yöresinde tütün tarımı yapılan hafif asit ve nötral reaksiyonlu toprakların P adsorpsiyon kapasitelerinin 8.22-9.28 mg (100g)<sup>-1</sup> toprak ve fiksasyon kapasitelerinin ise 5.56-8.98 mg (100g)<sup>-1</sup> toprak arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, topraklarda P adsorpsiyon ve fiksasyonu üzerine toprak özelliklerinden kil, değişebilir Ca<sup>++</sup> ve Mg<sup>++</sup>'un pozitif; kum ve alınabilir fosforun negatif etkileri saptanmış; toprakların fosfor adsorpsiyon kapasitelerinin KDK ile önemli düzeyde ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Topraklarımız genelde fosforca fakir olduğu için çoğu tarım alanlarımızda fosforlu gübre uygulanır. Fosfor topraklarda az hareketli bitki besin maddelerindedir. Gereğinden fazla fosforlu gübre kullanılması ve gübrelerin aşırı yağış sularıyla yıkanması veya toprak erozyonuyla su kaynaklarına taşınması fosfor kirliliğine neden olur. Fosforlu gübrelerde bulunan kadmiyum gibi ağır metaller de önce toprakta, sonra da o ortamda yetişen bitkide birikerek insanlara gıda ile taşınabilir ve tüketicilerde kirlilik yaratabilir (Anonim, 2014). Toprağa verilen ahır gübresinin mineralizasyonu sonucu oluşan N ve P yüzey akışıyla sürüklenerek yeraltı ve yerüstü sulara karışabilmektedir (Sencar ve ark., 1993). Benzer şekilde gereğinden fazla ve yanlış kullanılan gübreler, çeşitli şekillerde olumsuz etkide bulunmaktadır. Yüksek düzeyde fosforlu gübrelerin yüzey akışlarıyla taşınması sonucu içme suları ve diğer akarsularda bulunan fosfat miktarı yükselmektedir (Sayılı ve Akman, 1993). Ayrıca yetiştiricilik aşamalarında yapılan yanlış uygulamalar,

uygulayıcılara dolaylı yollardan ulaşmakta ve oluşan olumsuzluklar zaman içerisinde kendini göstermektedir (Sönmez ve ark., 2008). Yapılan araştırmalarda fosforlu gübre üretmek için yurt dışından ithal edilen ham fosfat kayasının ağır metal içerikleri önemli oranda yüksek bulunmuştur. Diğer gübrelere kıyasla fosfat kayasının en yüksek Cd ve As konsantrasyonuna sahip olduğu saptanmıştır (Köleli ve Kantar 2006).

Son yıllarda fosforlu gübre üretiminde ham kaya fosfatının yerini alan fosforik asitin hacim ilkesine göre maksimum Cd, Pb, Ni ve As konsantrasyonu ise sırayla 114, 11, 201 ve 81 mg L<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Kurşun konsantrasyonu kompoze gübrede sınır değer (100 mg kg<sup>-1</sup>) yaklaşık 5 katına ulaşmıştır (Sönmez ve ark., 2008). DAP ve TSP'de arsenik konsantrasyonu, sınır değerini aşmamasına rağmen toplam 10 kompoze gübrenin 4'ünde arsenik konsantrasyonu sınır değer olan 50 mg kg<sup>-1</sup> gübre değerinin üzerindedir. Tarım topraklarında verimi artırmak amacıyla tüketilen DAP, TSP ve kompoze gübrelerin Cd içeriği (>8 mg kg<sup>-1</sup> gübre) oldukça yüksektir (Köleli ve Kantar 2006). Toprak ve sudaki Cd düzeyinin artması su canlıları, toprak verimliliği ve ekosistem faaliyetlerinde etkili olmakla birlikte bitki bünyesine geçerek fotosentez, solunum, iyon alımı, büyüme ve gelişme gibi birçok metabolik aktiviteyi etkilemektedir. Bu metabolik faaliyetleri etkilemesi nedeniyle verim ve kalitenin azalmasına yol açmaktadır (Asri ve ark., 2007).

Çözeltinin toprak profili boyunca hareketi durumunda, toprağın katı fazında adsorbe edilen ve çözeltideki iyonlar arasında karşılıklı dinamik fiziko-kimyasal etkiler ortaya çıkmaktadır. Toprağın katı ve sıvı fazları arasındaki iyon değişimini belirlemek için ampirik, yarım ampirik ve iyon değişimli heterojen sistemlere termodinamik kurallarının uygulanmasıyla elde edilen teorik izotermier kullanılmaktadır (Enfield et al., 1976, 1981a, 1981b; Dalal, 1979; Bazin ve ark., 1982; Pinsky, 1997; Bayraklı, 1998; Koopmans ve ark., 2002; Nwoke ve ark., 2003; Pinsky ve ark., 2013; Mandzhieva ve ark., 2014; Prodromou, 2016). Del Bubba ve ark. (2003) tarafından, fosfor fiksasyonu Langmuir ve Freundlich izotermier ile hesaplanırken, maksimum fosfor bağlanma enerjisinin ise sadece Langmuir izotermiyle hesaplandığı bildirilmiştir. Liang ve ark. (2010), alkali ve asit topraklarda fosfor adsorpsiyonunun Langmuir ve Freundlich izotermier ile belirlenmesinin mümkün olduğunu ve maksimum fosfor adsorpsiyon kapasitesinin 0.256-1.598 mg (Pg)<sup>-1</sup> aralığında değiştiğini belirterek, bu toprakların yüksek fosfor adsorpsiyon kapasitesine sahip olduklarını göstermişlerdir. Topraktaki fosfor sorpsiyonu ve adsorpsiyonu mekanizmasının belirlenmesi için Freundlich ve Langmuir izotermierinin daha uygun olduğu çeşitli araştırmalarda bildirilmektedir ( Oskay, 1986; Kou, 1988; Quang ve ark., 1996; Nair ve ark., 1998; Ağca ve Derici, 1999; Atalay, 2001; Sei ve ark., 2002; Leytem ve Westermann, 2003; Jin ve ark., 2005; Chitrakar ve ark., 2006; Kang ve ark., 2011).

Fosfor adsorpsiyonu mekanizmasının belirlenmesi, toprak ekosistemi hakkında bilgi edinilmesinin yanı sıra, verimliliğin optimum düzeyde korunması, topraktaki kimyasal süreçlerin anlaşılması ve sürdürülebilir toprak verimliliği açısından önemli bulunmaktadır. Ayrıca dengeli fosforlu gübreleme ile Cd gibi bazı kirleticilerin çevreye daha az salınarak fosfor kullanım randımanını optimize edeceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmanın amacı, Samsun ili Çarşamba ve Terme yöresindeki bazı fındık bahçelerinden alınan toprakların fosfor adsorpsiyon kapasitesinin, izotermelerinin ve izoterm parametrelerinin incelenmesidir.

## 2. Materyal ve Yöntem

Toprak örnekleri, Samsun yöresinde yoğun olarak fındık yetiştirilen, Çarşamba ilçesinden 7, Terme ilçesinden 8 olmak üzere toplamda 15 fındık bahçesinin 0-30 cm toprak derinliğinden alınmıştır. Toprak örneklerinin alındıkları lokasyonlar ve bu bahçelerde yetiştirilen fındık çeşitleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Toprak örneklerinde bünye hidrometre yöntemi ile (Bouyoucos, 1951); pH 1:1 toprak: su süspansiyonunda (Soil Survey Laboratory, 1992) elektriksel iletkenlik saturasyon çamurunda  $EC_{25^{\circ}C}$  metre ile (Soil Survey Laboratory, 1992); kireç kapsamı ( $CaCO_3$ ) Scheibler kalsimetresinde (Sağlam, 2006); organik madde Walkey-Black metoduna göre (Walkley-Black, 1946); toplam azot (N) ise kjeldahl yöntemine göre (Bremner and Mulvaney, 1982) belirlenmiştir. Toprakların ekstrakte edilebilir K, Na, Ca ve Mg kapsamı 1 N  $NH_4OAc$  ile, yarayıklı Fe, Mn, Zn ve Cu kapsamı 0.05M DTPA ile (Kacar, 1994) belirlenmiştir. Yarayıklı fosfor Bayraklı (1987)’ya göre belirlenmiştir.

Toprakların fosfor adsorpsiyon değerlerinin belirlenmesinde 5 gram toprağa 100 ml süzükler halinde 1, 2, 4, 8, 16 ve 32 mg (P kg)<sup>-1</sup> uygulanmıştır. Çözelti P’u ile toprağın katı yüzeyleri arasında dengenin oluşması için toprak çözeltisi 24 saat süre ile dengeye terk edilmiştir. Bu sürenin ardından nihai süzüklerde P molibdofosforik mavi renk yöntemine göre, 880 nm dalga boyuna ayarlı spektrofotometrede, belirlenmiştir. Çözeltide kalan fosfor konsantrasyonu (C) tayin edilerek toprağın belirli miktarınca (m) tutulmuş olan P miktarı hesaplanmıştır (Bayraklı, 1987).

Çizelge 1. Toprak örneklerinin alındıkları lokasyonlar

Çarşamba				Terme			
Toprak No	Lokasyon	Fındık Çeşidi	Koordinat	Toprak No	Lokasyon	Fındık Çeşidi	Koordinat
1	Aşağı Donurlu	Çakıldak	D 563713 K 4561023	8	Ahmet Bey	Palaz	D 330857 K 4560820
2	Yukarı Kavacık	Çakıldak	D 562233 K 4567584	9	Yukarı Hüseyin Mescitli	Palaz	D 333172 K 4558017
3	Yamanlı	Çakıldak	D 564234 K 4560912	10	Aşağı Hüseyin Mescitli	Palaz	D 331610 K 4557963
4	Güneşli	Yerli	D 563087 K 4565138	11	Yerli	Palaz	D 324346 K 4565761
5	Allı	Yerli	D 561612 K 4570654	12	Kocaman	Palaz	D 329778 K 4556014
6	Kızılot	Palaz	D 562176 K 4573584	13	Gündoğdu	Palaz	D 326313 K 4564508
7	Bafracalı	Palaz	D 562431 K 4565527	14	Bazlamaç	Palaz	D 328508 K 4554672
				15	Uludere	Palaz	D 328493 K 4552849

Fosfor adsorpsiyonu mekanizmasının belirlenmesi için, aşağıdaki gibi ifade edilen ampirik Freundlich (1930)

$$X/m = KC^n \quad (1)$$

ve yarım ampirik Langmuir (1918)

$$X/m = \frac{bKC}{1 + kC} \quad (2)$$

izoterm denklemleri kullanılmıştır. Burada,  $X/m$ -toprak çözeltisindeki fosforun adsorbe edilen miktarı,  $\mu g g^{-1}$ ;  $K$  - birim ağırlıklı toprağın fosfor tutma kapasitesi,  $mg kg^{-1}$ ;  $C$  - toprağın denge çözeltisindeki

fosforun konsantrasyonu,  $\mu g ml^{-1}$ ;  $n$  - adsorpsiyon entalpisinin basınçla doğrusal değişmesi kabulünden gelen ampirik parametre;  $b$  - toprağın maksimum fosfor adsorpsiyon kapasitesi,  $\mu g g^{-1}$ ;  $k = k_{+1}/k_{-1}$  - adsorpsiyon ve desorpsiyon hızı katsayılarının oranı olup, fosfor iyonlarının adsorpsiyon (bağlanma) enerjisini karakterize eden denge katsayısıdır.

$K$  ve  $n$  parametrelerini belirlemek için

$$(1) \text{ ifadesinin } \lg \frac{X}{m} = \lg K + \frac{1}{n} \ln C$$

$$\left( \text{burada, } y = \lg \frac{X}{m}, B = \lg K \Rightarrow K = 10^B, A = \frac{1}{n}, x = \lg C \right)$$

;  $b$  ve  $k$  izoterm parametrelerinin belirlenmesi için ise

$$(2) \text{ ifadesinin } \frac{m}{X} = \frac{1}{b} + \frac{1}{bkC}$$

$$\left( \text{burada, } y = \frac{m}{X}, B = \frac{1}{b}, A = \frac{1}{bk}, x = \frac{1}{C} \right) \text{ olarak,}$$

$y = Ax + B$  biçiminde doğrusallaştırılması yapılır.

Doğrusal denklemlerin oluşturulmasında MİNİTAB-32 paket programı kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

#### 3.1. Toprakların bazı fizikokimyasal özellikleri ve besin element içerikleri

Toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’nin incelenmesinden görüleceği üzere toprakların kum kapsamı %16.72-51.54, silt kapsamı %22.79-41.34 ve kil kapsamı %23.65-56.51 arasında değiştiği ve toprakların kumlu killi tın, killi tın ve killi bünyede oldukları belirlenmiştir. Toprakların reaksiyonu pH 5.25-8.10 arasında değiştiği, Çarşamba yöre topraklarının alkalın, Terme yöre topraklarının ise nötr ve asit reaksiyonda olduğu bulunmuştur. Tuz içeriğinin EC 0.09-0.81 dS m<sup>-1</sup> arasında değiştiği ve her iki yöre topraklarının da tuzsuz oldukları bulunmuştur. Organik madde kapsamının %1.46-4.94 arasında değiştiği, Terme yöre topraklarının Çarşamba yöre topraklarından biraz daha fazla OM kapsadığı belirlenmiştir. Kireç kapsamının % 0.15-9.65 arasında değiştiği Çarşamba yöre topraklarının kireçli ve orta derecede kireçli, Terme yöre topraklarının kireç kapsamının ise çok düşük ve kireçsiz olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 2. Toprakların bazı fizikokimyasal özellikleri

Toprak No	Kum %	Silt %	Kil %	Bünye	pH	EC dS m <sup>-1</sup>	OM %	Kireç %
1	47.22	24.90	27.88	SCL	8.00	0.41	2.12	8.12
2	41.26	24.78	33.96	CL	8.10	0.39	1.46	9.65
3	16.72	26.77	56.51	C	7.55	0.81	3.27	7.43
4	51.44	22.79	25.77	SCL	8.10	0.45	2.40	8.24
5	51.54	24.81	23.65	SCL	7.70	0.42	1.99	7.06
6	34.89	35.21	29.90	CL	7.95	0.43	2.09	8.97
7	34.71	37.38	27.91	CL	7.50	0.57	2.26	4.21
8	37.37	34.04	28.59	CL	7.15	0.23	1.67	0.82
9	33.62	33.78	32.60	CL	5.85	0.17	1.50	-
10	30.90	35.13	33.97	CL	5.55	0.09	2.51	-
11	29.18	33.88	36.94	CL	6.60	0.40	4.42	0.10
12	28.81	41.34	29.85	CL	5.25	0.44	3.76	-
13	22.36	33.18	44.46	C	6.95	0.43	2.06	0.50
14	28.38	24.95	46.67	C	6.25	0.67	4.91	-
15	24.12	37.48	38.40	CL	5.55	0.65	2.26	-

SCL-Kumlu killi tın; CL-Killi tın; C-Kil

Toprakların bazı makro ve mikro besin element kapsamı Çizelge 3’te verilmiştir. Topraklar makro element kapsamı bakımından değerlendirildiğinde total N % 0.110-0.331 arasında; yarıyıllı fosfor 4.02-94.39 mg kg<sup>-1</sup> arasında; yarıyıllı potasyum 0.128-1.102 cmol kg<sup>-1</sup> arasında; yarıyıllı kalsiyum 5.63-43.75 cmol kg<sup>-1</sup> arasında; yarıyıllı magnezyum 2.70-13.96 cmol kg<sup>-1</sup> arasında ve yarıyıllı sodyum 0.145-0.0308 cmol kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bulunmuştur. Topraklar mikro element kapsamı bakımından değerlendirildiğinde yarıyıllı demir 20.96-112.69 mg kg<sup>-1</sup> arasında, yarıyıllı mangan 10.59-43.17 mg kg<sup>-1</sup> arasında, yarıyıllı çinko 0.54-3.21 mg kg<sup>-1</sup> arasında, yarıyıllı bakır 1.33-8.18 mg

kg<sup>-1</sup> arasında ve yarıyıllı bor 0.51-2.50 mg kg<sup>-1</sup> arasında değiştiği bulunmuştur. Toprakların N, P, Mg, Zn ve Cu kapsamı her iki yöre fındık bahçesi topraklarında da değişken olmakla beraber, Çarşamba yöresinde K, Ca ve B kapsamı; Terme yöresinde Na, Fe ve Mn kapsamı nispeten yüksek bulunmuştur.

#### 3.2. Toprakların Fosfor Adsorpsiyon Değerleri

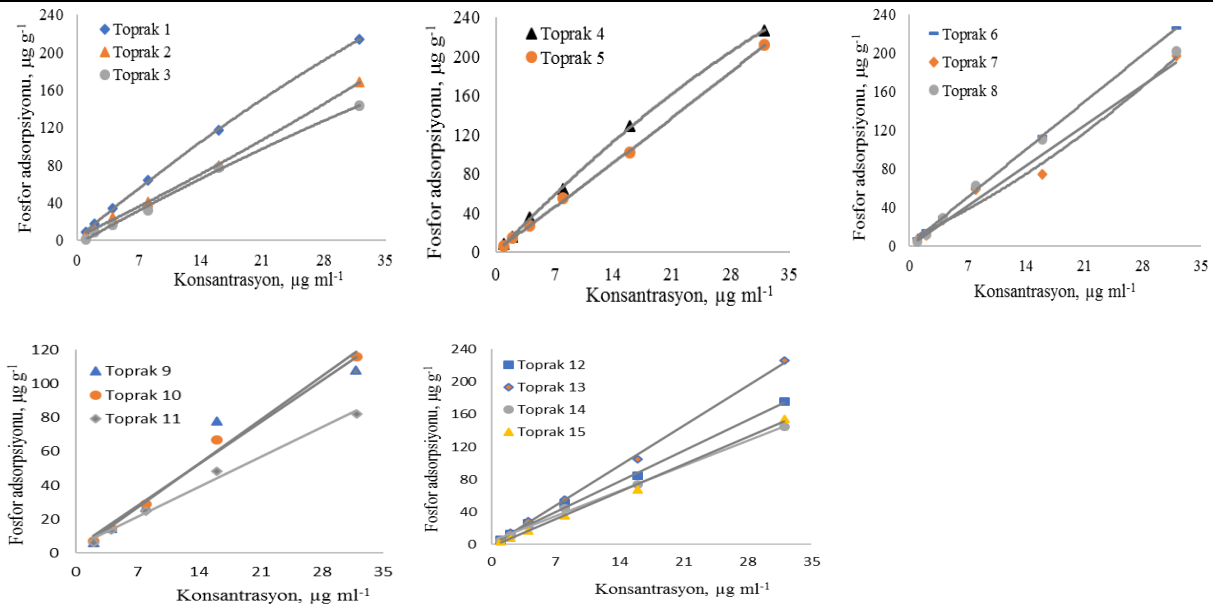
Araştırma topraklarında konsantrasyona bağlı olarak belirlenmiş fosfor adsorpsiyon değerleri Şekil 1’de verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere, konsantrasyona bağlı olarak topraklarda fosfor adsorpsiyon değerleri

1.01-234.15  $\mu\text{g g}^{-1}$  arasında değişmektedir. Fosfor adsorpsiyon miktarını en düşük (1.01-143.1  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) olarak 15 no'lu toprakta, en yüksek (8.98-234.15  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) ise 1 no'lu toprakta saptanmıştır. Toprak reaksiyonunun 7.15-8.10 aralığında değiştiği 1-8 no'lu topraklarda fosfor adsorpsiyonu (1.01-234.15  $\mu\text{g g}^{-1}$ ), pH değerleri 5.25-6.95 olan 9-15 no'lu topraklardaki adsorpsiyon miktarlarından (3.91-226.33  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) daha fazla bulunmuştur. Yagodin ve ark. (1989)'a göre,  $\text{pH}>6$  durumunda, toprakta fosfor birikimi için daha iyi ortam oluşmaktadır. Topraktaki kil ve organik madde

miktarının diğer faktörlerle beraber fosfor adsorpsiyonuna önemli düzeyde etki yapabilmesine rağmen, araştırma topraklarında bu parametrelerin değişimi orantılı olmadığından, fosfor adsorpsiyonunda düzenli değişim bulunmamıştır. Kireç değerlerinin fazla olduğu bazı topraklarda (örneğin, 1 ve 2 nolu topraklar) adsorpsiyon değerleri de fazla olmaktadır. Genel olarak, toprak parametreleri arasındaki değişimin orantılı olmaması, fosfor adsorpsiyon değerlerinde de orantısız değişime neden olmuştur.

Çizelge 3. Toprakların bazı yarıyıllı besin element değerleri

Toprak No	Toplam N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	%	$\text{mg kg}^{-1}$	$\text{cmol kg}^{-1}$			$\text{mg kg}^{-1}$					
1	0.138	20.31	0.428	23.33	8.34	0.181	33.23	13.63	0.54	3.93	1.61
2	0.112	5.13	0.308	31.25	7.90	0.188	20.96	11.77	0.61	2.75	1.19
3	0.207	7.46	0.942	43.75	11.25	0.181	23.09	12.24	1.00	3.84	0.95
4	0.152	7.11	0.300	29.17	7.91	0.188	23.63	12.10	0.58	3.22	0.80
5	0.133	6.88	0.470	31.25	7.28	0.175	25.23	11.30	0.48	2.99	1.20
6	0.153	21.02	0.877	32.50	6.46	0.169	26.29	17.87	0.90	3.46	2.50
7	0.155	25.92	1.102	30.21	10.94	0.217	34.83	17.40	0.84	4.88	2.23
8	0.141	94.39	0.193	22.92	8.75	0.308	57.23	26.56	0.69	4.65	0.71
9	0.110	23.48	0.410	13.23	6.77	0.199	52.96	10.59	0.77	3.22	0.51
10	0.165	4.02	0.128	5.63	2.70	0.145	57.76	33.02	1.20	1.33	0.84
11	0.291	4.66	0.278	21.88	10.04	0.217	68.69	40.20	1.58	5.58	1.70
12	0.262	12.22	0.920	7.92	2.08	0.181	78.56	43.17	3.21	3.32	0.92
13	0.177	6.99	0.300	22.92	13.96	0.254	72.61	22.57	0.62	3.93	1.73
14	0.331	20.28	1.049	36.25	8.13	0.301	74.29	40.62	2.83	8.18	0.70
15	0.184	26.43	0.663	9.58	3.14	0.199	29.49	17.40	0.72	4.17	1.41

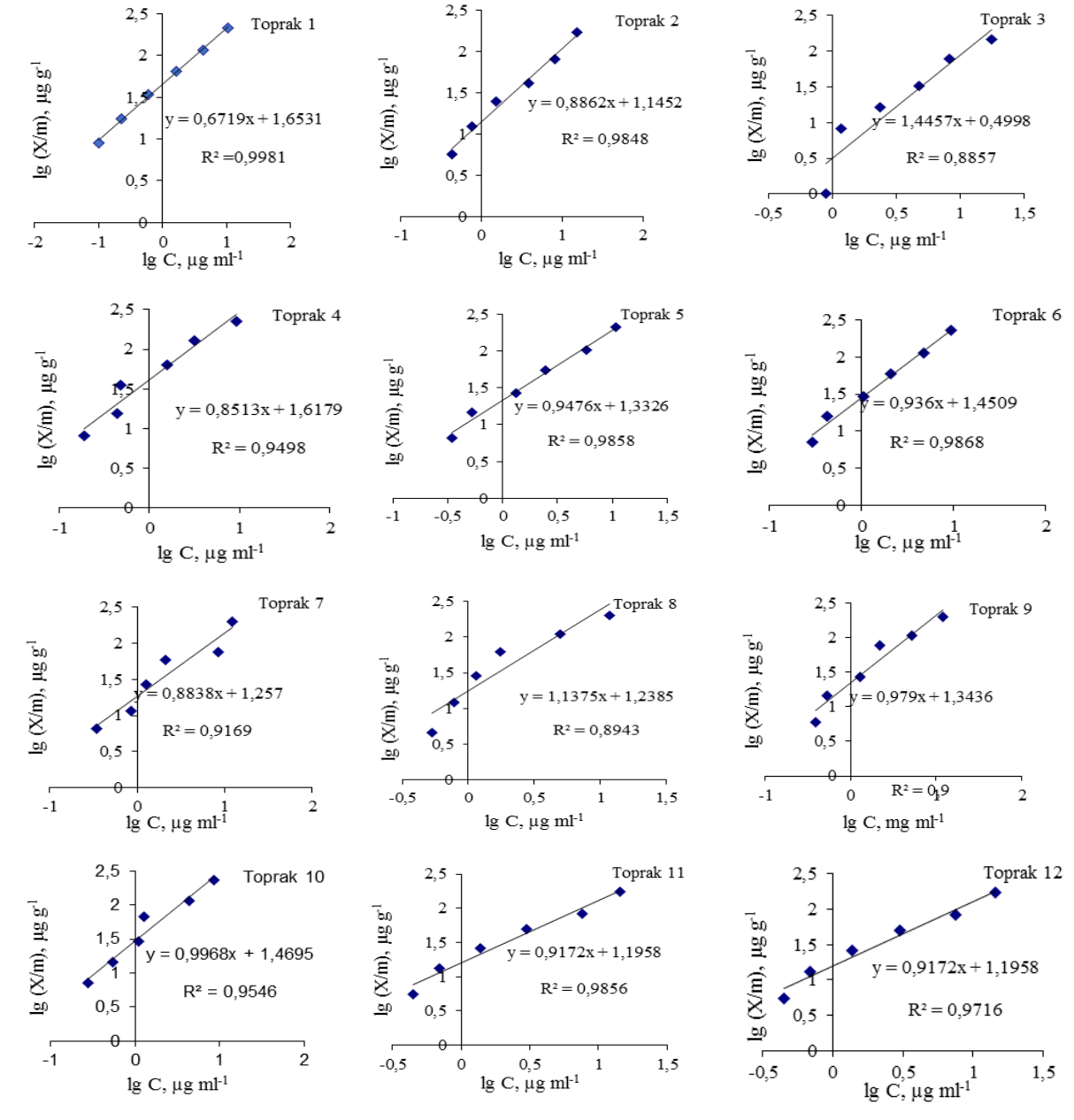


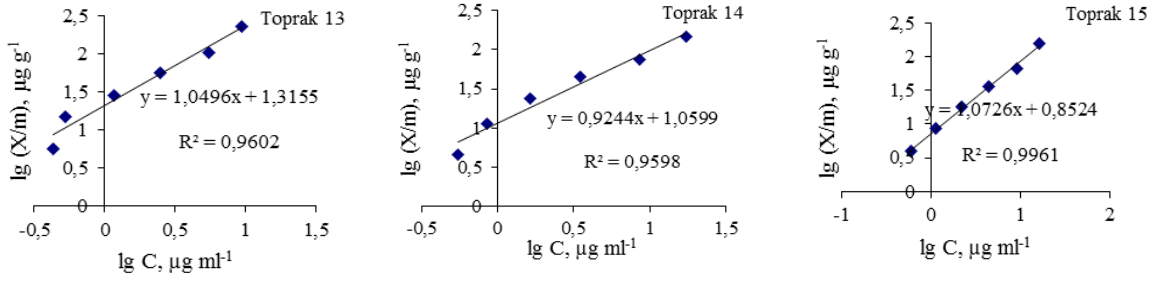
Şekil 1. Topraklardaki fosfor adsorpsiyon değerleri

### 3.3. Fosfor Adsorpsiyon Parametrelerinin Belirlenmesi

Toprakların Freundlich izoterm denklemlerinin doğrusal biçimdeki ifadeleri Şekil 2’de gösterilmiştir. Elde edilen doğrusal denklemlerde korelasyon katsayıları ( $R^2$ ) yüksek olup, 0.894-0.998 arasında değişmektedir.

Doğrusallaştırılmış Freundlich izoterm denklemlerinden kullanılarak hesaplanan birim ağırlıklı toprağın fosforu tutma kapasitesi ( $K$ ,  $mg\ kg^{-1}$ ) ve adsorpsiyon entalpisinin basınçla doğrusal değişmesi kabulünden gelen ampirik parametre ( $n$ ) değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.





Şekil 2. Toprakların doğrusallaştırılmış Freundlich izoterm denklemleri

Çizelge 4. Araştırma topraklarının fosfor adsorpsiyonu Freundlich parametreleri

Topraklar	A	B	$K = 10^B$	$n = 1/A$
1	0.672	1.653	44.988	1.488
2	0.886	1.145	13.970	1.128
3	1.446	0.500	3.161	0.692
4	0.851	1.618	41.486	1.175
5	0.948	1.333	21.508	1.055
6	0.936	1.451	28.242	1.068
7	0.884	1.257	18.072	1.131
8	1.138	1.239	17.318	0.879
9	0.979	1.344	22.060	1.021
10	0.997	1.470	29.478	1.003
11	0.795	1.224	16.738	1.259
12	0.917	1.196	15.696	1.090
13	1.050	1.316	20.678	0.953
14	0.924	1.060	11.479	1.082
15	1.073	0.852	7.119	0.932

A ve B doğrusal Freundlich denkleminin katsayılarıdır

Çizelge 4’den görüldüğü gibi, birim ağırlıklı toprağın fosforu tutma kapasitesini ifade eden K izoterm parametresi 3.161- 44.988 mg kg<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. En yüksek K değeri 1 no’lu toprakta, en düşük değer ise 3 no’lu toprakta saptanmıştır. Ortalama K değeri 19.940 mg kg<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Araştırma topraklarında kil ve organik madde miktarının az olması, diğer faktörlerle beraber K değerinin yüksek olmamasına neden olabilir. Aynı konsantrasyon düzeyine bağlı olarak fosfor adsorpsiyon miktarındaki farklı değişimler, K değerlerinin de düzensiz değişimine neden olmaktadır. Freundlich izoterm denklemlerinin n ampirik parametresi 0.692- 1.488 arasında değişmektedir. En yüksek n değeri 1 no’lu, en düşük ise 3 no’lu toprakta belirlenmiştir. Ortalama n değeri ise 1.055 olarak saptanmıştır.

Araştırma yapılan 1, 7, 11 nolu topraklarda doğrusallaştırılmış Langmuir izoterm denklemleri sırasıyla

$$y = 0.0107x + 0.0078 \quad (R^2 = 0.994);$$

$$y = 0.0542x + 0.0026 \quad (R^2 = 0.958);$$

$$y = 0.0563x + 0.0019 \quad (R^2 = 0.977)$$

gibi ifade

edilmektedir. Diğer izoterm denklemlerinde ise regresyon katsayılarının yüksek ( $R^2=0.657-0.992$ ) olmasına rağmen, toprağın maksimum fosfor adsorpsiyon kapasitesinin (b) ve fosfor iyonlarının adsorpsiyon (bağlanma) enerjisini karakterize eden denge katsayısının ( $k = k_{+1}/k_{-1}$ ) hesaplamasında kullanılan, A ve B katsayıları negatif olmaktadır. Bu ise araştırma topraklarında Langmuir izoterm denkleminin uyum sağlamadığını göstermektedir. Aynı zamanda, Atkins (2001)’e göre, Langmuir izotermine uygulanması, diğer varsayımlarla beraber ”bütün adsorpsiyon yörelerin eşdeğer ve yüzey mikroskobik düzeyde mükemmel derecede düzgün” olması varsayımına dayanmaktadır. Araştırma toprakları heterojen ve farklı özelliklere sahip olduğundan, Langmuir izotermine uyum sağlamaması bu varsayımın geçersiz olmasından da kaynaklanabilir. Pinsky (1997)’ye göre ise, katı faz: çözelti oranı 1:500 ve 1:1000 olduğunda elde edilen  $m/X = f(C)$  ilişkisi teorik varsayımı sağlamaktadır. Bu oranın daha küçük değerlerinde ise, uygun ilişki doğrusal olmamakta, dolayısıyla doğrusallaştırılmış Langmuir izoterm denklemleri uyum sağlamamaktadır.



#### 4. Sonuç

Farklı fizikokimyasal özelliklere sahip araştırma topraklarında, fosfor adsorpsiyonu konsantrasyona bağlı olarak düzensiz artış gösterdiği bulunmuştur. Aynı konsantrasyon uygulamalarında farklı fosfor adsorpsiyon değerleri belirlenmiştir. Yöre topraklarında doğrusallaştırılmış Freundlich izoterm denklemleri kullanılarak, birim ağırlıklı toprağın fosforu tutma kapasitesi ( $K$ ,  $mg\ kg^{-1}$ ) ve adsorpsiyon entalpisinin basınçla doğrusal değişmesi varsayımından ortaya çıkan ampirik parametre ( $n$ ) belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre doğrusallaştırılmış Langmuir izoterm denklemlerinin katsayıları negatif olması nedeniyle, araştırma topraklarında Langmuir izoterm denkleminin uyum sağlamadığı ortaya konulmuştur. Topraklarda P adsorpsiyonu izoterm denklemlerinin uygulanması ile ilgili çalışmalarda "izotermere ait varsayımların" göz önüne alınması gerekmektedir.

#### 5. Kaynaklar

- Ağca, N., Derici, M.R., 1999. Adıyaman Çamgazi Ovası topraklarında fosfor adsorpsiyonunun değişik izotermlemlerle belirlenmesi. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23 (Ek sayı:2): 401-407.
- Atkins, P.W., 2001. Fizikokimya (Çeviri editörleri: Yıldız, S., Yılmaz, H., Kılıç, E.). Bilim Yayıncılık, Ankara, s. 849- 876.
- Amer, F., Buldin, D.R., Black, C.A., Duke, F.R., 1955. Characterization of soil phosphorus by anion exchange resin adsorption and P32 equilibration. *Plant Soil*, 6: 391– 408.
- Anonim, 2014. Tarıma bağlı çevre kirliliği. [www.yesilaski.com/tarima-bagli-cevre-kirliligi.htm](http://www.yesilaski.com/tarima-bagli-cevre-kirliligi.htm), Erişim: 6 Haziran 2016.
- Asri, F.Ö., S. Sönmez ve S. Çıtak. 2007. Kadmiyumun çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Derim Dergisi*, 24: 34-41.
- Atalay, A., 2001. Variation in phosphorus sorption with soil particle size. *Soil and Sediment Contamination: An International Journal*, 10(3): 317-335.
- Bayraklı, F. 1987. Toprak ve bitki analizleri. Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, s. 97-117, Samsun.
- Bayraklı, F., 1998. Toprak kimyası. OMÜ Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 26, Samsun, 214 s.
- Bazin, E.P., Ivanov, V.N., Shulgin, D.F., 1982. Ob adsorbsii pitatelnix veşestv počvami. *Pocvovedeniye*, 5: 27-31.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A recalibration of the hydrometer method for making mechanical analysis of soil. *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Brar, B.S., Vig, A.C., 1988. Kinetics of phosphate release from soil and its uptake by wheat. *J. Agric. Sci.*, 110: 505–513.
- Bremner, J.M., 1965. Total nitrogen. In C.A. Black, D.D. Evans, J.L. White, L.E. Ensminger, F.E. Clark (Eds). *Method of soil analysis, Part 2, Chemical and microbiological properties*. Agronomy 9, ASA, Madison, Wisconsin, USA, 1149-1176.
- Bremner, J. M., Mulvaney, C. S., 1982. Nitrogen-Total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R (Eds.), *Methods of Soil Analysis, Part 2. Chemical and Microbiological Properties*. 2 nd ed. Agronomy 9: 595-624.
- Ceylan, Ş., Kılınc, R., Karakaş, D., 2003. Bitlis yöresi topraklarının fosfor adsorpsiyon ve fiksasyon durumlarının nükleer yöntem ile belirlenmesi. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 40(1): 71-78.
- Chien, S.H., Clayton, W.R., 1980. Application of elovich equation to the kinetics of phosphate release and sorption in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 44: 265–268.
- Chitrakar, R., Tezuka, S., Sonoda, A., Sakane, K., Ooi, K., Hirotsu, T., 2006. Selective adsorption of phosphate from seawater and wastewater by amorphous zirconium hydroxide. *Journal of Colloid and Interface Science*, 297 (2): 426-433.
- Dalal, R.C., 1979. Application of dubinin-radushkevich adsorption isotherm for phosphorus sorption by soils. *Soil Science*, 128 (2): 65-69.
- Del Bubba, M., Arias, C.A., Brix, H., 2003. Phosphorus adsorption maximum of sands for use as media in subsurface flow constructed reed beds as measured by the Langmuir isotherm. *Water Research*, 37: 3390–3400.
- Enfield, C. G., Harlin, C.C., Bledsoe, B.E., 1976. Comparison of five kinetic models for orthophosphate reaction in mineral soils. *Soil Science Society of America Journal*, 40 (2): 243-249.
- Enfield, C.G., Phan, T., Walters, D.M., Ellis, R., 1981a. Kinetic model for phosphate transport and transformation in calcareous soils. I. Kinetics of Transformation. *Soil Science Society of America Journal*, 45: 1059-1064.
- Enfield, C.G., Phan, T., Walters, D.G., 1981b. Kinetic model for phosphate transport and transformation in calcareous soils. II. Laboratory and Field Transport. *Soil Science Society of America Journal*, 45: 1064-1070.
- Evans, R.L., Jurinak, J.J., 1976. Kinetics of phosphate release from a desert soil. *Soil Science*, 121: 205– 211.
- Freundlich, H., 1930. *Fine deratellung der chemie der kolloid und verwandfer gabiet*. Leipzig, Acad. Verl.-ges, 560 pp.
- Garcia-Rodeja, I., Gil-Sotres, F., 1997. Prediction of parameters describing phosphorus-desorption kinetics in soils of Galicia (Northwest Spain). *J. Environ. Qual.*, 26: 1363– 1369.
- Georg J. L., Franz Z., Zakir H. K., Martin H. G., 2009. Phosphorus sorption–desorption in alluvial soils of a young weathering sequence at the Danube River. *Geoderma*, 149: 39-44.
- Jin, X., Wang, S., Pang, Y., Zhao, H., Zhou, X., 2005. The adsorption of phosphate on different trophic lake sediments. *Colloids and Surfaces A: Physicochem Eng. Aspects*, 254: 241-248.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III, Toprak analizleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim Araş. ve Gel. Vakfı Yayınları, 705 s., Ankara.
- Kang, J., Amoozegar, A., Hesterberg, D., Osmond, D. L., 2011. Phosphorus leaching in a sandy soil as affected by organic and inorganic fertilizer sources. *Geoderma*, 161: 194–201.
- Koopmans, G.F., McDowell, R.W., Chardon, W.J., Oenema, O., Dolfing, J., 2002. Soil phosphorus quantity–intensity relationships to predict increased soil phosphorus loss to overland and subsurface flow.

- Chemosphere, 48: 679–687.
- Kou, S., 1988. Application of a modified Langmuir isotherm to phosphate sorption by some acid soils. *Soil Science Society of America Journal*, 52: 97-102.
- Köleli, N., Ç. Kantar, 2006. Fosforlu gübrelerde ağır metal tehlikesi. *Ekoloji Dergisi*, 9: 1-5.
- Langmuir, I., 1918. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. *J.American Chem.Soc.*, 40: 1361-1403.
- Leytem, A.B., Westermann, D.T., 2003. Phosphate sorption by pasific Northwest Calcareous Soils. *Soil Science*, 165 (5): 368-375.
- Li, W., Friedrich, R., 2006. Balancing phosphorus adsorption and consumption processes in experimental treatment ponds for agricultural drainage water. *Ecological Engineering*, 28: 14-24.
- Liang, H., Liu, J., Wei, Y., Guo, X., 2010. Evaluation of phosphorus removal from wastewater by soils in rural areas in China. *Journal of Environmental Sciences*, 22(1): 15-22.
- Lopez-Pineiro A, Garcia Navarro A., 1997. Phosphate sorption in vertisols of southwestern. Spain. *Soil Sci.*, 162(1): 69–77.
- Mandzhieva , S., Minkina, T., Pinskiy, D., Bauer, T., Sushkova, S., 2014. The role of soil's particle-size fractions in the adsorption of heavy metals. *Eurasian Journal of Soil Science*, 3(3): 197-205.
- Nair, V.D., Graetz, D.A., Reddy, K.R., 1998. Dairy manure influences on phosphorus retention capacity of spodosols. *Journal of Environmental Quality*, 27(3): 522-527.
- Nwoke, O.C., Vanlauwe, B., Diels, J., Sanginga, N., Osonubi, O., Merckx, R., 2003. Assessment of labile phosphorus fractions and adsorption characteristics in relation to soil properties of West African savanna soils. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 100: 285–294.
- Oskay, K. S., 1986. The influence of time on phosphate retention and the description of P adsorption by means of Langmuir isotherm in calcereous soils. *Doğa Tr. J.Agr.Forest.*, 10 (2): 252-261.
- Pinsky, D. L., 1997. Ion-Exchange Processes in Soils. Pushchino, 166 pp.
- Pinsky, D.L., Minkina, T.M., 2013. Regularities of Cu, Pb and Zn adsorption by chernozems of the South of Russia. *Eurasian Journal of Soil Science*, 2(1): 59-68.
- Polyzopoulos, N. A., Keramidas, V. Z., Kiosse H., 1985. Phosphate sorption by some alfisols of Greece as described by commonly used isotherms. *Soil Sci Soc Am Proc.*, 49 :81–84.
- Prodromou, K.P., 2016. Lithium adsorption on amorphous aluminum hydroxides and gibbsite. *Eurasian Journal of Soil Science*, 5(1): 13-16.
- Quang, V.D., Thai, V.C., Tuong Linh, T.T. , Dufey, J.E., 1996. Phosphorus sorption in soils of the Mekong Delta (Vietnam) as described by the binary Langmuir equation. *European Journal of Soil Science*, 47 (1): 113-123.
- Sağlam, 2006. Toprak ve suyun kimyasal analiz yöntemleri. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, s. 45-49, Tekirdağ.
- Sayılı, M., Akman, Z., 1993. Tarımsal uygulamalar ve çevreye olan etkileri. *Ekoloji Dergisi*, 12: 28-32.
- Schachtschabel, P., Blume, H.P., Brümmer, G., Hartge, K.H., Schwertmann, U, Fischer, W.R., Renger, M., Sttebel, O. (Çevirenler: Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H.), 2001. Toprak bilimi. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 73, Ders Kitapları Yayın No: A-16, Adana, 816 s.
- Sencar, Ö., Gökmen, S., Yıldırım, A. 1993. Tarımsal ekoloji, GOP Üniv. Ziraat Fak. Ders Yayınları, 262 s., Tokat.
- Sei, J., Jumas, J.C., Olivier-Fourcade, J., Quiquampoix, H., Staunton, S., 2002. Role of iron oxides in the phosphate adsorption properties of kaolinites from the ivory coast. *Clays and Clay Minerals*, 50: 217-222.
- Shariatmadari, H., Shirvani, M., Jafari, A., 2006. Phosphorus release kinetics and availability in calcareous soils of selected arid and semiarid toposequences. *Geoderma*, 132: 261-272.
- Soil Survey Laboratory, 1992. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. *Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office, Washington D.C. USA.*
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Sönmez, S. 2008. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*, 25(2): 24-34.
- Steffens, D., 1994. Phosphorus release kinetics and extractable phosphorus after long-term fertilization. *Soil Science Society of America Journal*, 58: 1702–1708.
- Toor, G.S., Bahl, G.S., 1999. Kinetics of phosphate desorption from different soils as influenced by application of poultry manure and fertilizer phosphorus and its uptake by soybean. *Biores. Technol.*, 69: 117– 121.
- Walkey, A., 1947. A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils-effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, 63(4): 251-264.
- Yagodin, B.A., Smirnov, P.M., Peterburgskiy, A.V., Asarov, H.K., Demin, V.A., Rešetnikova, N.V., 1989. *Agrohimiya*. Press BO Agropromizdat, Moskova, s. 254-299.



## Isparta-Atabey ovası topraklarında mikro element yayırlılığı ile toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin temel bileşen analizi ile belirlenmesi

Burhan Durgun , Veli Uygur\*, Burak Durgun, Enise Sukuşu

*Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü ve Bitki Besleme Bölümü, İSPARTA*  
\*Sorumlu yazar/corresponding author: veliuygur@sdu.edu.tr

Geliş/Received 28/10/2016 Kabul/Accepted 01/03/2017

### ÖZET

Toprak oluşum süreçlerine ve arazi kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan toprak özellikleri topraklarda mikro element yayırlılığı üzerine etki etmektedir. Bu çalışmada Isparta-Atabey ovasındaki 21 toprak serisinden alınan 70 toprak örneği incelenen 24 parametre ile toprakların yayırlı mikro element konsantrasyonları arasındaki ilişkiler tanımlayıcı istatistikler, Pearson korelasyonu ve temel bileşen analiz yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistik analizlerden çarpıklık katsayısının yüksek ve pozitif olması, organik madde, fosfor (P), bakır (Cu), demir (Fe) ve çinko (Zn)' nun büyük oranda topraklarda tarımsal uygulamaların ve/veya kısmen de toprak oluşum süreçlerinin etkisiyle arttığını göstermiştir. Temel bileşen analizi, toprakların davranışlarının tanımlanmasında yedi bileşenin toplam varyansın yaklaşık %80'nini açıklayabildiğini ve bu bileşenlerden iki tanesinin ise topraklardaki mikro elementlerin konsantrasyonundaki değişimi açıklayabildiğini belirlemiştir. Topraklardaki Cu ve Zn konsantrasyonundaki değişimle ilişkili temel bileşenin yayırlı P, Cu, Zn, amonyum asetat ile ekstrakte edilebilir Mg ile pozitif, kil miktarı ile negatif ilişkili olduğu belirlenmiştir. Temel bileşen 5 ise topraklardaki Fe ve Mn konsantrasyonundaki değişimi pH'nın negatif etkisiyle ilişkilendirmiştir. Sonuç olarak bazı toprakların Zn ve Cu mikroelementleri açısından gübreleme ve zirai mücadele pratiklerinin etkisiyle DTPA ile ekstrakte edilebilen konsantrasyonlarının çevresel açıdan risk oluşturabilecek seviyelere ulaştığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
Atabey ovası  
Mikro element  
Tanımlayıcı istatistikler  
Temel bileşen analizi  
Toprak özellikleri

### Assessment of relations between micro element availability and soil properties in Isparta-Atabey plain using principal component analysis

#### ABSTRACT

Soil properties influenced by soil formation processes and land use affect micro nutrition availability in soils. This study aims to reveal relationships between 24 measured soil parameters and micro element availability through descriptive statistics, Pearson correlation and principal analysis techniques, in 70 surface samples (0-20 cm) taken from the 21 soil series of Isparta-Atabey plain. Positive and high skewness coefficients indicated that organic matter and available concentrations of phosphorus (P), copper (Cu), iron (Fe), and zinc (Zn) increased due to mainly agricultural practices and/or to relatively lesser extent soil forming processes. Principal component (PC) analysis indicated that seven components explained about 80% of total variance and two of these components were responsible for the variation in microelement concentrations. The principal component related to Cu and Zn in soils showed positive loading with available P, Cu, Zn, ammonium acetate extractable Mg; and negative loading with only clay content of soils. The PC 5 explained the variation in Fe and Mn concentrations in relation to negative loading of soil pH. Consequently, it was determined that the DTPA extractable concentrations of Cu and Zn in some sampling sites have reached environmentally risky levels.

Keywords:  
Atabey Plain  
Descriptive statistics  
Micro elements  
Principal component analysis  
Soil properties

© OMU ANAJAS 2017

### 1. Giriş

Topraklarda besin elementlerinin herhangi bir zamandaki konsantrasyonu; toprak oluşum süreçlerinin, uzun dönem arazi kullanım şeklinin, kısa dönem yapılan tarımsal pratiklerin ve anlık çevresel faktörlerin etkisi

sonucu ortaya çıkmaktadır. Toprakların fiziko kimyasal özellikleri mikro besin elementi alımını ve yayırlılığını etkilemektedir. Topraklarda mikrobeyin elementlerinin noksanlığı, genelde yüksek pH, kireç (Çakmak ve ark., 1996), metal oksitler, düşük organik madde, kil tipi ve kil miktarıyla ilişkilidir (Marschner,

1995). Diğer taraftan gelişen tarımsal teknoloji ve girdi yönetimi birim alandan daha fazla ürün elde edilmesine imkan sağlarken; topraklarda depo besin elementi fraksiyonları üzerine önemli etkilerde bulunmaktadır. Bu bağlamda artan gübre kullanımı topraklara mikrobeselementlerinin de önemli miktarda ilavesine neden olmakta bu da toprakta kapasite ve intensite faktörleri üzerinde önemli etkilere neden olmakta ve yeni dinamik dengeleri ortaya çıkarmaktadır (Lindsay, 1979).

Genç topraklarda genelde mikro elementler primer minerallerin yapısında olduğundan ilgili mineralin çözünürlüğü çerçevesinde bir yarayışlılık söz konusudur (Lindsay, 1979, 2001). Toprak oluşumunun ilerleyen aşamalarında ise mikro elementlerle ikincil reaksiyonlar veren kil, organik madde, seskioksitler, kireç gibi toprak bileşenleri devreye girer (Usta, 1995). Bu bileşenlerden organik maddenin artması şelatlaşma reaksiyonlarını teşvik edeceğinden katyonik mikro elementlerin yarayışlılığını da önemli ölçüde arttırmaktadır (Spark ve ark., 1997; Marschner, 2012; Kacar, 2013). Kil mineralleri ise gerek geniş yüzey alanları ile gerekse spesifik reaksiyonlarla mikro elementlerin yarayışlılığını ve hareketliliğini azaltmaktadır (Gunawardana ve ark., 2014; Lair ve ark., 2007; Querol ve ark., 2006). Benzer şekilde topraklarda yüksek miktarlarda bulunan karbonat mineralleri adsorpsiyon kapasiteleri çok yüksek olmasa da çökeltme reaksiyonlarının gerçekleşmesi için uygun ortamlar oluşturarak metalik mikroelementlerin karbonatlar, hidroksitler veya hidroksi karbonatlar şeklinde çökeltmesine neden olmaktadır (Papadopoulos ve Rowel, 1989; Uygur, 1998; Uygur ve Rimmer 2000; Mengel ve Kirkby, 2001). Bu da elementlerin yarayışlılığını gerçekte toplam miktar itibarıyla yeterli de olsa sınırlandırmakta ve kireçli topraklarda mikro element noksanlıkları yaygın olarak görülmektedir (Güzel ve ark., 1991).

Tarımsal üretimde kalite ve kantitenin artırılabilmesi için son yıllarda birincil elementlerin yanında ikincil ve mikroelement gübrelemesi de yaygın bir uygulamadır. Bu uygulamalar özellikle meyve y ve sebze yetiştiriciliğinde çok daha yoğun olarak gerçekleştirilmektedir. Diğer taraftan meyve yetiştiriciliğinde bordo bulamacı kullanımı oldukça yaygın bir uygulamadır. Bordo bulamacı Cu'nun yanında önemli miktarlarda Zn' de içermektedir. Nitekim 90 yıldır bordo bulamacı kullanılan bağ arazilerinde yapılan bir çalışmada Cu ve Zn elementlerinin kontrol parseline göre daha yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu belirlenmiştir (Couto ve ark., 2015).

Mevcut literatürler ışığında bu çalışmada Isparta'nın en önemli tarım alanı olan Atabey ovası topraklarında katyonik mikroelementlerin yarayışlılığı üzerine toprak özellikleri ve uygulanan tarımsal pratiklerin etkisi, tanımlayıcı istatistikler, Pearson korelasyon ve temel bileşen analizleri kullanılarak ortaya konulmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Toprak örneklerinin alınması

Atabey ovasında belirlenmiş olan 21 toprak serisinden (Akgül ve ark., 2001) her birinden en az üç adet olmak üzere her bir örnekleme sahasından burgu ile farklı noktalardan alınan örneklerden komposit toprak örneği oluşturulmuştur. Toplamda 70 ayrı noktadan örnekleme yapılmıştır. Örnekleme yapılan arazilerin örnekleme zamanındaki mevcut bitki örtüsü kaydedilmiştir. Örnekler gölgede hava kuru hale gelinceye kadar kurutulduktan sonra 2 mm' den elenerek analizlere hazırlanmıştır.

### 2.2. Toprak örneklerinde yapılan analizler

Toprak örneklerinde pH, EC, tekstür, kireç içeriği, organik madde, yarayışlı fosfor, amonyum asetatla ekstrakte edilebilen Na, K, Ca ve Mg, DTPA ile ekstrakte edilen yarayışlı mikro elementler Kacar (2012)'de belirtilen yaygın yöntemlerle belirlenmiştir. Ayrıca topraklarda mikro elementlerin yarayışlılığı ile yakından ilgili olan Fe ve Mn'nin amorf, kristalin ve toplam miktarları belirlenmiştir. Amorf yapıdaki oksitler kireci giderilen 1 g toprak örneğine 0.2 molarlık 10 mL oksalat tamponu eklendikten sonra karanlıkta 4 saat çalkalanarak; kristalin Fe ve Al oksitler, amorf oksitleri ekstrakte edilmiş örnek 10 mL pH' sı 2.25 ayarlanmış ve 0.2 M'lık oksalat tamponu içerisinde hazırlanmış 0.1 M askorbik asit çözeltisi (Shuman, 1988) ve toplam Fe ve Mn ise toprak örneklerinin kral suyu ile yaş yakılarak elde edilen süzüklerde belirlenmiştir (Spark, 1996). Toprak örneklerinde belirlenmiş olan parametrelere ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1' de verilmiştir.

### 2.3. İstatistiksel Analizler

Veri setine uygulanan tüm istatistiksel analizler SPSS 17 paket programında gerçekleştirilmiştir. Veri setindeki parametrelerin tanımlayıcı istatistiksel analizleriyle birlikte veri setinin normal dağılıma uygunluğu çarpıklık ve basıklık katsayıları ve bu katsayılarla ait standart sapma ile değerlendirilmiştir. Basıklık ve/ veya çarpıklık katsayısı  $\leq 2 \times$  standart sapma olduğu durumda parametrenin normal dağılım gösterdiği varsayılmıştır (Berkman ve Reise, 2012). Toprak özellikleri ile mikro elementlerin yarayışlı miktarları arasında veri setinde normal dağılım göstermeyen parametreler transforme edilerek normal dağılıma yaklaştırıldıktan sonra Pearson korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir.

Topraklarda belirlenen yarayışlı mikro element konsantrasyonları ile tanımlayıcı toprak özelliklerine veri indirgeme yöntemi olan temel bileşen analizi (PCA) uygulanmıştır (Landau ve Everitt, 2004). Temel bileşen analizi orijinal  $p$  değişkeninin varyans yapısını daha az sayıda ve bu değişkenlerin doğrusal bileşenleri

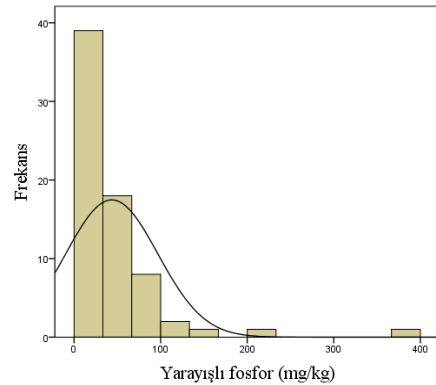
olan yeni değişkenlerle açıklanmasıdır. PCA, bu bağlamda, aralarında korelasyon bulunan  $p$  sayıda değişkenin açıkladığı yapıyı, aralarında korelasyon olmayan ve sayıca orijinal değişken sayısından daha az sayıda, orijinal değişkenlerin doğrusal bileşenleri olan değişkenlerle ifade edilmesidir. Bu aşamada çarpıklık katsayısını düşürmek için veri setindeki pH ve kum miktarına herhangi bir transformasyon uygulanmamış; EC' ye karekök; P, Cu, Fe ve Zn' ye Ln; Mn'ye Ln(10+Mn); ve diğer parametrelere Log transformasyonu uygulanmıştır. Daha sonra dimension reduction>factor analysis>principal component sekmelerinden "correlation matrix" ve "varimax" rotasyonu kullanılarak temel bileşenler ekstrakte edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

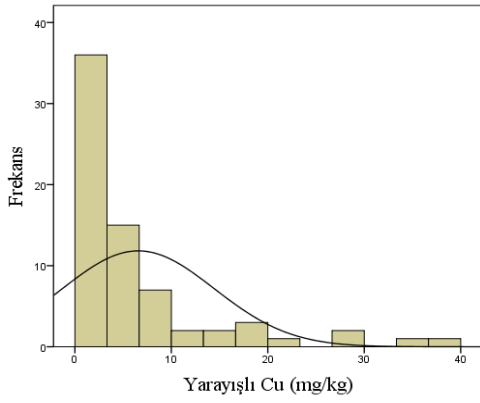
#### 3.1. Toprakların genel özellikleri

İncelenen toprak özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği çarpıklık ve basıklık katsayıları üzerinden değerlendirilmiştir. Bu açıdan toprak özelliklerinden organik madde (2.257), kireç (1.158), EC (1.078), K (0.843), Mg (1.162), Na (2.32), P (3.971), Cu (2.300), Fe (1.928) ve Zn (2.424) parametreleri sağdan çarpık bir frekans dağılımı göstermektedir. Çarpıklık değeri ne kadar yüksek olursa bu normal dağılımdan daha fazla bir sapmanın göstergesi ve aynı zamanda gerek toprak oluşum süreciyle gerekse toprakların kullanım pratiklerinden kaynaklanan bir artışın olduğunu göstermektedir. Çarpıklık değerleri örnekleme sahasında organik madde kapsamının özellikle çok yıllık meyve bahçelerinin etkisiyle arttığına işaret etmektedir. Kireç, EC, amonyum asetatla ekstrakte edilebilen K, Mg, Na parametrelerindeki pozitif kuyruklanmanın ana materyal, topoğrafya, iklim gibi toprak yapan faktörlerin lokal etkilerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneğin çalışma sahasında kireçli ana materyallerin bulunması pozitif kuyruklanmaya neden olurken; EC, Na gibi özelliklerde sağdan çarpık dağılımın topoğrafyanın ve iklimin kısmen de sulamanın etkisiyle ortaya çıktığı değerlendirilmiştir. Zira çalışma sahası toprakları; yüksek tepelikler ve sırtlar, kolüvyal etekler, alüvyal yelpazeler, yaşlı dere yatakları, bajadalar, taban araziler ve genç dere yatakları gibi fizyografik üniteler üzerinde meydana gelmişlerdir (Akgül ve ark., 2001). Bu da suyun etkisiyle taşınma/birikme olayları neticesinde incelenen parametrelerde artış ve azalışlara neden olmaktadır. Herhangi bir örnekleme noktasındaki yıkanma nedeniyle meydana gelen azalma yıkanan elementin konsantrasyonunun birikme noktalarında artışına neden olmasıyla; yıkanma eğilimi düşük olan element için de yıkanma noktalarında göreceli artışına

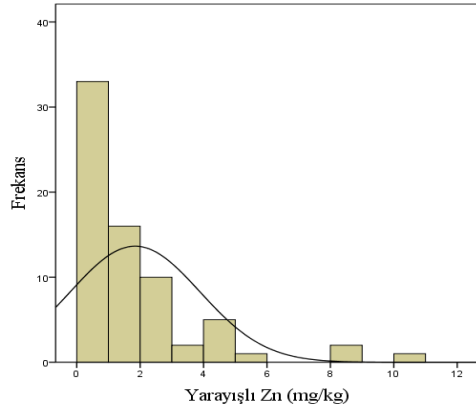
neden olmasıyla pozitif çarpıklık ortaya çıkmaktadır. Fosfor, Cu, Zn ve Fe'nin frekans dağılımındaki sağdan kuyruklanmanın büyük ölçüde çalışma sahasındaki topraklara yapılan gübreleme programlarından kaynaklandığını düşünülmektedir. Zira toprakların fosfor içeriğine ait frekans dağılım grafiği incelendiğinde (Şekil 1) toprakların önemli bir kısmının (%60' tan daha fazla) Olsen yöntemine göre yeterlilik üst sınırının ( $25 \text{ mg kg}^{-1}$ ) üzerinde olduğu görülmektedir. Hatta örneklerin ortalama değeri  $43.55 \text{ mg kg}^{-1}$  olması da fosforlu gübrelemenin etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Benzer şekilde yüksek çarpıklık değerleri ovada önemli miktarda Zn, Cu ve Fe gübrelemesi yapıldığını göstermektedir. Yarıyıllı Cu konsantrasyonunun  $37.4 \text{ mg kg}^{-1}$  e kadar ulaşması ovada Cu gübrelemesi veya bordo bulamacı ve diğer Cu içeren preparatların kullanımının olumsuz etkilerinin toksik seviyelere ulaşma sınırında olduğunu göstermektedir. Frekans dağılım grafiği ise 18 toprakta yarıyıllı Cu konsantrasyonunun  $6.66 \text{ mg kg}^{-1}$  değerinin üzerinde olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Benzer yüksek konsantrasyonlar ( $3 \text{ mg kg}^{-1}$ 'in üzerinde 11 toprak) Zn içinde söz konusu olup potansiyel toksiklik tehlikesi bulunmaktadır (Şekil 3). Manganez konsantrasyonuna ait veri seti normal dağılım göstermekle beraber ilave edilen Mn'nin oksitler şeklinde çökeldiği Mn oksitlere ait yüksek pozitif çarpıklık katsayısından anlaşılmaktadır. Benzer şekilde nispeten düşük çarpıklığa sahip Fe'nin de oksitler şeklinde çökeldiği amorf Fe oksit ( $\text{AmFeOx}$ ) veri setinin yüksek pozitif çarpıklığından gözlenebilmektedir (Çizelge 1). Bu öngörümüze paralel olarak Lindsay (1979) pH 7-8 aralığında Fe ve Mn'nin stabil, çözünürlüğü son derece düşük oksitler/hidroksitler şeklinde çökme reaksiyonu verdiğini bildirmiştir.



Şekil 1. Toprakların yarıyıllı fosfor konsantrasyonlarına ait frekans dağılımı histogramı



Şekil 2. Toprakların yarayışlı bakır konsantrasyonlarına ait frekans dağılım histogramı.



Şekil 3. Toprakların yarayışlı çinko konsantrasyonlarına ait frekans dağılım histogramı.

Negatif çarpıklık ise ilgili parametrelerde düşük değerlerin bulunduğu, toprak oluşum süreci sırasında ortaya çıkan kayıpları ya da tarımsal uygulamalar neticesinde meydana gelen kayıpları ifade etmektedir. Negatif çarpıklık gösteren parametreler kum, pH ve Ca'dır. Genel itibarıyla bu parametrelerden kum ve Ca normal değerler içerisinde değerlendirilebilir. Ancak pH parametresine ait çarpıklık katsayısı normal dağılımı temsil etmeyecek kadar yüksektir (Çizelge 1). Bu da toprak oluşumu sırasında bazı alanlarda toprak pH'ının düştüğünü göstermektedir. Toprakların temel ana materyalinin su ve/veya yerçekiminin etkisi ile taşınmış Mesozoik-Tersiyer kireçtaşları olduğu ve topraklardaki ana farklılaşma nedenlerinden en önemlilerinden birisinin farklı fizyografik üniteler olduğu (Akgül ve ark., 2001) göz önüne alındığında, bu durum daha iyi anlaşılabilir. Nitekim toprak oluşumun ilerlemesi ya da horizonlaşmadaki artış ile toprak pH'ında bir azalma olmaktadır (Usta, 1995) diğer taraftan özellikle meyve bahçelerinde damla sulama sistemlerinin tıkanmasını önlemek amacıyla kullanılan asitlerin kireç içeriği düşük topraklarda böyle bir etki oluşturabileceği değerlendirilmiştir.

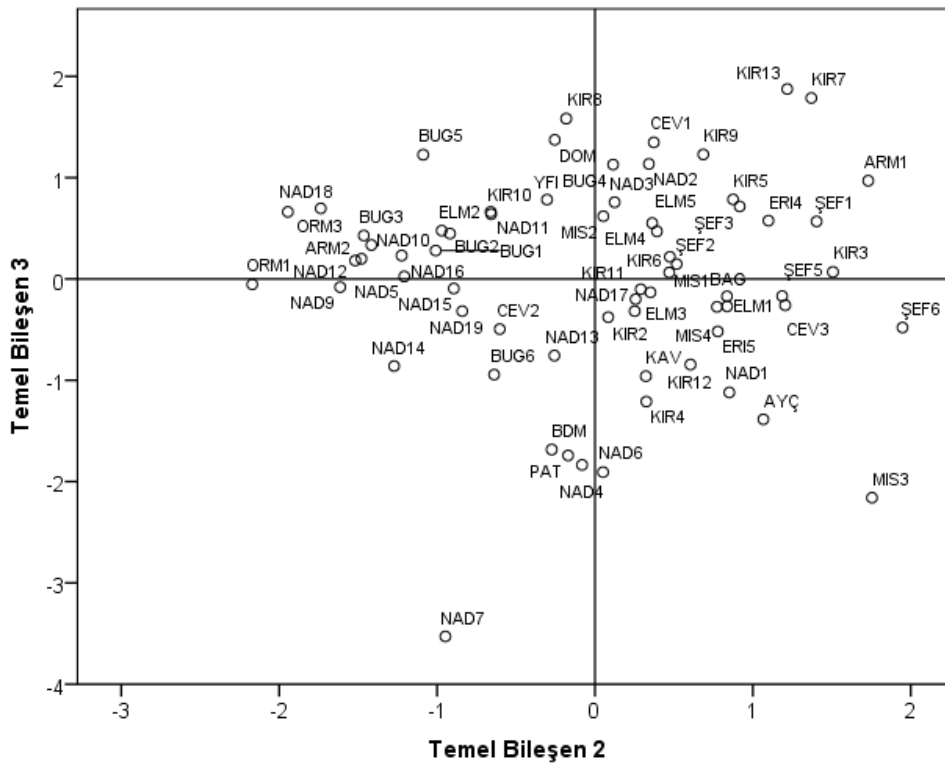
Basıklık katsayısı  $< 2$  X çarpıklığın standart hatası olduğunda normal dağılım olarak kabul edilmekte pozitif değerler sivri bir dağılımı negatif değerler ise basık bir dağılımı ifade etmektedir (Berkman ve Reise, 2012). Pozitif basıklık değeri, mod değeri etrafında toplanma eğilimini gösterirken; negatif olan basıklık değeri ise ilgili özellik açısından toprakların değişkenliğine işaret etmektedir. Toprakların kireç (0.52), KDK (0.34), kum (-0.349), silt (-0.441), kil (0.197), Ca (-0.16), K (-0.09), Mg (1.11) ve Mn (-0.89) parametreleri normal dağılım göstermektedir. En yüksek basıklık değeri yarayışlı fosfor içeriğinde (20.95) belirlenmiş bunu Na (16.10), organik madde (8.552), Zn (6.94), Cu (5.23), Fe (3.92), EC (2.06) ve pH (1.69) takip etmiştir. Fosfor açısından mod değeri (13.67 mg kg<sup>-1</sup>) ve medyan değerinin 27.75 mg kg<sup>-1</sup> olması toprak örneklerinin yarısından daha fazlasında yarayışlı fosforun yeterlilik sınırının çok üzerinde olduğunu göstermektedir. Bu durumun çevre kirliliği açısından tehlike oluşturduğu değerlendirilmektedir. Sodyumun ve organik maddenin yüksek değeri yörenin kurak-yarı kurak ikliminin etkisinden kaynaklanan 0.27 cmol kg<sup>-1</sup> ve %2.04 mod değerleri etrafında çok fazla sayıda toprak örneğinin bulunmasıyla ilişkilidir. Ancak Na konsantrasyonundaki bu durum genel itibarıyla tarımsal açıdan herhangi bir tehdit oluşturmazken; organik maddenin düşük miktarı tarımsal açıdan olumsuz bir etkiye sahiptir.

Toprak özellikleri arasındaki kemometrik ilişkiler incelendiğinde 1, 2 ve 3 nolu temel bileşenlerin varyasyonları önemli ölçüde açıkladığı gözlenmektedir. Şekil 4' te 2 ve 3 nolu temel bileşenlerin dağılım diyagramı verilmiştir. Diyagramda toprakların dağılımında arazinin mevcut bitki örtüsünün ne kadar önemli olduğu gözlenebilmektedir. Çok yıllık bitki örtüsünün bulunduğu örnekleme sahalarının büyük kısmının iki nolu temel bileşenle pozitif yükleme değerine sahip olan toprak özelliklerine bağlı olarak dağılım göstermiştir. Bu bölgede tarımsal pratiklerle yakından ilişkili olan toprakların yarayışlı Zn, Cu ve P içerikleri en yüksek yükleme değerine sahiptir. Negatif bölgede dağılım gösteren toprakların ise genelde düşük girdi yönetiminin uygulandığı topraklar olup yüksek kil içeriğinin dağılımda önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Bu da çarpıklık katsayılarından yapılan açıklamalar ile uyumludur. Temel bileşen 3 ise Fe/Mn oksit fraksiyonları ile büyük oranda pozitif yükleme değerleri verirken; kireç içeriği ile negatif yükleme değerine sahiptir. Yani temel bileşen 3' ün negatif değer gösterdiği topraklar tipik olarak yüksek kireç içeriğine sahip iken pozitif bölgedeki topraklar yüksek oksit miktarlarıyla tipiktir.

Çizelge 1. Araştırma topraklarının özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikleri

Parametre	Min.	Maks.	Ort.	Std. hata	Std. sapma	Varyans	Çarpıklık	Basıklık
OM (%)	0.51	6.94	2.057	0.117	0.978	0.956	2.257	8.717
Kireç (%)	0.66	41.5	11.18	1.291	10.8	116.69	1.158	0.494
KDK (cmol kg <sup>-1</sup> )	11.20	61.3	33.27	1.192	9.98	99.52	0.433	0.114
pH	6.78	8.03	7.686	0.035	0.291	0.085	-1.545	1.612
EC (µS m <sup>-1</sup> )	105.2	762	292.7	14.3	120	14382	1.078	2.237
Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	6.90	42.0	25.08	0.939	7.85	61.69	-0.460	-0.170
K (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.41	3.60	1.595	0.096	0.801	0.642	0.843	-0.138
Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )	1.20	15.8	5.376	0.357	2.99	8.916	1.162	1.396
Na (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.05	2.15	0.607	0.032	0.267	0.071	2.320	16.032
P (cmol kg <sup>-1</sup> )	2.50	368	43.55	6.37	53.3	2839	3.971	20.675
Cu (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.92	37.4	6.567	0.940	7.87	61.91	2.300	5.099
Fe (cmol kg <sup>-1</sup> )	1.68	20.97	6.514	0.438	3.66	13.42	1.928	4.811
Mn (cmol kg <sup>-1</sup> )	2.12	21.54	11.43	0.602	5.03	25.33	0.123	-0.840
Zn (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.20	10.84	1.839	0.245	2.05	4.190	2.424	6.809
Kum (g kg <sup>-1</sup> )	5.70	695	388.3	19.36	1612	26243	-0.205	-0.348
Silt (g kg <sup>-1</sup> )	118	470	241.4	9.81	82.1	6733	0.578	-0.438
Kil (g kg <sup>-1</sup> )	1467	704	370.3	14.86	124	15455	0.589	0.194
MnOx (mg kg <sup>-1</sup> )	53.0	239	154.0	5.22	43.7	1910	-0.015	-0.428
AMnOx (mg kg <sup>-1</sup> )	8.00	3317	134.9	46.4	388	150416	8.235	68.510
CMnOx (mg kg <sup>-1</sup> )	9.00	1112	35.21	15.6	131	17104	8.324	69.511
TotMNOx (mg kg <sup>-1</sup> )	191	3652	499.3	55.2	462	213558	5.585	34.345
AmFeOx (mg kg <sup>-1</sup> )	666	8441	2259	179	1499	2248494	2.265	5.733
KFeOx (mg kg <sup>-1</sup> )	2051	10843	5262	233	1947	3792421	0.544	-0.389
TotFeOX (mg kg <sup>-1</sup> )	8572	28490	17555	454	3799	1443719	0.047	0.158

Çarpıklık standart sapması 0.287, basıklığın standart sapması 0.566



Şekil 4. Temel bileşen 2 ve 3'ün dağılım diyagramı. KIR kiraz, ŞEF şeftali, ELM elma, ARM armut, ERI erik, ORM orman örtüsü, NAD kültür bitkisi bulunmayan, CEV ceviz, BAĞ bağ, KAV kavak, BDM badem, MIS mısır, BUG buğday, YFI yer fıstığı, AYÇ ayçiçeği, DOM domates, PAT patlıcan.



### 3.2. Toprak özellikleri ile katyonik mikro elementler arasındaki ilişkiler

Toprak özellikleri ile P ve mikro elementler arasında yapılan korelasyon analizlerine ait sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Bakır, ölçülen parametrelerden K, Mg, P, Mn ve Zn ile çok önemli pozitif korelasyonlar verirken; kil ve Mn oksit miktarları ile önemli negatif korelasyonlar vermiştir. Pozitif korelasyon veren parametrelerin hepsi gübrelemede yaygın olarak kullanılan elementlerdir. Bu da Cu’nun, gerek birincil besin elementli gübrelerin içerisinde kirletici unsur olarak gerekse mikro element karışımları şeklinde, gübre veya tarımsal mücadele ilaçları ile toprağa ilave edilmiş olabileceğini işaret etmektedir. Negatif ilişkili

toprak özelliklerine bakıldığında genelde tampon vazifesi gören kil mineralleri ve ağır metallere karşı spesifik adsorpsiyon kabiliyeti yüksek olan Mn oksitler olduğu görülmektedir. Nitekim yapılan adsorpsiyon çalışmaları Cu, Cd ve Zn gibi ağır metallerin kil fraksiyonu tarafından daha yüksek miktarlarda tutulduğunu (Gunawardana ve ark., 2014; Lair ve ark., 2007) hatta ağır metallere kirletilmiş topraklarda metallerin hareketliliğinin azaltılması için kil mineralinin ya da oksitlerin kullanılabileceği bildirilmiştir (Kumpiene ve ark., 2008; Querol ve ark., 2006). Mangan oksitlerin topraklarda Zn ve Cu gibi iz elementlerin adsorpsiyonunu spesifik olarak gerçekleştirdikleri rapor edilmiştir (Jung ve ark., 2010; Alloway, 1996).

Çizelge 2. Topraklarda P ve katyonik mikroelementler ile belirlenen parametreler arasındaki Pearson korelasyon katsayıları (N=70)

Parametre	P	Cu	Fe	Mn	Zn
OM (%)	0.354**	0.182	0.245*	0.290*	0.393**
Kireç (%)	0.163	-0.038	-0.368**	-0.032	0.241*
KDK (cmol kg <sup>-1</sup> )	-0.082	0.033	-0.193	-0.197	-0.245*
pH	0.009	0.234	-0.385**	-0.002	0.201
EC	0.268*	0.193	-0.182	0.009	0.138
Ca (cmol kg <sup>-1</sup> )	-0.090	-0.075	-0.476**	-0.239*	-0.143
K (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.361**	0.307**	-0.348**	0.033	0.203
Mg (cmol kg <sup>-1</sup> )	0.257*	0.554**	0.073	0.144	0.433**
P (mg kg <sup>-1</sup> )		0.519**	0.069	0.267*	0.711**
Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	0.519**		0.179	0.318**	0.674**
Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	0.069	0.179		0.515**	0.192
Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	0.267*	0.318**	0.515**		0.432**
Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	0.711**	0.674**	0.192	0.432**	
Kum (g kg <sup>-1</sup> )	0.203	0.228	0.322**	0.249*	0.322**
Silt (g kg <sup>-1</sup> )	0.148	-0.092	-0.406**	-0.099	0.059
Kil (g kg <sup>-1</sup> )	-0.406**	-0.267*	-0.176	-0.253*	-0.530**
MnOx (mg kg <sup>-1</sup> )	-0.399**	-0.238*	-0.089	-0.202	-0.407**
AmFeOx (mg kg <sup>-1</sup> )	0.113	0.175	0.330**	0.230	0.020
TotFeOx (mg kg <sup>-1</sup> )	-0.211	-0.133	0.228	0.023	-0.301*

\* p<0.05 ve \*\* p<0.01 seviyesinde önemli

Yarayışlı Fe konsantrasyonu; OM, Mn, kum ve amorf Fe oksitler (AmFeOx) ile pozitif; kireç, pH, Ca ve K gibi toprak pH’ sının yüksek olmasıyla ilişkili toprak özellikleri ile negatif ilişkiler vermiştir (Çizelge 2). Benzer şekilde Polonya’da yapılan bir çalışmada organik madde ile pozitif, pH ile negatif ilişkiler bulunmuştur (Diatta ve ark., 2014). Amorf oksitler genelde toprağa ilave edilen Fe’nin ilk tamponlandığı katı fazdır. Bu durumda bu oksit bileşeni ile olan pozitif ilişki ve yüksek çarpıklık değeri (Çizelge 1) topraklarda önemli miktarlarda Fe’li gübrelerin kullanıldığına işaret etmektedir. Toprakların alkali karakteri nedeniyle ilave olunan Fe içerikli gübreler termodinamik açıdan daha az

stabil olan amorf Fe oksitlere dönüşmektedir (Lindsay, 1979, 2001). Yine toprakların redoks potansiyellerindeki değişimler yarayışlı Fe ve amorf oksit miktarını birlikte etkilemektedir (Wei ve ark., 2010; Lindsay, 1979).

Toprakların Mn yarayışlılığı ile OM, P, Cu, Fe, Zn ve kum içeriğiyle pozitif korelasyonlar; kil içeriği ile negatif korelasyon belirlenmiştir (Çizelge 2). Kum ve kil haricindeki bileşenler büyük ölçüde toprak yönetimiyle ilgili faktörlerdir. Organik madde ile olan ilişkinin bir nedeni de özellikle meyve yetiştiriciliği yapılan alanlarda organik madde miktarının yüksek olmasıdır. Diğer taraftan da bu alanlarda yüksek

miktarlarda gübre kullanımı Mn yarıyışlılığını ya da toprağa Mn girdisini arttırdığı söylenebilir.

Yarıyışlı Zn ile OM, kireç, Mg, P, Cu, Mn ve kum parametreleri arasında pozitif önemli ilişkiler söz konusu iken; KDK, kil, MnOx ve toplam Fe oksit (TotFeOx) önemli negatif korelasyonlar belirlenmiştir. Fosfor, Cu ve Mn ile olan ilişkiler yörede uygulanan gübreleme pratiklerinin bir sonucudur. Organik madde ile Zn şelat oluşturduğundan ve organik maddenin genelde meyve bahçelerinde daha yüksek olması ve gübre girdisinin bu alanlarda daha yüksek olması pozitif ilişkinin ortaya çıkmasına neden olduğu değerlendirilebilir. Normal şartlarda kireç içeriği veya kireçle ilgili Ca ve Mg gibi iyonlarla negatif bir ilişki yaygın olarak belirlenmektedir (Mengel ve Kirkby, 2001; Uygur, 1998). Ancak bu çalışmada kullanılan toprak örneklerinin önemli bir kısmında yüksek miktarlarda Zn bulunması (Şekil 3) ilave olunan Zn'nin karbonat fraksiyonunda kireç içeriğindeki artışla ilişkili arttığı ve bunun da kısmen yarıyışlı olduğu belirlenmiştir (Durgun, 2016). Negatif korelasyon veren toprak özelliklerine bakıldığında Zn kovalent bağlarla adsorpsiyonunda etkin olan toprak bileşenleri ve bu bileşenlerin bir çeşit ortak ölçüm parametresi olan KDK olduğu gözlenmektedir.

### 3.3. Mikroelementlerin kemometrik ilişkileri

Topraklarda ölçülen toplam 24 parametrenin normal dağılımı sağlandıktan sonra yapılan temel bileşen

Çizelge 3. Temel bileşenlerle açıklanabilen varyanslar

Temel Bileşen	Başlangıç özdeğerleri			Yükleme karelerinin döndürülmüş toplamları		
	Toplam	Varyans %	Ekleme varyans %	Toplam	Varyans %	Ekleme varyans %
1	5.738	23.908	23.908	3.773	15.722	15.722
2	4.130	17.207	41.115	3.630	15.123	30.846
3	3.669	15.287	56.402	3.398	14.158	45.004
4	1.992	8.301	64.704	2.788	11.617	56.621
5	1.554	6.475	71.179	2.036	8.484	65.104
6	1.215	5.064	76.243	1.867	7.777	72.882
7	1.018	4.243	80.486	1.825	7.604	80.486
8	0.871	3.628	84.114			

Toprakların yarıyışlı Cu konsantrasyonlarının (Ln Cu, mg kg<sup>-1</sup>) temel bileşen 2 ile dağılım diyagramı Şekil 5'te verilmiştir. Şekilden görüldüğü üzere toprakların büyük çoğunluğu (% 78.57) yeterlilik sınırının 10 katı olan 2 mg/kg, 12 toprak ise 10 mg/kg değerinden daha yüksek Cu içermektedir. Yarıyışlı Cu konsantrasyonu yüksek olan toprakların hemen hemen tamamının çok yıllık kiraz, şeftali ve elma bahçelerinde olması uygulanan gübreleme programı ya da hastalık ve zararlılarla mücadelede kullanılan Cu içerikli preparatların önemini ortaya koymaktadır. Bu genel davranış, Cu miktarı yüksek grupta yer alan tarla bitkileri alanlarının bozulmuş eski bahçeler olabileceğini düşündürmektedir. Diğer taraftan temel bileşen 2'nin kil miktarı ile olan negatif yüklemeye

analizi sonucunda özdeğeri 1'den daha büyük 7 adet temel bileşen belirlenmiştir. Bu temel bileşenlerin özdeğerleri ve açıkladıkları varyanslar Çizelge 3'te verilmiştir. Açıklanan varyansın %3.628'den daha düşük olduğu temel bileşenlere ait özdeğer ve açıklanan varyans değerleri verilmemiştir. Toplamda 7 temel bileşenle topraklarda meydana gelen varyansın %80.486 açıklanabilmektedir.

Ekstrakte edilen temel bileşenlerin ilişkili olduğu toprak özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir. Buna göre yarıyışlı besin elementleriyle yüksek yüklemeye değerlerine sahip olan 2 nolu temel bileşenin ölçülen parametrelerden pH, Mg, P, Cu, Zn ile pozitif; kil miktarı ile negatif yüklemeye değerine sahip olduğu görülmektedir. Pozitif ilişkinin olduğu en yüksek parametrelerin sırasıyla Zn (0.873), Cu (0.783) ve P (0.704) olması çalışma alanında bu üç girdinin arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. 5 nolu temel bileşen ise topraktaki redoks reaksiyonlarının temel bileşenlerinden olan Fe ve Mn ile pozitif; bu reaksiyonların kontrolünde önemli bir etkiye sahip olan pH (Lindsay, 1979, 2001) ile negatif yüklemeye değeri vermiştir. Diğer taraftan indirgen koşullar altında asit ve alkali pH'ya sahip toprakların pH'ları nötre doğru değişmektedir (Ponnamperuma, 1972). Bu süreç nihayetinde redoks elementi olan Mn ve Fe'nin yarıyışlı konsantrasyonlarını arttırmaktadır. Bu durumun tersine oksidasyon koşulları kireçli topraklarda göreceli yüksek pH'dan da sorumludur.

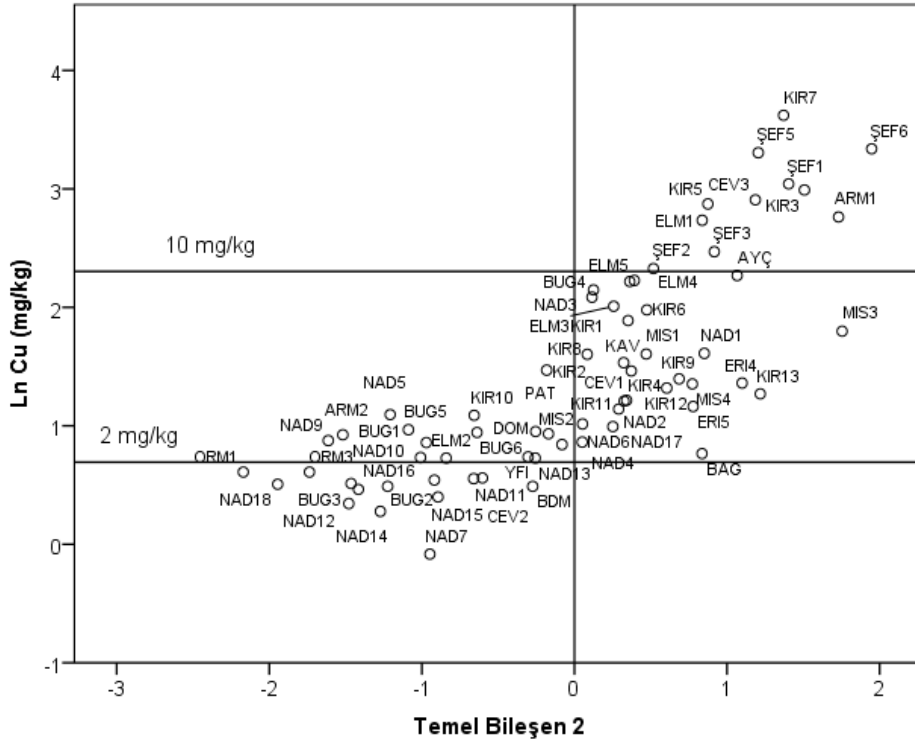
değerleri (-0.455) topraklarda Cu'nun yarıyışlı miktarının yükselmesini engelleyen en önemli tamponlayıcı toprak bileşeninin kil olduğunu göstermektedir. Başka bir deyişle topraklarda tarımsal uygulamalardan (gübreleme, zirai mücadele ilaçları) Cu ilavesinin hafif bünyeli topraklarda çevresel ve tarımsal tehdit unsuru olma potansiyelinin yüksek olduğu değerlendirilebilir.

Toprakların yarıyışlı Zn konsantrasyonlarının (LnZn, mg/kg) temel bileşen 2 ile dağılım diyagramı Şekil 6'te verilmiştir. Toprakların %32.86'sında Zn ≤ 0.7 mg kg<sup>-1</sup> olduğundan bir eksiklik, %41.43'ü yeterli (0.7 < Zn < 2.2) ve geri kalan %25.71 inde ise fazla/çok fazladır. Çok fazla (Zn > 8 mg kg<sup>-1</sup>) sınıfında 3 adet toprak bulunmaktadır.

Çizelge 4. Döndürülmüş temel bileşen toprak özellikleri yükleme matrisi

Parametreler	Temel Bileşenler*						
	1	2	3	4	5	6	7
OM							0.423
Kireç			-0.434	0.719			
KDK	0.799					-0.408	
pH		0.429		0.540	-0.589		
EC	0.792						
Ca	0.676			0.506			
K	0.861						
Mg		0.577					-0.488
Na							0.853
P		0.704					
Cu		0.783					
Fe					0.829		
Mn					0.667		
Zn		0.873					
Kum	-0.533			-0.606			
Silt				0.829			
Kil	0.632	-0.455					
MnOx			0.697				
AMnOx			0.743				
CMnOx							0.813
TotMnOx			0.653				
AmFeOx			0.718				
KFeOx							0.801
TotFeOX			0.812				

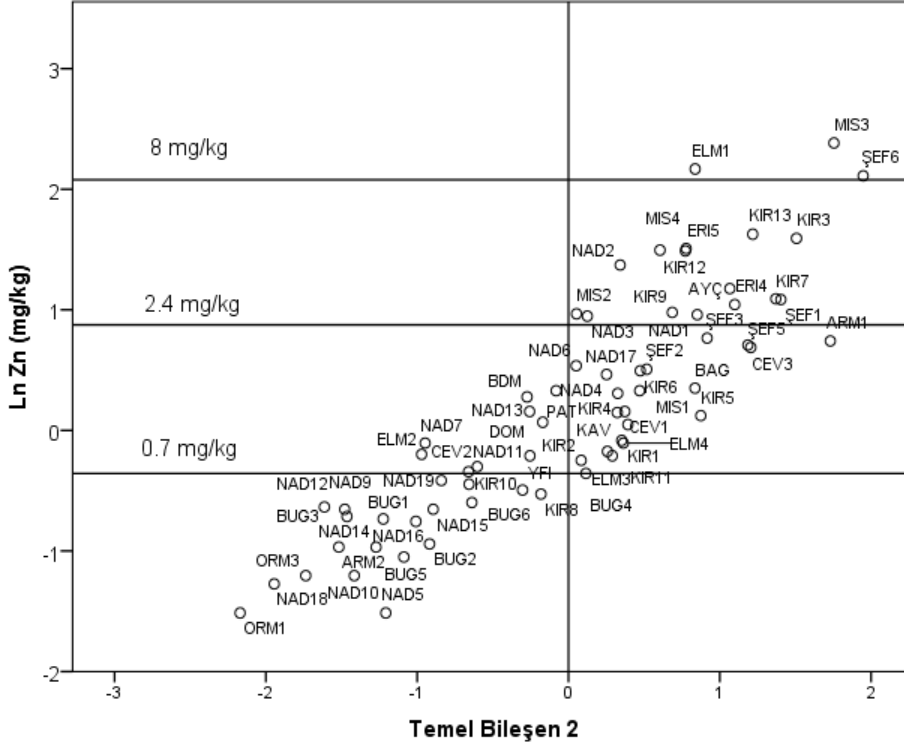
\* 0.4 ün altında olan yükleme değerleri verilmemiştir.



Şekil 5. Yarıyıllı bakır konsantrasyonunun temel bileşen 2 ile dağılım diyagramı. KIR kiraz, ŞEF şeftali, ELM elma, ARM armut, ERI erik, ORM orman örtüsü, NAD kültür bitkisi bulunmayan, CEV ceviz, BAĞ bağ, KAV kavak, BDM badem, MIS mısır, BUG buğday, YFI yer fıstığı, AYC ayçiçeği, DOM domates, PAT patlıcan.

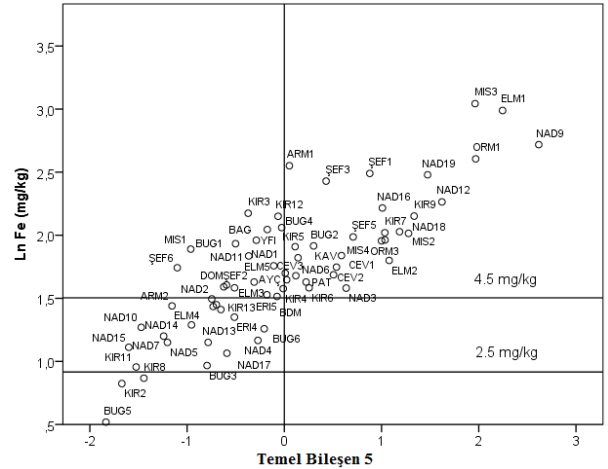
Topraklarda Zn yetersizliğinin en önemli sorumlusu yüksek kil içeriği olarak belirlenmiştir (Çizelge 4; Şekil 6). Temel bileşen 2'nin P ve Cu ile verdiği yüksek yüklenme değerleri, yüksek Zn konsantrasyonlarında

uygulanan Cu içerikli gübre ya da pestisitler ve fosforlu gübrelemelerin en önemli paya sahip olduğuna işaret etmektedir.



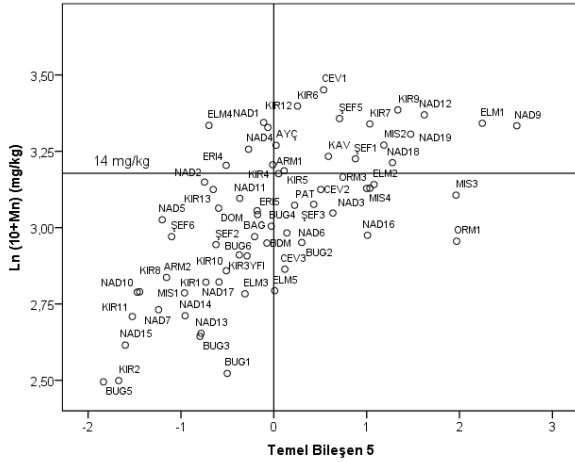
Şekil 6. Yarıyıllık çinko konsantrasyonlarının temel bileşen 2 ile dağılım diyagramı. KIR kiraz, ŞEF şeftali, ELM elma, ARM armut, ERI erik, ORM orman örtüsü, NAD kültür bitkisi bulunmayan, CEV ceviz, BAĞ bağ, KAV kavak, BDM badem, MIS mısır, BUG buğday, YFI yer fıstığı, AYC ayçiçeği, DOM domates, PAT patlıcan.

Toprakların yarıyıllık Fe konsantrasyonlarının ( $\ln Fe$ ,  $mg\ kg^{-1}$ ) temel bileşen 5 ile dağılım diyagramı Şekil 7' te verilmiştir. Araştırma topraklarının 3 tanesinde ileri derecede Fe noksanlığı ( $Fe < 2.5\ mg\ kg^{-1}$ ), 17 tanesinde yetersiz ( $2.5 < Fe < 4.5\ mg\ kg^{-1}$ ) iken geri kalan 50 toprak örneğinde yarıyıllık demirin yeterli olduğu belirlenmiştir. Topraklardaki bu dağılım arazinin mevcut kullanım durumuyla belirgin bir ilişki göstermemiştir. Topraklardaki düşük Fe konsantrasyonlarının en önemli nedeninin alkalın pH olduğu temel bileşen 5' in yüklenme değerlerinden görülmektedir. Yüksek değerlerin ise temel bileşen 5' in genelde topraklarda redoks bileşenleri olduğu düşünüldüğünde sulama veya aşırı sulama (arazi çalışmaları sırasında gözlemlenmiştir) ile ilişkili olduğu değerlendirilmektedir. Topraklarda Fe oksitlerin yüksek pH' larda çözünürlüğünün düşük olması (Lindsay, 1979, 2001) ve toprakların önemli bir kısmında yüksek kireç içeriğinden kaynaklanan pH tampon etkisiyle (Usta, 1995) Fe konsantrasyonlarının, sürekli gübreleme yapıyor olsa bile, aşırı yükselmesini önemli derecede sınırlandırmaktadır.



Şekil 7. Yarıyıllık demir konsantrasyonlarının temel bileşen 5 ile dağılım diyagramı. KIR kiraz, ŞEF şeftali, ELM elma, ARM armut, ERI erik, ORM orman örtüsü, NAD kültür bitkisi bulunmayan, CEV ceviz, BAĞ bağ, KAV kavak, BDM badem, MIS mısır, BUG buğday, YFI yer fıstığı, AYC ayçiçeği, DOM domates, PAT patlıcan.

Toprakların yarayışlı Mn konsantrasyonlarının (Ln (10+Mn), mg/kg) temel bileşen 5 ile dağılım diyagramı Şekil 8'de verilmiştir. Çalışma topraklarının 4 tanesi çok az ( $Mn < 4 \text{ mg kg}^{-1}$ ), 44 tanesi az ( $4 < Mn < 14 \text{ mg kg}^{-1}$ ) ve 22 tanesinin yeterli ( $14 < Mn < 25 \text{ mg kg}^{-1}$ ) olarak sınıflandırılmıştır. Bu elementle ilgili bitki besleme açısından noksanlık probleminin oldukça yaygın olduğu değerlendirilmiştir. Bu davranışın temel nedeni de alkalın toprak pH'sı olarak belirtilebilir. Bu elementte Fe' de olduğu gibi redoks reaksiyonlarında başat etkiye sahiptir ve çözünürlüğü büyük ölçüde toprağın redoks potansiyeline (Lindsay, 1979, 2001) ya da başka bir deyişle tarımsal girdilerden sulamanın durumuna bağlıdır. Diğer taraftan Mn, Cu ve Zn gibi elementlerin yarayışlılığının azalmasında önemli bir etkidir. Dolayısıyla yüksek miktarlarda uygulanmış olan Zn ve Cu'nun kemisorpsiyon mekanizmaları çerçevesinde (Alloway, 1996; Uygur, 1998) yöre topraklarında Mn elementinin yarayışlılığını kısıtlayabileceği öngörülmektedir.



Şekil 8. Yarayışlı demir konsantrasyonlarının temel bileşen 5 ile dağılım diyagramı. KIR kiraz, ŞEF şeftali, ELM elma, ARM armut, ERI erik, ORM orman örtüsü, NAD kültür bitkisi bulunmayan, CEV ceviz, BAĞ bağ, KAV kavak, BDM badem, MIS mısır, BUG buğday, YFI yer fıstığı, AYC ayçiçeği, DOM domates, PAT patlıcan

#### 4. Sonuç

Belirli bir yörede benzer toprak oluşum ekolojisine sahip çok sayıda toprak örneğinin araştırma konusu olduğu durumlarda veri setine ait temel tanımlayıcı istatistiksel analizlerden çarpıklık ve basıklık katsayısı gerek toprak oluşum gerekse yapılan tarımsal uygulamaların etkisini değerlendirmede başarı ile kullanılabileceği belirlenmiştir. Negatif çarpıklık genelde ilgili parametrenin tarımsal uygulamalar ve/veya toprak yapan faktörlerin etkisiyle sürekli kayba uğradığının; yüksek pozitif çarpıklık ise ilgili parametrenin toprakta yükselme eğiliminde olduğunu

göstermektedir. Bu bağlamda çalışma sahasında özellikle mikro elementlerden Cu ve Zn açısından başat olarak tarımsal uygulamalardan kaynaklanan bir artış olduğu belirlenmiştir. Bu artışta fosforlu gübrelemenin önemli bir paya sahip olduğu korelasyon analizleri ile ortaya konulmuştur.

Temel bileşen analizlerinin veri indirgenmesinde başarı ile kullanılabileceği ve toprakların davranışını yada herhangi bir bileşenin ilişkili olduğu bileşenlerle davranışını anlamada etkin bir yöntem olarak kullanılabileceği değerlendirilmiştir. Mikro elementlerden Fe ve Mn'nin yarayışlı konsantrasyonlarının pH'nın baskısı altında toprakların redoks potansiyeli tarafından belirlendiği gözlenmiştir.

Çalışma alanında başat olarak fosforlu gübrelemeden, ilaveten meyve bahçelerinde uygulanan bordo bulamacı vb. Cu ve Zn içeren pestisit uygulamalarından kaynaklanan bir kirlilik riskinin söz konusu olduğu; problemin boyutunun hafif bünyeli topraklarda çok daha tehlikeli olduğu; bu nedenle bahsedilen risklerin göz önüne alındığı gübreleme ve zirai mücadele programlarının hazırlanması önerilmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinasyon Birimi tarafından 4532-YL2-15 nolu yüksek lisans projesi kapsamında desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Akgül, M.,Başayığıt, L., Uçar, Y., Müjdecı, M., 2001. Atabey ovası toprakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, 15(1), 71, Isparta.
- Alloway, B.J. 1996. Heavy metal in soils. Halsted Press, John Wiley & Sons Inc., Second edition, 368 p, London.
- Berkman, E.T., Reise, S.P., 2012. A conceptual guide to statistics using SPSS. Sage ISO 690, 295 p, New Delhi.
- Couto, R.D., Benedet, L., Comin, J.J., Belli, P., Martins, S.R., Gatiboni, L.C., Radetski, M., de Valois, C.M., Ambrosini, V.G., Brunetto, G. 2015. Accumulation of copper and zinc fractions in vine yard soil in the mid-western region of Santa Catarina, Brazil. Environmental Earth Sciences, 73, 6379-6386. doi:10.1007/s12665-014-3861-x.
- Çakmak, İ., Yılmaz, A., Kalaycı, M., Ekiz, H., Torun, B., Erenoglu, B., Braun, H.J. 1996. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in Central Anatolia. Plant and Soil, 180, 165-172. doi: 10.1007/BF00015299.
- Diatta, J., Grzebisz, W., Frackowiak-Pawlak, K., Andrzejewska, A., Brzykcy, M. 2014. Site-specific evaluation of Cu, Zn, Fe, and Mn availability in arable soils. Zemdirbyste-Agriculture, 101(3), 235-24. doi: 10.13080/z-a.2014.101.030.
- Durgun, B. 2016. Atabey ovasındaki toprak serilerinde çinko fraksiyonlarının belirlenmesi. SDU Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Isparta.
- Gunawardana, C., Egodawatta, P., Goonetilleke, A. 2014. Role of particle size and composition in metal adsorption by solids deposited on urban road surfaces.

- Environmental Pollution, 184, 44-53.[doi:10.1016/j.envpol.2013.08.010](https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.08.010).
- Güzel, N., Ortaş, İ., İbrikci, H., 1991. Harran ovası toprak serilerinde yararlı mikroelement düzeyleri ve Zn uygulamasına karşı bitkinin yanıtı. Çukurova Üniversitesi Dergisi, 6: 15-30.
- Jung, H. S., Yun, S. T., Choi, B. Y., Kim, H. M., Jung, M., Kim, S. O., Kim, K. H. 2010. Geochemical studies on the contamination and dispersion of trace metals in intertidal sediments around a military air weapons shooting range. *Journal of Soils and Sediments*, 10, 1142-1158.[doi:10.1007/s11368-010-0248-9](https://doi.org/10.1007/s11368-010-0248-9).
- Kacar, B. 2012. Toprak analizleri. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kacar, B. 2013. Temel bitki besleme. Nobel Yayınevi, Ankara.
- Kumpiene, J., Lagerkvist, A., Maurice, C. 2008. Stabilization of As, Cr, Cu, Pb and Zn in soil using amendments - A review. *Waste Management*, 28, 215-225.[doi:10.1016/j.wasman.2006.12.012](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.12.012).
- Lair, G. J., Gerzabek, M. H., Haberhauer, G. 2007. Retention of copper, cadmium and zinc in soil and its textural fractions influenced by long-term field management. *European Journal of Soil Science*, 58, 1145-1154.[doi:10.1111/j.1365-2389.2007.00905.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2007.00905.x).
- Landau, S., Everitt, B.S. 2004. A handbook of statistical analyses using SPSS. Chapman & Hall/CRC Publications, 327 p, London, UK.
- Lindsay, W.L., 1979. Chemical equilibria in soils. JohnWiley & Sons, New York, USA.
- Lindsay, W.L., 2001. Chemical equilibria in soils. The Blackburn Press, 450 p, USA.
- Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. 2nd edition, 889 p, London, UK.
- Marschner, P. 2012. Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third edition, Elsevier Ltd., 651 p, Amsterdam.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., 2001. Principles of plant nutrition. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers. ISBN: 1-4020-0008-1, Dordrecht, 5th edition, 849 p, The Netherlands.
- Papadopoulos, P and Rowell, D.L. 1989. The reaction of copper and zinc with calcium carbonate surfaces. *Journal of Soil Science*, 40, 39-48.[doi:10.1111/j.1365-2389.1989.tb01252.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.1989.tb01252.x).
- Ponnamperuma, F. N. 1972. The chemistry of submerged soils. *Advance in Agronomy*, 24, 29-96.
- Querol, X., Alastuey, A., Moreno, N., Alvarez-Ayuso, E., Garcia-Sanchez, A., Cama, J., Ayora, C., Simon, M. 2006. Immobilization of heavy metals in polluted soils by the addition of zeolitic material synthesized from coal fly ash. *Chemosphere*, 62, 171-180.[doi:10.1016/j.chemosphere.2005.05.029](https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.05.029).
- Spark, K.M., Wells, J.D. Johnson, B.B. 1997. Interaction of humic acid with heavy metals. *Australian Journal of Soil Science*, 35, 89-101.[doi:10.1071/S96008](https://doi.org/10.1071/S96008).
- Sparks, D. L. 1996. Methods of Soil Analysis, Part 3, Chemical Methods. SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Shuman, L. M. (1988). Effect of removal of organic matter and iron- or manganese-oxides on zinc adsorption by soil. *Soil Science*: 146, 248
- Usta, S. 1995. Toprak kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1387, 217 s, Ankara.
- Uygur, V. 1998. The sorption/desorption chemistry of zn in calcareous soils from Turkey. PhD Thesis. The University of Newcastle upon Tyne, UK.
- Uygur, V. and D.L. Rimmer, 2000. Reactions of zinc with iron-oxide coated calcite surfaces at alkaline pH. *European Journal of Soil Science*, 51, 511-516.[doi:10.1046/j.1365-2389.2000.00318.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2000.00318.x).
- Wei, X.R., Shao, M.G., Zhuang, J., Horton, R. 2010. Soil iron fractionation and availability at selected lanscape positions in a loessial gully region of northwestern China. *Soil Science and Plant Nutrition*, 56(4), 317-626.[doi:10.1111/j.1747-0765.2010.00497.x](https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2010.00497.x).



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.321121



Aspir küspesinin tavuklarda performans, yumurta kalite özellikleri, yumurta sarısı yağ asitleri ve kolesterol düzeyine etkisi

Süleyman Çalışlar\*, Hüseyin Kuştimur

KSÜ Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü

\*Sorumlu yazar/corresponding author: scalislar@ksu.edu.tr

Geliş/Received 08/09/2016

Kabul/Accepted 01/01/2017

ÖZET

Bu çalışmada, aspir (*Carthamus tinctorius* L.) küspesinin (AK) tavukların performans parametreleri, yumurta kalite özellikleri, yumurta sarısı yağ asitleri ve kolesterol oranına etkileri incelenmiştir. Tesadüf parselleri deneme deseninde yürütülen çalışmada, farklı oranlarda AK içeren altı muamele grubunun (% 0, 3, 6, 9, 12 ve 15) her birinde 12'şer tekrür olmak üzere, 43 haftalık yaşta toplam 72 adet kahverengi yumurtacı Lohmann ırkı tavuk kullanılmıştır. Yem ve su ad libitum olarak verilmiş, günlük toplam aydınlatma süresi 16.5 saat olarak uygulanmıştır. Dokuz hafta (63 gün) süren çalışmada, AK'nın farklı dozları canlı ağırlık, yem tüketimi, yem dönüşüm oranı, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, şekil indeksi, ak indeksi, sarı indeksi, kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci, Haugh birimi, sarı ağırlığı, sarı yağ oranı ve sarı renk değerlerini etkilememiştir ( $P>0.05$ ). Ancak, yumurta sarısı kolesterolü, yumurta sarısı toplam doymuş yağ asitleri ve toplam doymamış yağ asitleri miktarı üzerine AK'nın farklı dozlarının etkisi önemli olmuştur ( $P<0.05$ ). Bu çalışma sonuçlarına göre, performans, ölüm oranı ve yumurta kalitesine herhangi bir olumsuz etkisi olmaksızın, AK'nin yumurtacı tavukların rasyonlarında % 15 oranına kadar kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler:  
Aspir küspesi  
Tavuk  
Yumurta  
Performans  
Kolesterol  
Yağ asitleri

The effects of safflower meal on the performance, egg quality traits, yolk fatty acids and cholesterol levels in laying hens

ABSTRACT

In this study, the effects of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) meal (SM) on performance parameters, egg internal-external quality characteristics and egg yolk fatty acid profiles, yolk cholesterol ratio in laying hens were examined. The research design was a completely randomized design. The treatments were represented by six diets with increasing levels of inclusion (0, 3, 6, 9, 12 ve 15%) of SM and each group had twelve replications. Each replication had one laying hen and 43 weeks old 72 laying hen were used in study. The water and feed were given ad libitum. The daily lighting time was 16.5 hours. In the present study, which lasted for nine weeks (63 days), the different doses of SM did not affect the liveweight, feed consumption, feed conversion ratio, egg yield, egg weight, shape index, albumen index, yolk index, shell weight, shell thickness, shell strength, Haugh unit, yolk weight, yolk fat ratio and yolk colour ( $P>0.05$ ). But, the effects of different doses of SM on cholesterol, total saturated fatty acid and total unsaturated fatty acid contents of egg yolk were found significant ( $P<0.05$ ). According to the results of this study, safflower meal can be used in laying hen diets up to 15 % without any adverse effects on performance, mortality and egg quality traits.

Keywords:  
Safflower meal  
Laying hen  
Egg  
Performance  
Cholesterol  
Yolk fatty acids

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Aspir tohumu (*Chartamus tinctorius* L.) yağlı tohum bitkilerinden birisi olan aspir, tek yıllık ve otsu yapıda olup papatyagiller (*Compositae*) familyasının bir üyesidir. Aspir bitkisi, eski zamanlarda (M.Ö 4500) Mısır, Fas, Çin ve Hindistan'da kumaşları sarı ve

kırmızıya boyamak için kullanılmıştır (Dajue ve Mündel, 1996). Günümüzde ise aspir bitkisi, yağdan yararlanmak ve farklı endüstriyel amaçlar için yetiştirilmektedir. Aspir tohumu Türkiye'de stratejik önemi her geçen gün artan bir bitki haline gelmiştir.

Aspir tohumu, %33-60 kabuk ve % 40-67 çekirdek kısmından meydana gelmiş (Mündel ve ark., 2004;



Baümler ve ark., 2006; Oyen ve Umali., 2007) olup % 13-46 arasında yağ ve % 15-20 arasında protein içermektedir (Rahamatalla ve ark., 2001). Aspir tohumu, pet hayvanları başta olmak üzere kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılan pahalı bir yem hammaddesidir (Mündel ve ark., 2004). Hayvan yemi olarak kullanılan aspir küspesinin (Weiss, 2000; GRDC, 2010) yağ oranı % 2-15 arasında değişir (Nagaraj, 1993). Aspir küspesi, % 91 kuru madde (KM), % 20 ham protein (HP), % 6.6 ham yağ (HY), % 32.2 ham selüloz (HS), %3.7 ham kül (HK), % 0.23 kalsiyum (Ca), % 0.61 toplam fosfor (TP), 1160 kcal metabolik enerji (ME/kg), % 0.40 metiyonin ve % 0.70 lisin içeriğine sahiptir (Batal ve ark., 2016). Kabuk miktarı ve yağ ekstraksiyonunun derecesine bağlı olarak AK'nın besin içeriği değişiklik gösterir. Kabuğu alınmamış AK % 20-25 HP (Göhl, 1982; Dajue ve Mündel, 1996) ve %30-40 HS (GRDC, 2010) içermektedir. Kabuğu alınmış AK'nın HP miktarı % 40'a yükselirken (Alvarez-Gonzalez ve ark., 2007) HS oranı ise % 10'a düşmektedir (GRDC, 2010). Kabuğunun tam olarak alınmasıyla protein ve aminoasitlerinin sindirilebilirliği artan AK, soya küspesiyle (SK) kıyaslanabilir hale gelmektedir (Farran ve ark., 2010). Diğer yağlı tohum küspelerine göre vitamin profili daha zayıf olan AK'nın, iyi bir biyotin, riboflavin ve niyasin kaynağı olduğu ve SK'ya göre 3.5 kat daha fazla demir içerdiği bildirilmiştir (Darroch, 1990). AK iyi bir fosfor, çinko ve demir kaynağıdır (Gowda ve ark., 2004). Bununla birlikte aspir tohumunda bulunan ve kısmen AK'ya geçen fenolik glikozidler acı tada, ishale neden olmakta ve besin maddelerinden yararlanmayı azaltabilmektedir (Palter ve ark., 1972; Sakamura ve ark., 1978).

Kanatlıların beslenmesinde kullanımı önem arz eden enerji kaynaklarından birisi de yağlı tohumlardır (Dajue ve Mündel, 1996). Enerji, lisin ve metiyonin düzeyleri göz önünde bulundurulmak kaydıyla kanatlı hayvan rasyonlarında kullanım imkânı olan yağlı tohumlu bitkilerden birisi de aspirdir. Ancak aspir tohumunun yüksek kabuk (selüloz) içermesi onun kanatlı rasyonlarında kullanımını sınırlandırmaktadır (Hertrampf ve Piedad-Pascual, 2000; Abughazaleh ve ark., 2005). Aspir küspesinin metabolik enerji değeri, civcivlere göre piliçlerde daha yüksektir (5.4-8.9 MJ kg<sup>-1</sup>) (Petersen ve ark., 1976). Yumurtacı tavuk rasyonlarının % 10-15, genç civciv rasyonlarının ise % 5-8 oranlarında AK içermesi ön görülmüştür (Heuzé ve ark., 2015).

Kabuğu alınmış AK içeren (kabuğu alınmış) ve lisin ilave edilmemiş diyetlerle yapılan beslemede, broyler piliçlerin performansı neredeyse yarıya düşmüştür. Diyetlere lisin ilave edilmesine bağlı olarak broyler piliçler performanslarını muhafaza edebilmişlerdir (Mohan ve ark., 1984). Tek mideli hayvanların beslenmesinde, SK'ya göre AK'nın lisin, metiyonin ve izolözin içerikleri ve yararlanabilirliklerinin daha düşük olduğu görülmüştür (Darroch, 1990). Farklı oranlarda (% 0, 2.5, 5.0 ve 10) AK içeren rasyonların tavukların

yem tüketimi ve yumurta verimini etkilemediği (P>0.05), yemden yararlanma oranını olumsuz yönde etkilediği, % 5 düzeyine kadar AK kullanılmasının ise tavukların performansı üzerinde olumsuz bir etkiye neden olmadığı bildirilmiştir (Ehsani ve ark., 2013).

Bu çalışmada, AK'nın, rasyonlarda kullanım imkânı, proteince zengin yem hammaddelerine (SK vb.) alternatif olabilme potansiyeli, tavukların genel performansına, yumurta kalite özelliklerine, yumurta sarısı yağ asitleri ve kolesterol içeriğine etkileri araştırılmıştır. sodyum ile rekabet edecek K miktarını arttırmakta ve bozulmuş olan hücre içi Na/K dengesini yeniden ayarlayarak metabolik düzenlemeyi yeniden sağlamaktadır (Kaya ve Tuna, 2005). Silisyum yüksek organizmalar için temel element olduğu görüşü öne sürülmektedir. Tuzlu topraklara uygulanan silisyum, tuzları sodyum silikat şeklinde bağlayarak bitki tarafından alınan Na miktarını ve bitkilerde oluşacak tuz hasarını yani tuz stresini azalmaktadır. Bu etki fotosentetik aktivitenin K/Na oranının, enzim aktivitesinin ve ksilemde çözünabilir madde konsantrasyonunun artmasıyla gerçekleşir.

Tarımda hızla artan tuzluluk probleminin çözümüne küçüğe olsa bir katkı sağlamak amacıyla düzenlenen bu çalışmada, tuz stresinden etkilenme potansiyeli yüksek hassas bir bitki olan biberin tuzluluğa direncini arttırabileceğini düşündüğümüz hem organik hem de inorganik bazı bileşikler test ederek biber bitkisinin verdiği karşı yanıt araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışma süresince kümes içi sıcaklığı 20-25 °C, nemi ise % 40 ile % 70 arasında değişim göstermiştir. Havalandırma için aspiratör (15 kw h<sup>-1</sup>) kullanılmıştır. Denemede toplam 72 adet 43 haftalık yaştaki kahverengi yumurta tavuğu (Lohman ırkı) kullanılmıştır. Tüm araştırma süresince Lohman ırkına ait yetiştirme önerilerine (Hastavuk Teknik el Kitabı) göre hareket edilmiştir. Tavuklar, galvanizli malzemedan yapılmış bireysel bölmeli kafeslerde barındırılmıştır. Kümesin aydınlatması flüoresan lambalar ile sağlanmış, deneme süresince gün ışığı ile birlikte tavuklara günlük toplam 16.5 saat aydınlatma uygulanmış, yem ve su ad-libitum verilmiştir. Toz formundaki yemler bireysel yemliklerde sunulmuş, su ad-libitum verilmiştir. Toz formundaki yemler bireysel yemliklerde sunulmuş, su ihtiyacı nipel suluklar ile sağlanmıştır.

Tesadüf parselleri desenine göre düzenlenen çalışma, % 0 AK (kontrol; 1. grup), % 3 AK (2.grup), % 6 AK (3. grup), % 9 AK (4.grup), % 12 AK (5. grup) ve % 15 AK (6. grup) olmak üzere toplam 6 muamele grubundan oluşmuş ve her grupta 12'şer tekerrür yer almıştır. Kontrol grubu rasyonu küspe olarak sadece SK içermiştir. İkinci rasyona SK'nın sağladığı proteinin % 6'sını, 3. rasyona % 12'sini, 4. rasyona % 19'unu, 5.

rasyona % 27'sini ve 6. rasyona ise % 36'sını karşılayacak kadar AK ikame edilerek 6 rasyon hazırlanmıştır.

Altmış üç günde tamamlanan çalışmada, 43 haftalık yaşta toplam 72 adet Lohman ırkı kahverengi yumurta

tavuğu kullanılmıştır. Besin maddeleri içerikleri analiz edilen ve NRC değerleri esas alınarak izonitrojenik ve izokalorik (% 17.5 ham protein ve 2750 kcal kg<sup>-1</sup> ME) olarak hazırlanan rasyonlar kullanılmıştır.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan yem hammaddeleri ve bunların analiz edilmiş besin madde değerleri, (g kg<sup>-1</sup>)

Hammadde	Ham protein	Ham yağ	Ham selüloz	Nişasta	Toplam şeker	ME (kcal/kg)
Mısır	8.32	3.62	1.72	55.12	1.60	3046.52
SK	49.36	2.43	2.85	0.12	8.50	2480.61
AK	23.52	1.34	41.01	0.12	2.57	1168.90
Ham soya yağı	-	99.88	-	-	-	8990.00

SK: Soya küspesi, AK: Aspir küspesi, ME: Metabolik enerji (kcal kg<sup>-1</sup>)

## 2.2. Metod

Yumurta tavuklarının canlı ağırlık değişimleri, yem tüketimi, yemden yararlanma oranı, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, ölüm oranı, yumurta kalite özellikleri (sarı ağırlığı, sarı rengi, Haugh birimi, ak indeksi, sarı indeksi, şekil indeksi, kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı, yumurta sarısı renk yelpaze değerleri), yumurta sarısı HY, kolesterol ve toplam yağ asitleri miktarı bu denemede incelenen temel parametreler olmuştur. Çalışmada kullanılan AK'ya ait gerekli kimyasal analizler yapılmıştır.

Tavuklar, çalışmanın 0, 21, 42 ve 63. günlerinde hassas terazide bireysel olarak 4 kez tartılmışlardır. Haftalık bazda kaydedilen yem tüketim miktarları, gün sayısına bölünmek suretiyle günlük tüketilen yem miktarı cinsinden belirtilmiştir. Yem tüketim miktarlarının yumurta ağırlığına oranlanmasıyla yemden yararlanma oranı hesaplanmıştır. Yumurta verimleri tavuk-gün esasına göre (%) tespit edilmiştir.

İç-dış kalite özelliklerini belirlemek için çalışmanın 2, 4, 6 ve 8. haftalarında toplam 4 kez yumurta toplanmış ve analizleri yapılmıştır. Kabuk ağırlığı (zarı elle ayrılmış) hassas terazi, kabuk kalınlığı hassas mikrometre (0.01 mm) ile saptanmıştır. Kabuk kırılma direnci 0-5 kg aralığında kuvvet uygulayan kabuk direnci ölçme cihazı ile kg cm<sup>-2</sup> olarak tespit edilmiştir. Sarı ve ak yüksekliği üçayaklı mikrometre, sarı çapı, ak uzunluğu ve ak genişliği ise hassas dijital göstergeli kumpas (0.01 mm) ile ölçülmüştür. Bu ölçüm değerleri kullanılarak hesaplama yoluyla sarı indeksi ve ak indeksi değerleri belirlenmiştir. Yumurta ak yüksekliği ve yumurta ağırlığına ait ölçülen değerler formülde (100 x log (H+7,57-1,7) x W0,37) yerine konularak Haugh birimi tespit edilmiştir (Şenköylü, 2001). Yumurta sarı renginin belirlenmesinde renk yelpazesi (DSM) kullanılmıştır. Araştırmanın 21. ve 63. günlerinde alınan yumurta sarısı örneklerinde HY, kolesterol, toplam doymuş ve doymamış yağ asiti miktarları belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan yem hammaddelerinin besin maddeleri içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Carpenter ve Clegg (1956) tarafından belirtilen formül [38×(2.25 x

HY, g kg<sup>-1</sup>) + (1 x HP, g kg<sup>-1</sup>) + (1.1 x Nişasta, g kg<sup>-1</sup>) + (1,05 x Şeker, g kg<sup>-1</sup>) + 53] kullanılmak suretiyle araştırmaya ait rasyonların ME içerikleri (Kcal kg<sup>-1</sup>) belirlenmiştir. Rasyonların kalsiyum, toplam fosfor, lizin ve metiyonin içerikleri için NRC (1994) tarafından belirtilen değerler kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan yem hammaddelerinin toplam şeker içerikleri, Dubois ve ark. (1956), nişasta içerikleri Karabulut ve Canbolat (2005), HP, HY ve HS analizleri ise AOAC, (2005) tarafından tanımlanan yöntemlere göre yapılmıştır. Çalışmaya ait yumurta sarılarının HY oranları (AOAC, 2005)'a göre belirlenmiştir. Yumurta sarısı kolesterol içerikleri ise Boehringer Mannheim GmbH Biochemica (1989) tarafından belirtilen yöntemle göre 520 nm dalga boyunda spektrofotometrede (Spectra Max plus 384) belirlenmiştir. Yumurta sarılarından ekstrakte edilen ve esterleştirilen örneklerin yağ asitleri analizleri ise Folch ve ark. (1957)'e göre gaz kromatografi cihazında (Shimadzu, Model 2025) yapılmıştır.

DeneySEL birim olarak bireysel hayvan verilerinin kullanıldığı araştırmada veriler, tek yönlü varyans analizine (one way anova) tabi tutulmuş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi'ne göre belirlenmiştir. Tüm bu işlemler istatistik paket programı (SAS, 2005) kullanılarak yapılmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Yem hammaddeleri kompozisyonu

Bu çalışmada kullanılan mısır, SK, AK ve soya ham yağının nem, HP, HY, HS, şeker ve nişasta değerlerine ait laboratuvar analiz sonuçları Çizelge 1'de, rasyonların yapısındaki hammaddeler ile bunların analiz edilen ve hesaplanan besin madde değerleri ise Çizelge 2'de verilmiştir. Çalışmada kullanılan AK'nın % 67.21 oranında toplam doymamış yağ ve % 32.79 oranında toplam doymuş yağ içerdiği tespit edilmiştir. Yem hammaddelerinin analiz edilmiş besin madde değerleri kullanılarak hazırlandığı için, çalışmaya ait tüm rasyonların protein, enerji, metiyonin ve lizin

düzeylerinin birbirlerine eşit olması sağlanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Rasyonların hammadde içerikleri ve besin madde değerleri (g/kg)

Hammadde	Gruplar					
	1	2	3	4	5	6
	0-AK	3-AK	6-AK	9-AK	12-AK	15-AK
Mısır	620.85	592.14	563.46	535.66	506.03	477.32
SK	244.89	235.61	226.34	216.90	207.78	198.51
Mermer tozu	80.88	81.05	81.23	81.40	81.57	81.74
AK	0.00	30.00	60.00	90.00	120.00	150.00
Soya ham yağı	26.38	34.82	43.25	51.42	60.13	68.57
DCP	19.18	18.65	18.12	17.58	17.05	16.52
Metiyonin	1.26	1.20	1.13	1.07	1.00	0.93
Lisin	1.56	1.53	1.47	1.47	1.44	1.41
Tuz	2.50	2.50	2.50	2.00	2.50	2.50
Vitamin + Mineral	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50
Toplam, kg	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Analiz edilmiş besin madde değerleri						
Kuru madde, %	89.83	89.99	90.16	90.31	90.48	90.64
Ham protein, %	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50	17.50
ME, Kcal / kg	2750	2750	2750	2750	2750	2750
Ham yağ, %	5.34	6.04	6.74	7.42	8.14	8.84
Ham selüloz,%	1.76	2.92	4.07	5.23	6.38	7.53
Hesaplanmış besin madde değerleri						
Ham kül, %	12.86	12.84	12.81	12.74	12.76	12.74
Toplam fosfor, %	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
Lisin,%	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Metiyonin, %	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40

DCP: Dikalsiyum fosfat; SK: Soya küspesi, AK: Aspir küspesi; Vitamin+Mineral premiksi İçeriği (2.5 Kg):Vitamin A 12000000 IU, Vitamin D3 2000000 IU, Vitamin E 35000 mg, Vitamin K3 5000 IU, Vitamin B1 3000mg, Vitamin B2 6000mg, Vitamin B6 5000mg, Vitamin B<sub>12</sub> 15mg, Vitamin C 50000mg, D-Biyotin 45mg, Niasin 20000mg, Kalsiyum D pantotenat 6000mg, Folik asit 750mg, Kolin klorid 125000mg, Mangan 80000mg, Demir 60000mg, Çinko 60000mg, Bakır 5000mg, İyot 1000mg, Kobalt 200mg, Selenyum 150mg, Kantaksantin 20.000mg (karofil kırmızısı),  $\beta$ -apo-8'-carotenoic acid ethyl ester 5.000mg (karofil sarısı)

### 3.2. Performans özellikleri

Farklı oranlarda AK içeren rasyonlarla beslemenin tavukların canlı ağırlık değişimi, yem tüketimi, yumurta üretimi ve yemden yararlanma oranı üzerine etkisi Çizelge 3 ve Çizelge 4'de yer almıştır.

Bu çalışmada kullanılan AK miktarları, tavukların canlı ağırlık değişimlerini etkilememiştir ( $P>0.05$ ; Çizelge 2; Çizelge 3). Benzer şekilde, soya proteininin %20, %40, %60 ve %80'i yerine AK kullanılmasının (Barbour ve ark., 2016) ve AK içeren diyetlerle beslemenin (Ehsani ve ark., 2013) yumurta tavuklarının canlı ağırlık değişimine etkileri önemsiz olmuştur. Yem tüketim düzeyleri bakımından muamele grupları arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Bu sonuç, soya küspesi yerine AK içeren

rasyonlarla beslemenin yumurta tavuklarının yem tüketimlerine etkisinin olmadığını bildiren çalışmalarla (Ehsani ve ark., 2013; Barbour ve ark., 2016) ile benzerlik gösterirken, değişik oranlarda AK içeren diyetlerin broyler piliçlerin yem tüketimlerini önemli derecede azalttığının bildirildiği çalışma sonuçları (Rehman ve Malik, 1986) ile farklılık göstermiştir. Yem tüketiminin artması ya da azalması canlı ağırlık başta olmak üzere yemden yararlanma oranı, yumurta verimi ve diğer performans özelliklerinde değişime yol açmaktadır. Yem tüketiminde değişime neden olan faktörlerin başında ise selüloz gelmektedir. AK, selüloz içeriği yüksek olan (%41) bir ürün olmakla birlikte bu çalışmada, yem tüketimi bakımından muameleler arasında farklılık ortaya çıkmamıştır ( $P>0,05$ ). Tavukların yumurta verim düzeyine kalıtımın etkisi,

% 15 ile % 25 arasında değişmekte (Şenköylü, 2001; özellikle bakım ve beslemeden kaynaklanmaktadır. Türkoğlu ve Sarıca, 2009) geri kalan etki ise çevreden,

Çizelge 3. Deneme tavuklarının canlı ağırlık değişim değerleri (n=12)

Gruplar	1.gün (g tavuk <sup>-1</sup> )	21. gün (g tavuk <sup>-1</sup> )	42. gün (g tavuk <sup>-1</sup> )	63. gün (g tavuk <sup>-1</sup> )
	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>
0-AK	1739.5±53.57	1830.8±43.95	1881.8±45.38	1980.5±33.64
3-AK	1736.5±62.08	1847.8±35.91	1902.8±30.08	2001.6±40.21
6-AK	1741.0±59.48	1854.9±54.44	1948.8±48.86	2010.6±44.74
9-AK	1733.3±63.79	1823.1±47.65	1834.7±72.00	1791.2±83.35
12-AK	1745.2±64.69	1821.5 ±50.43	1948.3±50.38	2029.7±59.79
15-AK	1743.3±68.09	1767.2±80.77	1789.5±90.79	1877.6±94.63
P değeri	1.00	0.89	0.35	0.06

AK: Aspir küspesi, X: Ortalama, S<sub>X</sub>: Ortalamaların standart sapması

Bu çalışmada, yumurta verimine muamelelerin etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0.05;Çizelge 4). Bu bulgu, AK içeren rasyonların tavukların yumurta verimine etkisinin önemsiz olduğunu bildiren çalışmalarla (Ehsani ve ark., 2013; Barbour ve ark., 2016) uyum göstermektedir. Çalışmaya ait gruplarda ölüm meydana gelmemiş, tavukların yaşama gücü muamelelerden etkilenmemiştir.

Rasyon enerjisinin artışı, her kilogram yumurta için tüketilen yem miktarında azalmaya yol açmak suretiyle yemden yararlanma oranında değişime neden olur (Grobas ve ark., 1999). Bu çalışmada, yem tüketim

miktarları ve yumurta ağırlıklarına bağlı olarak yemden yararlanma oranı bakımından muamele grupları arasındaki farklılık önemsiz bulunmuştur (P>0.05). Bu sonuç, farklı düzeyde AK içeren rasyonların yumurtacı tavukların yemden yararlanma oranlarına etkilerinin önemsiz olduğu çalışma bulguları (Barbour ve ark., 2016) ile uyum göstermiştir. Bununla birlikte AK içeren rasyonların yumurta tavuklarının yemden yararlanma oranına etkisinin çok önemli olduğu araştırma bulguları (Ehsani ve ark., 2013) ile uyum göstermemiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. AK içeren rasyonların tavuklarının performans özelliklerine etkisi (n=12)

Gruplar	Yem tüketimi, g	Yumurta ağırlığı, g	Yemden yararlanma oranı, g yem/g yumurta	Yumurta verimi, % / tavuk / gün
	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>
0-AK	121.9± 2.30	68.1±2.11	1.79±0.05	94.4±2.73
3-AK	124.0±5.03	68.8±1.69	1.80±0.04	98.9±0.32
6-AK	127.4±2.24	70.0±1.52	1.82±0.04	94.4±2.04
9-AK	118.6 ±5.04	67.9±1.56	1.75±0.06	90.1±2.32
12-AK	132.0±2.13	69.4±1.69	1.90±0.04	97.4±1.40
15-AK	123.8±5.25	69.4±2.03	1.78±0.06	91.6±3.50
P değeri	0.24	0.65	0.45	0.07

AK: Aspir küspesi, P≤0.01, P≤0.05; aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir

### 3.3. Yumurta kalitesi

Yumurta ağırlığındaki değişim üzerine muamelelerin etkisi önemsiz bulunmuştur (P>0.05; Çizelge 4). Bu sonuç, Ehsani ve ark. (2013) farklı düzeylerde AK'nın tavukların yumurta ağırlıkları üzerine etkisinin önemli olmadığını bildirdikleri çalışma sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Yumurta ağırlığına

kalıtımın etkisi % 55 olup (Şenköylü, 2001), rasyonların enerji (Harms ve ark., 2000; Bryant ve ark., 2005) yağ (Grobas ve ark., 1999; Sohail ve ark., 2003), protein (Liu ve ark., 2005; Wu ve ark., 2005), metiyonin (Schutte ve De Jong, 1994; Keshavarz, 1995; Bryant ve ark., 2005), lizin (Novak ve ark., 2004; Liu ve ark., 2005) ve linoleik asit (Whitehead, 1981) içeriklerine göre değişim gösterebilmektedir. Grupların yumurta

kabuk ağırlığı, kabuk kalınlığı, kabuk kırılma direnci ve şekil indeksine muamelelerin etkisi önemli bulunmamıştır ( $P>0.05$ ). Standart bir yumurtanın ortalama kabuk ağırlığı 6.4 gram (Türkoğlu ve Sarıca, 2009) olmasına karşın bu araştırmadan elde edilen yumurta kabuk ağırlıkları, yumurta ağırlıkları ile de uyumlu olarak % 1 ile % 2 kadar daha fazla olmuştur. Yumurta kabuk kalınlığında kalıtımın etkisi 0.20 ile 0.40 kadar olup, beslemenin etkisi daha fazladır.

Yumurtanın önemli dış kalite kriterlerinden birisi sayılan kabuk kalınlığı bu çalışmada 0.37 ile 0.39 mm arasında, kabuk kırılma direnci ise 1.83 ile 2.19 kg cm<sup>-2</sup> arasında değişim göstermiştir (Çizelge 5). Yumurta ak indeksi, sarı indeksi, Haugh birimi, yumurta sarısı renk değeri ve yumurta sarı ağırlığı bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli olmamıştır ( $P>0.05$ ). Şekil indeksi değeri % 77 ile % 78, ak indeksi değerleri ise % 7.18 ile % 9.45 arasında değişim göstermiştir.

Çizelge 5. AK içeren rasyonlarla beslemenin tavukların yumurta dış kalite özelliklerine etkisi (n=12)

Gruplar	Yumurta kabuk ağırlığı, g	Yumurta kabuk kalınlığı, mm	Yumurta kabuk kırılma direnci, (kg cm <sup>-2</sup> )	Yumurta şekil indeksi,%
	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>
0-AK	8.9±0.20	68.1±2.11	1.8±0.17	77.7±0.65
3-AK	8.8±0.31	68.8±1.69	2.0±0.10	77.0±0.46
6-AK	8.7±0.18	70.0±1.52	1.8±0.10	77.6±0.82
9-AK	8.6±0.18	67.9±1.56	2.1±0.19	78.5±0.43
12-AK	9.2±0.36	69.4±1.69	1.9±0.14	78.0±0.66
15-AK	8.6±0.12	69.4±2.03	1.8±0.13	77.7±0.90
P değeri	0.51	0.65	0.38	0.70

AK: Aspir küspesi

Taze yumurtada sarı indeksi % 36 ile 44 arasında değişmektedir (Mineki ve Kobayashi, 1998). Bu çalışmada elde edilen yumurta sarı indeks değerleri % 43 ile 45 arasında gerçekleşmiştir. Haugh birimi değeri 72≥ olan yumurtalar ekstra taze (A sınıfı), 51-71 arasında olanları ekstra taze dışı (A sınıfı), ≤50 olanları ise B sınıfı şeklinde sınıflandırılmaktadır (Anonim, 2015). Bu sınıflandırmaya göre mevcut çalışmadaki kontrol, 4. ve 6.gruplardan elde edilen yumurtalar AA sınıfında, diğer grupların yumurtaları ise A sınıfında yer almıştır. Çalışmada AK'nın farklı dozlarına bağlı olarak, yumurtanın tazelik derecesinin göstergesi olan Haugh değerinde bir değişim meydana gelmemiştir ( $P>0.05$ ).

Tavukların dışardan yemlerle almak zorunda

oldukları ve büyük ölçüde yumurta sarısında depoladıkları toplam karotenoidlerin %90'dan daha fazlasını lutein ile zeaksantin oluşturur (Kotrbaček ve ark., 2013). Yumurta sarı renk değeri, rasyonun pigment içeriğine ve yem tüketimine göre değişim gösterir. Bu çalışmada, tüketilen tüm rasyonların pigment içerikleri benzer olduğundan (20 mg karofil kırmızı ve 5 mg karofil sarı /kg yem), yumurta sarısı renk derecesine muamelelerin etkisi önemsiz bulunmuştur ( $P>0.05$ ). Sofralık yumurtalarda, yumurta sarısı renk yelpaze değerinin 11-12 arasında olması arzu edilir (Şenköylü, 2001). Bu çalışmada elde edilen yumurta sarısı renk değerleri 10.92 ile 11.17 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. AK içeren rasyonların tavukların yumurta dış kalite değerlerine etkisi (n=12)

Gruplar	Ak indeksi,%	Sarı indeksi,%	Haugh değeri	Sarı renk değeri	Sarı ağırlığı, g
	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>
0-AK	8.2±0.32	44.7±0.43	79.8±1.52	10.9±0.15	17.1±0.40
3-AK	7.5±0.61	44.6±0.31	74.6±3.02	11.0±0.08	17.6±0.17
6-AK	7.1±0.29	43.7±1.06	73.7±1.63	11.0±0.15	17.3±0.47
9-AK	8.5±0.34	45.0±0.38	80.1±1.36	11.1±0.11	16.5±0.28
12-AK	7.2±0.33	43.9±0.53	74.6±1.97	11.1±0.11	17.0±0.42
15-AK	9.4±1.34	43.4±0.64	79.8±2.50	11.0±0.15	17.3±0.58
P değeri	0.12	0.39	0.06	0.76	0.06

AK: Aspir küspesi

### 3.4. Yumurta sarısı yağ ve kolesterolü

Araştırmanın 21 ve 63. günlerinde muamelelerin yumurta sarısı ham yağ oranlarına etkisi önemsiz ( $P>0.05$ ) olmuştur (Çizelge 7). Yumurta sarısı kolesterol içeriğine muamelelerin etkisi, çalışmanın 21.gününde önemsiz ( $P>0.05$ ), 63. gününde ise önemli olmuştur ( $P<0.02$ ). Kolesterol değeri kontrol grubu dışında kalan gruplar arasında farklı bulunmuştur ( $P<0.05$ ). Aspir tohumundaki fenolik bileşikler kısmen aspir küspesinde de bulunmaktadır ve bunlar hipokolesterolemik etkiye sahiptirler (Eldin ve ark., 2000). Diğer yandan bitki sterollerini bağırsakta kolesterol emilimini engellemekte (Sim ve ark., 1980), diyetin yağ içeriği ve çeşidi yumurta kolesterol miktarını % 16 ile % 33 oranında azaltmaktadır (Sim ve Bragg, 1977).

İnsanlara nazaran tavuklar her kg karaciğer ağırlığı için 10 kat daha fazla kolesterol üretebilmektedir. Bu yüzden yumurta sarısı kolesterol miktarı diyet faktörlerinden bağımsız olarak sabit kalmakta ve diyet manipülasyonu ile kolesterol düzeyini azaltmak çok etkili olmamaktadır (Bertechini, 2003). Kanatlı

hayvanlarda embriyo gelişimini sağlayacak düzeyde kolesterole gerek duyulduğundan, kolesterol miktarındaki değişime karşı yumurta sarısı oldukça dirençlidir (Shafey ve Cham, 1994). Böyle olmakla beraber doymamış yağ asitlerince zengin diyetler kolesterol düzeyini (Ling ve Jones, 1995; Vanstone ve ark., 2001; Fatarone ve ark., 2013) ve kan kolesterol düzeyini azaltmaktadır (Holland ve ark., 1980; Mori, 2001). Standart bir tavuk yumurtasının kolesterol içeriği 220 mg dolayında olup (Simopoulos, 2000) yapılan beslemeye bağlı olarak % 5 ile % 30 arasında bir değişim meydana gelebilmektedir (Şenköylü, 2001). Bu çalışmada elde edilen yumurtaların kolesterol miktarları standart değer üzerinde (276-320 mg) olmuştur (Çizelge 7). Bu çalışmada kontrol grubu ve diğer gruplar arasındaki yumurta kolesterol miktarındaki değişimin rasyon AK ve yağ içeriklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Yumurta kolesterol düzeyi genotip, yaş ve bakım gibi bir çok faktörler tarafından etkilenmekte ancak beslemenin etkisi daha sınırlı olmaktadır (Hargis, 1988; Hargis ve ark., 1991).

Çizelge 7. AK içeren rasyonlarla beslenen tavukların yumurta sarısı ham yağı ve kolesterol miktarları (n=3)

Gruplar	Yumurta sarısı ham yağı,%		Yumurta sarısı kolesterolü, mg	
	21.gün	63.gün	21.gün	63.gün
	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>	X ± S <sub>x</sub>
0-AK	32.4±0.49	31.7±0.21	292.0±4.50	294.6±12.54abc
3-AK	31.2±0.83	32.5±0.88	298.3±8.61	320.4±2.77a
6-AK	31.4±0.86	32.9±0.99	308.4±4.16	308.8±2.49ab
9-AK	32.8±0.38	32.2±0.92	293.1±3.03	291.7±3.86bc
12-AK	32.5±0.92	32.7±0.76	303.1±6.62	277.3±6.17c
15-AK	31.8±0.79	31.6±0.63	284.4±8.92	296.8±10.92abc
P değeri	0.16	0.16	0.14	0.02

AK: Aspir küspesi,  $P\leq 0.01$ ,  $P\leq 0.05$ ; aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir.

### 3.5. Yumurta sarısı yağ asitleri

Yumurtanın ana bileşeni olan lipitler, diyet manipülasyonu ile kolayca etkilenmekte (Naber, 1979), doymamış yağ asitleri bakımından zengin olan diyetler, yumurta sarısının lipit profilini değiştirmektedir (Shafey ve ark., 1999; Martino ve ark., 2002). Yemler ile alınan yağların portomikronlar şeklinde doğrudan kan içine absorbe edilmesi ve lipogenesinin ana merkezi karaciğere taşınmasından dolayı diyet lipit kaynağına bağlı olarak, tavukların yumurta sarısı yağ asitleri içeriğinin değiştirilebilmesi mümkün görülmektedir (Van-Elsky ve ark., 1994). Bu çalışmanın 21. ve 63. günlerinde muamelelerin yumurta sarısı toplam doymuş yağ asitlerine etkisi önemli ( $P<0.05$ ) olmuştur (Çizelge 8). Kontrol grubuna nazaran diğer muamele gruplarının toplam doymuş yağ asitlerinde bir azalma meydana gelmiştir.

Bu çalışmada, yumurta sarısı toplam doymamış yağ asitleri üzerine muamelelerin etkisi 21. günde önemsiz, 63. günde elde edilen verilere göre ise önemli bulunmuştur ( $P<0.01$ ). Kontrol grubuna nazaran, AK içeren grupların yumurta sarısı toplam doymuş yağ asitleri oranında azalma, toplam doymamış yağ asitleri oranında ise kısmi bir artış meydana gelmiştir (Çizelge 8). Grupların yumurta sarısı yağ asitlerindeki meydana gelen azalma ve artışların rasyonların soya yağı oranları ile ilgili olabileceği düşünülmektedir.

## 4. Sonuç

Performans ve yumurta kalite özelliklerini olumsuz etkilemeksizin, yumurtacı tavukların rasyonlarına %15 düzeyine kadar AK kullanımının mümkün olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada AK kullanımı, SK'dan % 4.6'a kadar

tasarruf sağlamıştır. Bu sonuç, AK'nın yumurtacı tavuk yemlerinde alternatif bir protein kaynağı olarak kullanım potansiyeli hakkında bir fikir ortaya koymuştur. Rasyon hazırlamada, AK'nın yüksek selüloz ve düşük enerji içeriği dikkate alınmalıdır.

Rasyonlardaki soya yağı miktarıyla uyumlu olarak, yumurta sarısı doymamış yağ asitleri içeriğinde bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 8. AK içeren rasyonlarla beslenen tavukların yumurta sarısı yağ asitleri miktarı (n=3)

Gruplar	Yumurta sarısı doymuş yağ asitleri, %		Yumurta sarısı doymamış yağ asitleri, %	
	21.gün	63.gün	21.gün	63.gün
	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>	X ± S <sub>X</sub>
0-AK	32.2±0.54a	31.6±0.44ab	66.1±0.66	66.5±0.70b
3-AK	32.5±0.62a	31.9±0.22a	65.4±0.76	66.4±0.10b
6-AK	32.5±0.24a	31.4±0.27ab	65.4±0.57	67.2±0.46ab
9-AK	32.1±0.13ab	30.7±0.15bc	66.2±0.08	67.7±0.20ab
12-AK	31.3±0.25ab	30.3±0.16cd	66.8±0.23	68.4±0.41a
15-AK	30.8±0.30b	29.9±0.21d	67.3±0.26	68.2±0.20a
P değeri	0.04	0.01	0.09	0.01

AK: Aspir küspesi, P≤0.01, P≤0.05; aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir

## 5. Teşekkür

Bu projeye (2013/3-24 YLS) gerekli mali desteği sağlayan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi'ne (KSÜ BAP) teşekkür ederiz.

## 6. Kaynaklar

- Abughazaleh, A.A., Riley, M.B., Thies, E.E., Jenkins, T.C. 2005. Dilution rate and pH effects on the conversion of oleic acid to trans C18:1 positional isomers in continuous culture. *J. Dair.Sci.*, 88: 4334-4341.
- Alvarez-Gonzalez, C.A., Lopez-Gonzalez, B., Gutierrez-Leyva, R., Goyortua-Bores, E., Civera-Cerecedo, R. 2007. Use of safflower *Carthamus tinctorius* products in diets for tilapia *Oreochromis niloticus*. Effects on growth and apparent digestibility. Caribbean & Latin American Aquaculture, 6-9 November. San Juan, Puerto Rico.
- Anonim, 2015. Kabuklu tavuk yumurtası standardı. TS 1068, Türk Standartları Enstitüsü.
- AOAC, 2005. Official Methods of Analysis, 18th Edn. Washington D.C. Method numbers: 960.52, 923.09 ve 920.39.
- Barbour, G.W., Usayran, N.N., Yau, S.K., Murr, S.K., Shaib, H.A., Abi Nader, N.N., Salameh, G.M., Farran, M.T. 2016. The effect of safflower meal substitution in a lysine fortified corn-soybean meal diet on performance, egg quality, and yolk fat profile of laying hens. *J.App. Poult. Res.*, 25(2):256-265.
- Bäumler, E., Cuniberti, A., Nolasco, S.M., Riccobene, I.C. 2006. Moisture dependent physical and compression properties of safflower seed. *J. Food Eng.*, 72 (2): 134-140. blood parameters of broiler chicks. *Indian Vet. J.*, 84: 610-612.

- Batal, A., Dale N., Farms, S. 2016. Feedstuffs, Ingredient Analysis Table: 2016 edition. Athens, GA. Nutrient content of safflower seed meal.
- Bertechini, A.G. 2003. Mitos e verdades sobre o ovo de consumo. 21 th Conferência de Ciência e Tecnologia Avícola; Santos, São Paulo. Brasil., s:19.
- Boehringer Mannheim Biochemica, 1989. Methods of Biochemical Analysis and Food Analysis., s: 26-28. Mannheim, Germany.
- Bryant, M., Wu, G., Rolve, D.R. 2005. Optimizing dietary energy for profits and performance of two strains of White Leghorns. Proceedings of the International Poultry Scientific Forum Abstracts; Atlanta, GA., s:23.
- Carpenter, K.J., Clegg, K.M., 1956. The metabolizable energy of poultry feeding stuffs in relation to their chemical composition. *J. Sci. Food. Agric.*, 7: 45-51.
- Dajue, L., Mündel, H.H. 1996. Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Promoting the conservation and use of underutilized and Neglected Crops 7. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research. International Plant Genetic Resources Institute, pp:83, Gatersleben/TPGRI, Rome, Italy. ISBN 92-9043-297-7
- Darroch, C.S., 1990. Safflower meal. In: Thacker, PA., and Kirkwood, RN.,(eds). Nontraditional feed sources for use in swine production, Butterworths, Stoneham, Massachusetts., s: 373-382.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28:350-356.
- Ehsani, A., Mahdavi, A.H., Samie, A.H., Dolatkah, B. 2013. Effects of dietary administration of multi-enzyme on productive performance of laying hens fed different levels of safflower meal. *J. of Anim. and Poult. Sci.*, 2(4): 108-119
- Eldin, A.K., Franka, J., Razdan, A., Tengblad, S., Basu, S., Vessby, B. 2000. Effects of dietary phenolic compounds on tocopherol, cholesterol, and fatty acids in rats. *Lipids*, Vol. 35, no. 4.



- Faitarone, A.B.G., Garcia, E.A., Roça R de O., Ricardo, H de A., Verade, EN de V., Pelícia K., Vercese F. 2013. Cholesterol levels and nutritional composition of commercial layers eggs fed diets with different vegetable oils. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*; vol.15 no.1.
- Farran, M.T., Barbour, G.W., Usayran, N.N., Kayouli, C. 2010. Metabolizable energy and aminoacid digestibility of decorticated extruded safflower meal. *Poult. Sci.*;89 (9):1962-1966.
- Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Bio. Chem.*, 226: 497-509.
- Gowda, N.K.S., Ramana, J.V., Prasad, C.S., Singh, K. 2004. Micronutrient content of certain tropical conventional and unconventional feed resources of Southern India. *Trop. Anim. Health Prod.*, 36 (1): 77-94.
- Göhl, B., 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques. FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy.
- GRDC, 2010. Raising the bar with better safflower agronomy - Autumn 2010. GRDC - Grain research and development corporation.
- Grobos, S., Mendez, J., De Blas, C., Mateos, G.G.. 1999. Laying hen productivity as affected by energy, supplemental fat, and linoleic acid concentration of the diet. *Poult. Sci.* 78:1542-1551.
- Hargis, P.S. 1988. Modifying egg yolk cholesterol in the domestic fowl-a review. *World's Poult. Sci. J.* 44: 17-29.
- Hargis, P.S, Van Elswyk, M.E., Hargis, B.M. 1991. Dietary modification of yolk lipid with savelha oil. *Poult. Sci.*;70:874-883.
- Harms, R.H., Russell, G.B., Sloan, D.R. 2000. Performance of four strains of commercial layers with major changes in dietary energy. *J. Appl. Poult. Res.* 9:535-541.
- Hertrampf, J.W., Piedad-Pascual, F. 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic Publishers., s:624.
- Heuzé, V., Tran, G., Chapoutot, P., Renaudeau, D., Bastianelli, D., Lebas, F., 2015. Safflower (*Carthamus tinctorius*) seeds and oil meal. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ ve FAO. <http://feedipedia.org/node/49> Last updated on October 6, 10:51.
- Holland, K.G., Grunder, A.A., Williams, C.L. 1980. Response to five generations of selection for blood cholesterol levels in White Leghorns. *Poult. Sci.*;59:1316-26.
- Karabulut, A., Canbolat, Ö. 2005. Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Uludağ Üniversitesi Yayınları. Yayın No: 2.05.048.0424, Bursa.
- Keshavarz, K., 1995. Further investigations on the effect of dietary manipulations of nutrients on early egg weight. *Poult. Sci.*, 74: 62-74.
- Kotrbaček, V., Skřivan, M., Kopecký J., Pěnkava, O., Hudečková P., Uhríková, I., Doubek, J., 2013. Retention of carotenoids in egg yolks of laying hens supplemented with heterotrophic chlorella. *Czech J. of Anim. Sci.*, 58(5): 193-200.
- Ling, W.H., Jones, P.J.H. 1995. Enhanced efficacy of sitostanolcontaining versus sitostanol-free phytosterol mixtures in altering lipoprotein cholesterol levels and synthesis in rats. *Atherosclerosis.* 118: 319-331.
- Liu, Z., Wu, G., Bryant, M.M., Rolve, D.A. 2005. Influence of added synthetic lysine in low-protein diets with the methionine plus cysteine to lysine ratio maintained at 0.75. *J. Appl. Poult. Res.*, 14: 174-182.
- Martino, R.C., Cyrino, J.E.P., Portz, L., Trugo, L.C. 2002. Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal ve plant lipids. *Aquaculture*, 209: 233-246.
- Mineki, M., Kobayashi, M. 1998. Microstructural changes in stored hen egg yolk. *J.Poult. Sci.* 35: 285-294.
- Mohan, L., Reddy, C.V., Rao, P.V., Siddiqui, S.M. 1984. Safflower meal as a protein source in broiler rations. *Indian J. Anim. Sci.*54:870-875.
- Mori, A.V. 2001. Utilização de óleo de peixe e linhaça na ração como fontes de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 em ovos [tese]. São Paulo (SP): Universidade de São Paulo, Brasília.
- Mündel, H.H., Blackshaw, R.E., Byers, J.R., Huang, H.C., Johnson, D.L., Keon, R., Mündel H.H., Morrison R.J., Blackshaw, R.E., Roth, B. 2004. Safflower production on the Canadian prairies. *Agricultural Research Stations. Lethbridge, Canada*, pp:43. ISBN: 0-662-38209-9.
- Naber, E.C. 1979. The effect of nutrition on the composition of eggs. *Poultry Science*;58: 518-28.
- Nagaraj, G. 1993. Safflower seed composition ve oil quality a review. Proceedings of the 3rd International Safflower Conference, June 14-18, Beijing, China, pp: 58-71.
- Novak, C., Yakout, H., Scheideler, S. 2004. The combined effects of dietary lysine and total sulfur amino acid level on egg production parameters and egg components in dekalb delta laying hens. *Poult. Sci.* 83: 977-984.
- NRC (National Research Council), 1994. Nutrient Requirements of Poultry. edn. 9th, The National Academy of Sciences., National Academy Press, Washington, D.C.
- Oyen, L.P.A., Umali, B.E. 2007. *Carthamus tinctorius* L.. Record from Protabase. van der Vossen, H.A.M., Mkamilo, G.S. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.
- Palter, R., Lundin, R.E., Haddon, W.F. 1972. A cathartic lignan glycoside isolated from *Carthamus tinctorius*. *Phytochemistry* 11: 2871-2874.
- Petersen, C.F., Meyer, G.B., Sauter, E.A. 1976. Comparison of metabolizable energy values of feed ingredients for chicks and hens. *Poult. Sci.*, 55 (3): 1163-1165.
- Rahamatalla, A.B., Babiker, E.E., Krishna, A.G., El Tinay, A.H. 2001. Changes in fatty acids composition during seed growth and physicochemical characteristics of oil extracted from four safflower cultivars. *Plant Food for Hum. Nutr.*;56: 385-395.
- Rehman, A., Malik, M.Y. 1986. Safflower meal as a protein source in broiler rations. *Pak.J. Bioc.* 19:39-42.
- Sakamura, S., Terayama .Y, Kawakatsu S., Ichihara A., Saito, H. 1978. Conjugated serotonin related to cathartic activity in safflower seeds (*Carthamus tinctorious* L.). *Agric Biol. Chem* 42: 1805-1806.
- SAS, 2005. Statistical analysis system, Institute Inc. User Guide. Carry, North Carolina U.S.A.
- Schutte, J.B., De Jong, J. 1994. Requirement of the laying hen for sulfur amino acids. *Poult. Sci.*, 73:274-280.
- Shafey, T.M., Cham, B.E. 1994. Altering fatty acid and cholesterol content of eggs for human consumption. In: Sim JS, Nakai S. Egg uses and processing technologies: new developments. Washington: CAB International; p. 374-85
- Shafey, T.M., Dingle, J.G., McDonald, M.W. 1999. Comparison between wheat, triticale, rye, soybean oil

- and strain of laying bird on the production and cholesterol and fatty acid content of eggs. *Brith. Poult. Sci.*, 33: 339-346.
- Sim, J.S., Bragg, D.B. 1977. Effect of dietary factors on serum and egg yolk cholesterol levels of laying hens. *Poult. Sci.*, 56: 1616-1621.
- Sim, J.S., Kitts, W.D., Bragg, D.B. 1980. Influence of dietary oil, cholesterol and soysterols on the fecal neutral and acidic steroid excretion in laying hens. *Poult. Sci.* 59:325-327.
- Simopoulos, A.P. 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. Symposium: Role of poultry products in enriching the human diet with n-3 PUFA. *Poult. Sci.*79:961-970.
- Sohail, S.S., Bryant, M.M., Roland, D.A. 2003. Influence of dietary fat on economic returns of commercial Leghorns. *J. Appl. Poult. Res.*, 12:356-361.
- Şenköylü, N., 2001. Modern Tavuk Üretimi. Gözden geçirilmiş ve genişletilmiş 3. baskı. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Hayvansal Üretim Bölümü, Anadolu Matbası., s: 82.
- Türkoğlu, M., Sarıca, M. 2009. Tavukçuluk bilimi (yetiştirme, besleme, hastalıklar). Bey Ofset Matbaacılık., s; 327.
- Van-Elswky, M.E., Hargis, B.M., Willians, J.D., Hargis, P.S. 1994. Dietary menhaden oil contributes to hepatic lipidosis in laying hens. *Poult. Sci.*;73(5):653-62.
- Vanstone, C.A., Raeini-Sarjaz M., Jones, J.H.P. 2001. Injected phytosterol/stanol suppress plasma cholesterol levels in hamsters. *The J. of Nutr. Bioc.* 12:565-574.
- Weiss, E.A. 2000. Safflower. In: Oilseed crops, Blackwell Sci. Ltd., Victoria, Australia., s:93-129.
- Whitehead, C.C. 1981. The response of egg weight to the inclusion of vegetable oil and linoleic acid in the diet of laying hens. *Br. Poult. Sci.*, 22: 525-532.
- Wu, G., Bryant, M.M., Rolve, D.A. 2005. Effect of synthetic lysine on performance of commercial leghorns in phase II ve III (second cycle) while maintaining the methionine+cysteine/lysine ratio at 0.75. *International Poultry Scientific Forum Abstracts, Atlanta, USA.*, s:43.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.281969



## Direct Black 22 azo boyasının *Pleurotus ostreatus* ile biyogiderimi ve optimizasyonu

Hüseyin Özkan Cañelik, Ayşe Hümeýra Taşkın Kafa, Murat Çankaya\*

Erzincan Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Erzincan, Türkiye  
\*Sorumlu yazar/corresponding author: mcankaya@erzincan.edu.tr

Geliş/Received 28/12/2016

Kabul/Accepted 05/01/2017

### ÖZET

Ticari olarak kullanılan sentetik boyaların büyük bir kısmını toksik, kanserojenik ve mutajenik özelliklere sahip olan azo boyalar oluşturmaktadır. Boyalar özellikle tekstil endüstrilerinde boyama ve baskı işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu boyaların fabrika deşarj sularından arıtılması için kullanılan kimyasal ve fiziksel arıtım teknolojileri yetersiz kaldığından ve özellikle kimyasal arıtım yöntemlerinde kullanılan bazı oksidan moleküller çevre için tehlikeli olduğundan biyolojik arıtım önem kazanmaktadır. *Pleurotus ostreatus*, dünyanın hemen hemen bütün ılıman iklim bölgelerinde; kavak, kayın, meşe, karaağaç, akçaağaç, ıhlamur, söğüt, ceviz ve kestane gibi birçok ağaç türünün çürümüş gövdelerinde çürükçül olarak yaşar. Üzerinde bulunduğu bitkinin hemiselüloz, selüloz ve lignin gibi polisakaritlerini ekstraselüler olarak deşrede eder ve karbon kaynağı olarak kullanır. Genel olarak beyaz çürükçül fungusların büyük bir çoğunluğu tarafından üretilebilen ligninolitik enzimler, boya maddelerinin atık sulardan arıtılmasında kullanılır. Çalışmada kullanılan ve Erzincan'dan izole edilen *P. ostreatus* mantarının, tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Direct Black 22 azo boyasının biyosorpsiyonu-biyodegradasyonu ve bu amaçla fonksiyon gösteren enzimlerin aktiviteleri araştırılmıştır. Ayrıca özellikle tekstil boya endüstrisinde kullanılan ve bu işletmelerden çevreye bırakılan atık su içerisindeki önemli kirlilik faktörü olan sentetik boya maddelerin düşük maliyetle ve kısa sürede biyolojik olarak arıtılması amaçlanmıştır. Sonuç olarak, polifenol oksidaz, lakkaz, mangan peroksidaz ve lignin peroksidaz gibi enzimlerin azo boyaların giderimi üzerinde etkili sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Özellikle lakkaz enziminin aktivitesi yüksek çıkmıştır. Ayrıca arıtım üzerine farklı kerestecilik atıklarının da besin kaynağı olarak kullanımı denenmiş ve *P. ostreatus*'un üzerinde çürükçül olarak yaşadığı ağaç türlerinin kabuk kısımlarını mikro partikül haline getirdiği ve boyarmadde giderim ortamında kullandığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:  
*Pleurotus ostreatus*  
Azo boyalar  
Biyosorpsiyon  
Biyodegradasyon

### Biological treatment and optimization of Direct Black 22 Azo Dyes with *Pleurotus Ostreatus*

#### ABSTRACT

Most commercial synthetic dyes consist of azo dyes which have toxic, carcinogenic and mutagenic properties. Dyes are widely used in painting and printing processes especially in textile industries. Because of the inadequate chemical and physical treatment techniques used to treat these dyes from factory discharge waters, and some oxidant molecules used in chemical treatment methods danger for the environment, biological treatment is gaining importance. *P. ostreatus* is saprophyte that lives in almost all temperate climates; Many trees such as poplar, beech, oak, elm, maple, linden, willow, walnut and chestnut in the rotten trunks. It degrades the plant's polysaccharides such as hemicellulose, cellulose and lignin extracellular and uses it as a carbon source. Lignocellulosic enzymes, which can be produced by a large majority of white rot fungi in general, used to treat dye substances from waste water. In this study, the biosorption-biodegradation of Direct Black 22 azo dyes widely used in the textile industry by *P. ostreatus* fungi, which are used in this study and isolated from Erzincan, and for this purpose the activities of enzymes of function have been investigated. Also it is aimed to biological treatment of synthetic dye materials which are used in the textile dyeing industry and which are the important pollution factors in the wastewater which are left to the environment. Consequently, it was

Keywords:  
*Pleurotus ostreatus*  
Azo dyes  
Biosorption  
Biodegradation

observed that enzymes such as polyphenol oxidase, laccase, manganese peroxidase and lignin peroxidase gave effective results on the treatment of azo dyes. In particular, the activity of the enzyme laccase has been high. In addition the tried to use different logging waste as a source of nutrient treatment on and It has been determined that tree species that have been saprophyte on *P. ostreatus* have turned their shell parts into microparticles and used them in the environment of dyeing.

## 1. Giriş

Günümüzde uluslararası çevre sorunlarından biri de sucul ekosistemlerin kirlenmesidir. Sucul ekosistemlerde kirliliğin büyük kısmı endüstriyel atıklar nedeni ile meydana gelmektedir. Genellikle tekstil boya endüstrisi fabrikalarından deşarj edilen atıklar göller ve akarsular gibi sucul sistemlere verilmektedir. Bu atıkların bazı arıtım proseslerinden geçirilip en zararsız hale dönüştürülerek doğaya verilmesi gerekmektedir. Ancak gelişmekte olan ülkelerin çoğunda ürün maliyetini düşük tutmak amacıyla gerek üretim gerek arıtım prosesinde eski teknolojiler kullanılmaktadır. Eskiden fiziksel ve kimyasal arıtım yapılırken şimdi biyolojik arıtım yapılmaktadır (Şişli, 1996).

Tehlikeli maddeleri, zararsız (su ve karbondioksit) veya daha az zararlı maddelere parçalamak için mikroorganizmaların kullanıldığı uzun süreçli arıtım prosesleri biyoremediasyon olarak bilinmektedir. Biyoremediasyon; mikroorganizmaların kirleticileri çevreden alma kapasitesine sahip olmaları ve bunları büyüme ve metabolik faaliyetleri için kullanmaları esasına dayanmaktadır. Biyoremediasyon, biyosorbsiyon ve biyodegradasyon şeklinde yapılabilir. Kimyasal maddelerin mikrobiyal kütle tarafından adsorpsiyonu veya kütlede birikimi biyosorpsiyon olarak ifade edilmektedir. Biyodegradasyon ise yaşayan mikrobiyal organizmalar tarafından organik bileşiklerin enzimler kullanılarak küçük parçalara ayrılması işlemidir. Biyosorbsiyon hücre dış yüzeyinde veya iç yüzeyine tutunma olarak gerçekleşirken biyodegradasyon hücre dışında parçalanması veya hücre içine metabolize edilmesi şeklinde olmaktadır. Mantar ile yapılan renk giderim çalışmalarında kullanılan glikoz derişimi genellikle 1-5 g L<sup>-1</sup> 'dir (Zhang ve ark., 1999, Kapdan ve Kargi, 2001). Basidiomycetes sınıfına ait olan beyaz çürükçül mantarların sentezledikleri lakkaz, Mn-peroksidaz, lignin peroksidaz ve NADH peroksidaz (NADH oksidaz) ekstrasellüler enzimleri biyoteknolojik çalışmalarda yoğun olarak kullanılmaktadır (Wesenberg ve ark., 2002).

Ticari olarak kullanılan sentetik boyaların büyük bir kısmını toksik, kanserojenik ve mutajenik özelliklere sahip olan azo boyalar oluşturmaktadır (Seesuriyachana ve ark., 2007). Genel bir sınıflandırma yapmak gerekirse boyar maddeler üç grupta incelenebilir (Fu ve Viraraghavan, 2002). 1. Katyonik boyar maddeler: Bazik boyar maddeler, 2. Anyonik boyar maddeler: Direkt, asit ve reaktif boyar maddeler, 3. İyonik olmayan boyar maddeler: Dispers boyar maddeler.

Anaerobik koşullarda azo boyalarının parçalanması ile aromatik aminlere kolaylıkla parçalanabilmektedir. Ancak oluşan bu aromatik aminler genellikle anaerobik

koşullarda daha ileri parçalanmaya dirençlidir (Kuai, De Vreese ve Vandevivere, 1998). Oluşan bu aromatik aminlerin aerobik kademedeki giderimi ile boyar maddelerin anaerobik/aerobik proseslerle mineralizasyonu gerçekleştirilmiştir (Zaoyan ve ark., 1992; An ve ark., 1996).

Azo boyaları, yapılarındaki kromofor grup olan azo (-N=N-) grubu ile karakterize edilir (Başer ve İnanıcı, 1990). Doğal boyar maddelerin hiç birinde azo grubuyla karşılaşılmaz. Bu sınıf boyar maddelerin hepsi sentetik olarak elde edilirler. Sentezlerinin sulu çözelti içinde ve basit olarak gerçekleştirilmesi ve başlangıç maddelerinin sınırsız olarak değiştirilebilmesi çok sayıda azo boyar maddesinin elde edilmesine olanak sağlamaktadır (Başer ve İnanıcı, 1990; Taner, 2006). Azo grubu içerdiği bilinen tek bir doğal ürün, 4,4'-dehidroksiazobenzen mevcuttur. Endüstriyel olarak üretilen azo boyaların tümü ksenobiyotik bileşiklerdir (Pagga ve Brown, 1986). Azo boyaları günümüzde tekstil endüstrisinde kullanılmakta olup çevre kirleticileri içinde oldukça önemli bir yeri tutmaktadırlar. Bu hedeften yola çıkarak Direct Black 22 azo boyasını, Erzincan'dan izole edilen *P. ostreatus* mantarının üzerinde biyosorbsiyonu-biyodegradasyonu araştırdık.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Kimyasallar

2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzo-tiazoline-6-sülfonik asit) ABTS, Agar, Sodyum Asetat, Bakır (II) sülfat, Glukoz, Pepton, Amonyum Nitrit, Magnezyumsülfat-7-hidrat, Potasyum Klorür, Çinko(II)sülfat-7-hidrat, Kalsiyum Klorür (II) hidrat, Tiamin, Sodyum Malonat, Mangan (II) sülfat, Hidrojen Peroksit ve Velatril Alkol Sigma firmasından temin edilmiştir. Potato Dekstroz Agar PDA Fluka firmasından temin edilmiştir. Malt Ekstrakt, Yeast Ekstrakt, Potasyum sodyum tartarat, Potasyum Bisfosfat Merck firmasından temin edilmiştir. Demir (II) sülfat-7-hidrat (Riedel de Haen) Alfa Aesar firmasından temin edilmiştir.

#### 2.1.2. Mikroorganizma

Çalışmada lakkaz enziminin üretiminde kaynak olarak beyaz çürükçül fungus *P. ostreatus* kullanılmıştır. Mantar örneği laboratuvara getirildikten sonra spor tozlarının renklerini saptamak ve sporları mikroskop altından incelemek için şapkanın sapı şapkaya yakın bir yerden kesilerek himenium tabakası

ashağı gelecek şekilde beyaz bir kağıt üzerine bir süre bırakılmıştır. Böylelikle sporların dökülmesi sağlanmış ve spor baskısı tespit edilmiştir.

## 2.2. Metot

### 2.2.1. Uygun stok ortamının belirlenmesi

*P. ostreatus*'un stoklayabilmek için kullanılacak besiyeri seçiminde iki farklı besiyeri kompozisyonu belirlenmiştir. Bu stok ortamlarında yapılan denemelerde besiyerlerine ekilen hücreler 14 gün boyunca 28°C inkübasyona bırakılarak gelişimleri ve kontaminasyon olup olmadığı takip edilmiştir.

### 2.2.2. Rose bengal agar

Rose Bengal Agar (RBA) hazır besiyeridir. RBA ortamının hazırlanışında 1 litre çözeltide 32,2 gram RBA olacak şekilde 100 ml'lik ortam hazırlanıp 121°C de 1 atm'de 20 dakika otoklavda sterilize edildi ve 9 cm çaplı petrilere 12,5 ml olacak şekilde aseptik koşullarda aktarımı yapıldı.

### 2.2.3. Potato dekstroz agar (PDA)

Potato Glukoz Agar (PGA) [PDA = potato dekstroz agar da denilebilir.] PGA ortamı hazırlanışında 1 litre çözeltide 39 gram PGA olacak şekilde 100 ml'lik ortam hazırlandı. Hazırlanan çözelti 121 °C de 1 atm'de 20 dakika sterilize edildi ve 9 cm çaplı petrilere 12.5 ml olacak şekilde aseptik koşullarda aktarımı yapıldı.

### 2.2.4. Yatık agar

Katı besiyerinden sıvı besiyerine hücre inokülasyonu için yatık agar kullanıldı. Roux şişesinde 121 °C' de 15 dakika otoklavda sterilizasyon yapılan besiyerleri ardından 55 °C'ye kadar soğutulmuş steril vidalı deney tüplerine steril ortamda 5'er ml aktarıldı.

### 2.2.5. Büyüme ortamı

Büyüme ortamı olarak Malt Ekstrakt Broth (MEB) kullanıldı (1,7 g/100ml). Hazırlanan Malt Ekstrakt Broth (MEB) 250 ml erlenlere 95 ml olacak şekilde koyuldu ve otoklavda sterilize edildi. Yatık agara ekimi yapılan mikroorganizmalar 5 ml serum fizyolojik su yardımı ile aseptik koşullarda alındı ve büyüme ortamına yine aseptik koşullarda ilave edildi. 6 gün 28 °C de 125 rpm'de çalkalayıcılı inkübatörde inkübe edildi.

### 2.2.6. Uygun Enzim Üretim Ortamının Belirlenmesi

*P. ostreatus* tarafından üretilen polifenol oksidaz, lakkaz, mangan peroksidaz, lignin peroksidaz enzimlerinin üretim ortamının belirlenmesi için, dört farklı ortamda bu enzimlerin aktivitesi 14 gün boyunca

izlendi. Bu çalışmada kullanılmak üzere 4 farklı ortam denenmek üzere seçildi. Birinci ortamın içeriğinde; 2.5 g L<sup>-1</sup> Glukoz, 1 g L<sup>-1</sup> Yeast ekstrakt, 2.3 g L<sup>-1</sup> Potasyum sodyum tartarat, 1 g L<sup>-1</sup> Pepton, 0,00639 g L<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> bulunmaktadır. pH 6.6'ya ayarlanarak 95 ml'lik besi ortamları hazırlanarak denemeler yapılmıştır. Ortama glukoz ekim sırasında aseptik koşullarda eklenmektedir. İkinci ortamın içeriğinde; 2.5 g L<sup>-1</sup> Mannitol, 1 g L<sup>-1</sup> Yeast ekstrakt, 2.3 g L<sup>-1</sup> Potasyum sodyum tartarat, 1 g L<sup>-1</sup> Pepton, 0,00639 g L<sup>-1</sup> CuSO<sub>4</sub> bulunmaktadır. pH 6,6'ya ayarlanarak 95 ml'lik besi ortamları hazırlanarak denemeler yapılmıştır. Ortama mannitol ekim sırasında aseptik koşullarda eklenmektedir. Üçüncü ortamın içeriğinde; 10 g L<sup>-1</sup> Glukoz, 0,724 g L<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>NO<sub>2</sub>, 1 g L<sup>-1</sup> KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1 g L<sup>-1</sup> MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,5 g L<sup>-1</sup> KCl, 0,5 g L<sup>-1</sup> Yeast ekstrakt, 0,001 g L<sup>-1</sup> FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,0028 g L<sup>-1</sup> ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,033 CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, 10 g L<sup>-1</sup> Pepton bulunmaktadır. pH 6'ya ayarlanarak 95 ml'lik besi ortamları hazırlanarak denemeler yapılmıştır. Ortama glukoz ekim sırasında aseptik koşullarda eklenmektedir. Dördüncü ortamın içeriğinde; 5 g L<sup>-1</sup> Glukoz, 2 g L<sup>-1</sup> KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 0,05 g L<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 0,05 g L<sup>-1</sup> MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,1 g L<sup>-1</sup> CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O, 0,1 g L<sup>-1</sup> Tiamin ortamı hazırlanıp içerisine 0,5 g L<sup>-1</sup> MnSO<sub>4</sub>, 0,1 g L<sup>-1</sup> FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0,1 g L<sup>-1</sup> ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, eser element solüsyonu hazırlanarak 100 ml'lik karışım içerisine 10 ml ilave edildi. pH 4.5'e ayarlanarak 95 ml'lik besi ortamları hazırlanarak denemeler yapılmıştır. Ortama glukoz ekim sırasında aseptik koşullarda eklenmektedir.

### 2.2.7. Enzim aktivite tayini

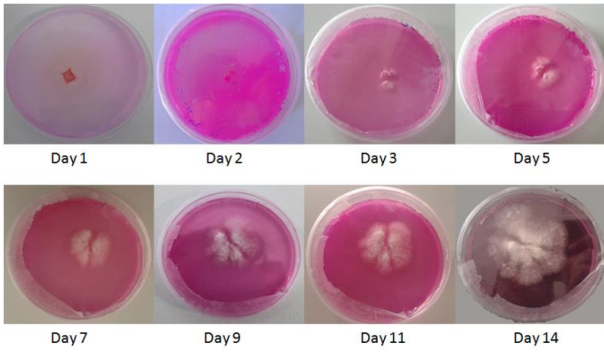
Polifenol oksidaz aktivitesi katekol'ü oksitlediğinden dolayı oluşturduğu kompleksin 420nm'de verdiği karakteristik absorpsiyon ölçülür. Lakkaz'ın aktivitesi, lakkaz ABTS'yi oksitlemesiyle kinon bileşikleri oluşturur oluşan bu kinonlar 420 nm'de karakteristik absorpsiyon verir. Mangan peroksidaz'ın aktivitesi, manganla malonatın oluşturduğu kompleksin 270 nm'de verdiği karakteristik absorpsiyon ölçülür. Veratril alkolün H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> aracılığı ile oksitlenmesi sonucu oluşan yapının 310 nm de verdiği karakteristik absorpsiyon ölçülür.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Uygun stok ortamının belirlenmesi

#### 3.1.1. Petri stok kültürü

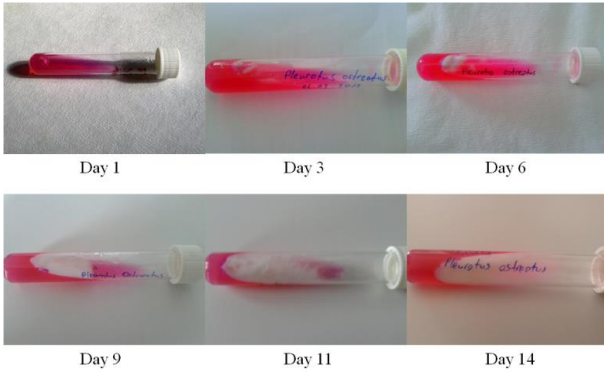
PDA'da kontaminasyon riski yüksek olduğundan dolayı petri stok kültüründe Rose Bengal Agar seçilmiştir. Her PDA ve RBA'da *P. ostreatus* aynı gelişimi göstermiş herhangi bir morfolojik ve biyokimyasal değişime uğramamıştır (Şekil 1).



Şekil 1. RBA Petri Stok Kültürü

### 3.1.2. Yatık agar

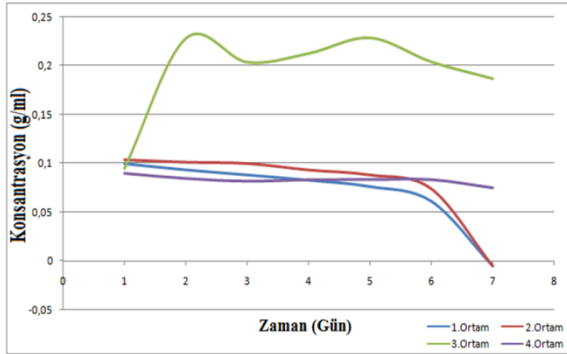
Yatık agar besiyeri olarak kullanılan RBA da organizmamız 14 günün sonun da yüzeyde misel oluşturmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. RBA Yatık Stok Kültürü

### 3.2. Uygun enzim üretim ortamının belirlenmesi

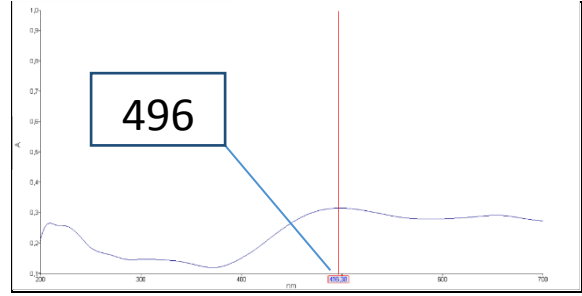
Uygun enzim ortamını belirlemek için denemeler yapılmış, Şekil 3.'de sunulmuştur. Sonuçlara göre birinci ortam besi yerinde boya giderimi ve enzim aktiviteleri yüksek olduğundan dolayı çalışmalara bu kompozisyon ile devam edilmiştir.



Şekil 3. Uygun Enzim Üretim Ortamı Grafiği

### 3.3. Boyaların spektrum taraması

Biyogiderimi yapılan boya saf hallerinin maksimum absorbsans değerlerini bulmak amacı ile spektrum taraması yapıldı. Böylelikle boya moleküllerinin maksimum absorbsans verdiği dalga boyları bulundu. Spektrum taraması yapılırken kör olarak saf su kullanılıp boya saf halde 0.02 g L<sup>-1</sup> konsantrasyonlar da çözeltilerinin 700 nm – 200 nm aralığında spektrum taramaları yapıldı. Yapılan bu taramalar sonucu her boya için maksimum absorbsans veren dalga boyu tespit edildi. Boyaların spektrum taramaları Şekil 4' de sunulmuştur.

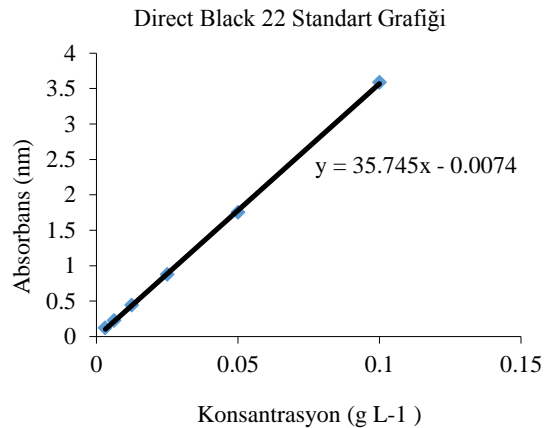


Şekil 4. Direk Black 22 Spektrum Taraması

### 3.4. Boyaların standart grafiklerinin oluşturulması

Enzim üretim ortamında biyogiderimin takip edilebilmesi için, günlük olarak sıvı kültürden alınan numunelerde ne kadar boya kaldığını; standart grafiği oluşturularak tespiti yapıldı. Standart grafiği oluşturmak için saf boya maddesini belirli oranlarda çözeltiler hazırlandı. Hazırlanan çözeltilerin, her boya için maksimum absorbsans verdikleri dalga boylarında ölçümleri yapıldı. Bu boya çözeltilerinin konsantrasyonlarıyla, absorbsans– konsantrasyon grafiği çizildi (Şekil 5).

Bu grafikler sonucu oluşturulan  $y = a x + b$  grafik denklemleri de standart grafik denklemleri olarak kullanıldı.

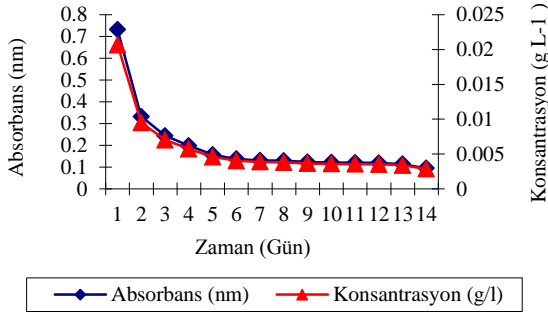


Şekil 5. Direct Black 22 standart grafiği

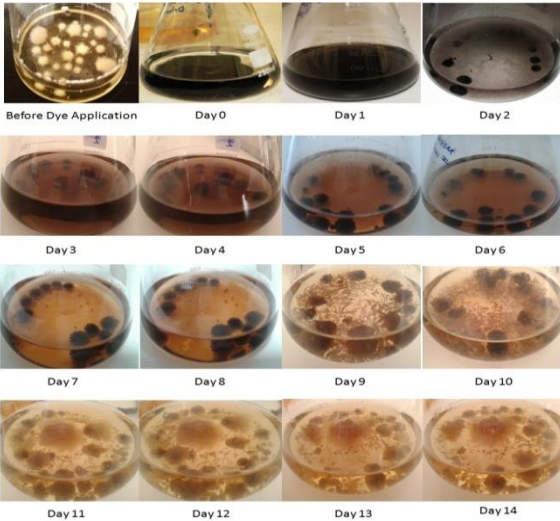
### 3.5. Boyaların gideriminin takibi

Enzim üretim ortamında bulunan boya miktarının takibi için günlük olarak sıvı kültürlerden 1'er ml aseptik koşullarda numune alındı. Alınan bu numuneler 16000 xg'de santrifüj yapıldı. Santrifüj yapılan numunelerin süpernatant kısmı alınarak her biri için özgül dalga boylarında absorbansları alındı. Kör olarak sterilize edilmiş sıvı kültür kullanıldı. Sonuçlar Şekil 6'de sunulmuştur ve denemesi yapılan boyaların biyogiderimi gün gün fotoğraflar ile takip edilmiştir (Şekil 7).

Direct Black 2 Biyodegradasyon Grafiği (E.Ü.O. Belirleme)



Şekil 6. Direct Black 22 boya giderim grafiği

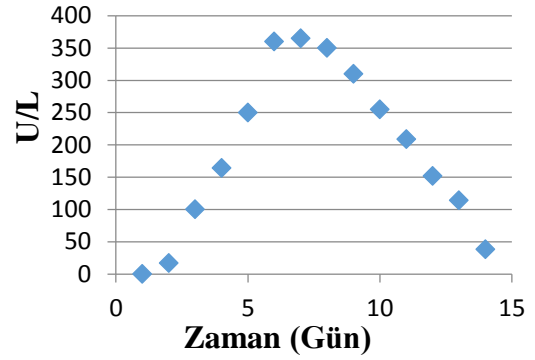


Şekil 7. Direct Black 22 Boya Giderim Görüntüsü

### 3.6. Lakkaz enziminin aktivite grafiği

Yaptığımız çalışmalarda gün gün takip edilen lakkaz, lignin peroksidaz (LiP) ve mangan peroksidaz (MnP) enzimlerinin aktivite tayinlerinde lakkaz enziminin aktivitesinde gözle görülür bir şekilde değişiklik saptanmıştır (Şekil 8).

Direct Black 22 Lakkaz Aktivite Grafiği

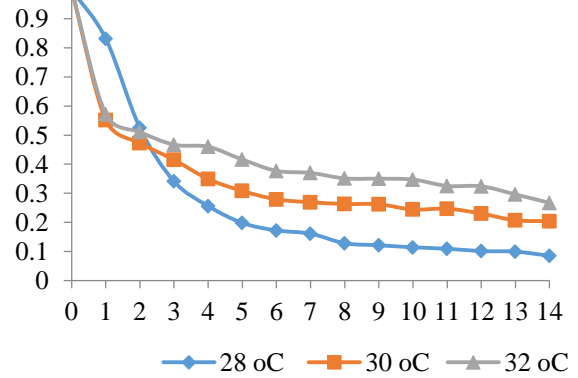


Şekil 8. Direct Black 22 lakkaz aktivite grafiği

### 3.7. Sıcaklık optimizasyonu

Sıcaklık optimizasyonu yaparak toksik boyaların hangi sıcaklıkta daha iyi degrades olduklarını ve hücrelerin hangi sıcaklık aralığında maksimum aktivite verdiği belirlendi (Şekil 9).

Üç Farklı Sıcaklıkta Direct Black 22 Boyasının Biyodegradasyonu

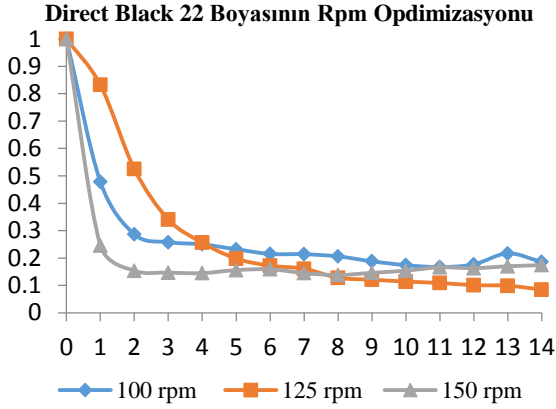


Şekil 9. Farklı sıcaklıkta Direct Black 22 boyasının biyodegradasyonu

### 3.8. Çalkalama hızı optimizasyonu

Çalkalama hızı optimizasyonu yaparak oksijen transferinin hangi aralıkta olduğunu belirleyip maksimum enzim aktivite verimini tespit ettik (Şekil 10).



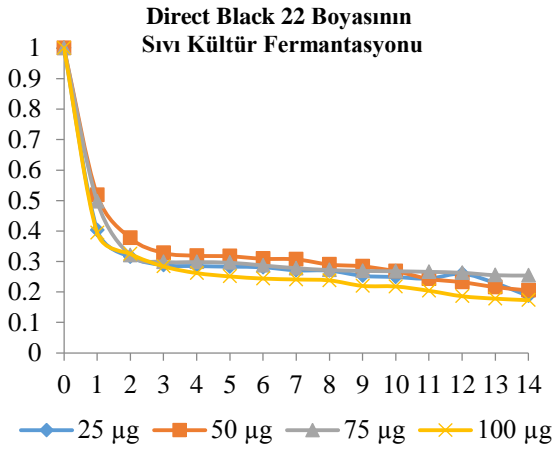


Şekil 10. Direct Black 22 boyasının rpm optimizasyonu

### 3.9. Sıvı kültür fermentasyonu

Şekil 11'de boyaların sıvı kültür fermentasyon sonuçları sunulmuştur. Sıvı kültür fermentasyonun da ağaç endüstrisinde atık olan malzemeyi kullanarak atık bir maddenin giderimi yine bir atık madde ile sağlanmış oldu. Enerji, bir karbon kaynağı yerine, ağaç artıklarının kullanılmasıyla sağlanmıştır. Dolayısı ile glikoz olarak kullanılan karbon kaynağından tasarruf edilmiş oldu.

Bir başka yaklaşım olarak da, kullanılan ağaç parçacıkları enzimin doğal substratı olduğundan dolayı bir gen indüksiyonuna neden olabileceği ve ekspresyon düzeyi hızlanıp genin daha fazla çalışması ile giderim daha hızlanacağı düşünülmüştür. Bunun sonucunda da giderimin daha etkili olacağı belirlenmiştir.



Şekil 11. Direct Black 22 boyasının sıvı kültür fermentasyonu

### 3.10. Biyokütle hesabı

Denemelerimizde kullandığımız mantar koloni hücrelerini ortalama aynı büyüklükte ve 10 koloni hücresi olacak şekilde belirledik. Belirlediğimiz 10 koloni hücresinin kuru ağırlıklarını tartıp canlı hücre miktarındaki artışına baktık. Buradaki biyokütle artışının önemi bir canlı ortamdaki boyayı rahat bir

şekilde kullanıp da toksik etki görmüyorsa biyokütlesini artırır. Çünkü bu ortam canlı için elverişli bir yaşam alanıdır. Canlıın biyokütlesini artırmasının önemi giderimi yapıyorken ne kadar çoğalmış ve ne kadar protein üretmiş ise o kadar fazla biyogiderim anlamına gelmektedir. Bu da çalışmalarımızın daha iyi bir verimle gerçekleşmesine katkı sağlamaktadır.

Toplam 10 koloni hücresinin ağırlığı 0,0137 g olarak tartılmıştır. Üç farklı azo grubu boyaların üzerinde denemeler sonucunda Direct Black 22'de 0,128 g olarak tartılmıştır. Bunları Yüzde(%) olarak verecek olursak Direct Black 22 % 734 oranında hücre artışı nicel olarak belirlenmiştir.

Uygun stok ortamı için Rose Bengal Agarı seçtik bunun nedeni *Pleurotus ostreatus*'un hiflerinin Rose Bengal Agarda gelişiminin daha iyi olduğudur. Potato Dekstroz Agarda kontaminasyon olduğundan dolayı bu besi yerini stok ortamı olarak tercih etmedik. Enzim ortamını belirlerken dört farklı içerik kompozisyonuna sahip ortamlar kullandık.

## 4. Sonuç ve Öneriler

Beyaz çürükçül mantarlar lignolitik enzimlerini çoğunlukla sadece karbon ve/veya azot kaynağı sınırlayıcı hale geldiğinde salgırlar (Stolz, 2001, Murray, 1990). *P. ostreatus*, beyaz çürükçül mantarlar içerisinde katı lignoselülozik artıkları en etkili şekilde ayrıştıran türlerdir. Bu yüzden, birçok tarımsal ve endüstriyel atık, *P. ostreatus* türlerinin üretimi için substrat olarak kullanılabilir (Zadrazil ve Brunnert, 1981, Platt ve ark., 1984). Beyaz çürükçül funguslar lignin, aromatik bileşikler ve tekstil boyaları gibi mikrobiyal ataklara karşı dayanıklı bileşikler salgıladıkları spesifik olmayan ekstraselüler enzimlerle oksitleyebilirler (Cripss ve ark., 1990). *P. ostreatus* türleri en etkili lignolitik aktiviteye sahip beyaz çürükçül mantarlar grubu içerisinde yer almaktadır. İçerisinde tarımsal artıkların da yer aldığı geniş bir substrat grubunu kullanabilirler. *P. ostreatus* türleri tarımsal artıkların lignoselüloz kısımlarını ve organik çevre kirlenici maddeleri ksilanaz, endoglukonaz,  $\beta$ -glukosidaz, laminarinaz, lakkaz ve polifenol oksidaz gibi enzimlerini kullanarak parçalayabildikleri bilinmektedir (Ardon ve ark., 1998).

*Pleurotus ostreatus*'un hiflerinin yetiştirmek için seçtiğimiz birinci ortamda boya miktarı ilk gün 0.0997 g L<sup>-1</sup> konsantrasyona sahipken 7. günün sonunda 0.0054 g L<sup>-1</sup>'ye düştüğü belirlenmiştir. Bu nedenle çalışmalarımızı bu ortam içeriğini göre ilerlettik. İkinci ortamda; boya miktarı ilk gün 0.104 g L<sup>-1</sup> konsantrasyona sahipken 7. günün sonunda 0.0051 g L<sup>-1</sup>'ye düştüğü belirlenmiştir. Birinci ortamda karbon kaynağı olarak glukoz kullanılmaktadır. İkinci ortamda ise karbon kaynağı için mannitol kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu ortamı seçmememizdeki neden mannitol'ün çözünmesinin glukozla göre daha yavaş olduğudur. Üçüncü ortamda ise boya miktarı başlangıçta 0.0949 g L<sup>-1</sup> konsantrasyona sahipken 7.

günün sonunda  $0.1873 \text{ g L}^{-1}$  'ye yükseldiği belirlenmiştir. Bu ortamda boya giderimi gözlenmeyip aynı zamanda kontaminasyon gerçekleşmiştir. Dördüncü ortamda ise boya miktarı başlangıçta  $0.0896 \text{ g L}^{-1}$  konsantrasyona sahipken 7. günün sonunda  $0.0759 \text{ g L}^{-1}$  'ye düştüğü belirlenmiştir. Bu ortamda boya gideriminin çok yavaş ve ortama konulan malzeme çok fazla olduğundan tercih etmedik. Hücrelerin E.Ü.O. sıcaklık optimizasyonu yaptık ve sonuç olarak aynı boyanın farklı sıcaklıklarda biyodegradasyon sonuçlarına göre  $28^\circ\text{C}$  de daha iyi bir sonuç aldık ve bu sıcaklığı seçtik.

Denemesi yapılan boyaların gün gün boya giderimine bakılarak; lakkaz, mangan peroksidaz ve lignin peroksidaz enzimlerinin aktiviteleri takip edildi. Boyaların maksimum aktivite verdiği günler belirlendi. Direct Black 22 maksimum lakkaz aktivitesi verdiği 7. gün  $365 \text{ U/L}$ 'de boyanın % 97,1 kadarı çözülmüştür. Enzim üretim ortamlarındaki boya giderimini yüksekten düşüğe doğru karşılaştırdığımızda boya giderimi başlangıçta Direct Black 22'de  $100 \text{ ml}$  de  $0.01 \text{ g}$  boya varken 14.günün sonucunda  $0.00286 \text{ g ml}^{-1}$  kadar boya kalmıştır.

Hücrelerin enzim üretim ortamlarının da sıcaklık optimizasyonu, çalkalama hızı optimizasyonu, doğal besinini olan ağaç parçalarını kullanarak sıvı kültür fermentasyonu ve polifenol oksidaz (PPO), lakkaz, lignin peroksidaz (LiP) ve mangan peroksidaz (MnP) enzimlerin biyodegradasyon da rol oynadıkları belirlenmiştir.

## Teşekkür

Çalışmanın alt yapısı sarf malzeme giderleri Erzincan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Fonu (BAP) tarafından desteklenen FEN-A-070114-0057 numaralı proje ile karşılanmıştır.

## Kaynaklar

- An, H., Qian, Y., Gu, X., Tang, W. Z., 1996. "Biological Treatment of Dye Waste water using Anaerobic-Oxic System", *Chemosphere*, 33(12): 2533-2452.
- Ardon, O., Kerem, Z., Hadar, Y., 1998. "Enhancement of Lignin Degradation and Laccase Activity in *Pleurotus ostreatus* by Cotton Stalk Extract", *Canadian Journal of Microbiology*, 44: 676-680.
- Başer, İ., İnanıcı, Y., 1990. "Boyar Madde Kimyası", Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yayınları, İstanbul, 47-52, 35-37, 90-187.

- Cripss, C., Bumpus, J.A., Aust, S.D., 1990. "Biodegradation of azo and hetero- cyclic dyes by *Phanerochaete chrysosporium*", *Appl. Environ. Microbiol.* (56): 1114-1118.
- Fu, Y., Vıraghavan, T., 2002. "Removal of Congo Red From an Aqueous Solution by Fungus *Aspergillus niger*", *Advances in Environmental Research*, 7: 239-247.
- Kapdan, K.I., Kargı, F., 2001. "Biological Decolorization of Textile Dyestuff Containing Wastewater by *Coriolus versicolor* in Rotating Biological Contactor", *Enzyme and Microbial Technology*, 30: 195-199.
- Kuai, L., De Vreese, I., Vandevivere, P., 1998. "GAC-Amended UASB Reactor for The Stable Treatment of Toxic Textile Wastewater", *Environmental Technology*, 19: 1111-17.
- Murray, P.R. 1990. "Medical Microbiology", St. Louis: Mosby, 616.
- Pagga, U., Brown, D., 1986. "The Degradation of Dyestuffs: Part II Behaviour of Dyestuffs in Anaerobic Biodegradation Tests", *Chemosphere*, 15(4): 479-491.
- Platt, M.K., Hadar, Y., Chet, I., 1984. "Fungal Activities Involve in Lignocellulose Degradation by *Pleurotus*", *Applied Microbiology and Biotechnology*, 20: 150-154.
- Seesuriyachana, P., Takenakab, S., Kuntiyaa, A., Klayraunge, S., Murakamib, S., Aokib, K., 2007. "Metabolism of azo dyes by *Lactobacillus casei* TISTR 1500 and effects of various factors on decolorization", *Water Research*. 41: 985 – 992.
- Stolz A., 2001. "Basic and Applied Aspects in the Microbial Degradation of Azo Dyes, App.", *Microbiol Biotechnol.* 56: 69-80.
- Şişli, N., 1996. "Çevre Bilim Ekoloji" H.Ü. Fen Fakültesi. Ankara.
- Taner, T., 2006. "Katyonik Alkiltrimetilamonyum Bromür Surfaktantlar İle C.I. Reactive Orange 16 Etkileşimi", Yüksek Lisans Tezi, T.Ü Fen Bil. Enst., Edirne.
- Wesenberg, D., Buchon, F., Agathos, S.N., 2002. "Degradation of Dye Containing Textile Effluent by *Agaric White - Rot Fungus Clitocybula dusenii*", *Biotechnology Letters*, 24: 989-993.
- Zadrazil, F., Brunnert, F., 1981. "Investigation of Physical Parameters Important for Solid State Fermentation of Straw by White Rot Fungi, *Eur. J. Appl.*", *Microbiol Biotechnol*, 11, 183-188.
- Zaoyan, Y., Ke, S., Guangling, S., Fan, Y., Jinshan, D., Huanian, M., 1992. "Anaerobic – Aerobic Treatment of a Dye Wastewater by Combination of RBC With Activated Sludge", *Water Sci. Technol.*, 26(9-11): 2093-96
- Zhang, F., Knapp, J.S., Tapley, K.N., 1999. "Decolourisation of Cotton Bleaching Effluent with Wood Rotting Fungus", *Water Resources*, 33: 919-928.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)  
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)  
doi: 10.7161/omuanajas.287668



Farklı bitkisel yağların *Streptomyces clavuligerus*'ta klavulanik asit üretimi üzerine etkisi

Ashlan Kurt Kızıldoğan

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Samsun Türkiye  
Sorumlu yazar/corresponding author: aslihan.kizildogan@omu.edu.tr

Geliş/Received 24/01/2017

Kabul/Accepted 21/03/2017

ÖZET

Bu çalışmada, karbon kaynağı olarak farklı bitkisel yağların *Streptomyces clavuligerus* ATCC27064 suşunda klavulanik asit üretimi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Fermentasyon besiyerinde zeytinyağı, mısırözü yağı, ayçiçeği yağı ve fındık yağı varlığında 168 saat süresince 28 °C ve 220 rpm'de inkübe edilen kültürlerin kontrole kıyasla daha iyi üreme profili gösterdiği bulunmuştur. Agar plak difüzyon deney sonuçlarına göre, ayçiçeği ve zeytinyağında *S. clavuligerus* ATCC27064 tarafından üretilen klavulanik asit miktarı kontroldekinden daha düşük tespit edilmiştir. En yüksek klavulanik asit üretimi (1526.4 mg L<sup>-1</sup>) inkübasyonun 120. saatinde (T<sub>120</sub>) ve ile fındık yağının kullanılması ile elde edilmiştir. Sonuçlar, fındık yağının test edilen diğer bitkisel yağlarla karşılaştırıldığında *S. clavuligerus* ATCC27064'taki klavulanik asit üretimi üzerinde belirgin bir üstünlük sağladığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler:  
*Streptomyces clavuligerus* ATCC27064  
Klavulanik asit  
Bitkisel yağ  
Fındık yağı  
Agar plak difüzyon yöntemi

The effect of different vegetable oils on clavulanic acid production in *Streptomyces clavuligerus*

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the effect of different vegetable oils as carbon source, on the production of clavulanic acid in *Streptomyces clavuligerus* ATCC27064. Cultures that were incubated at 28 °C and 220 rpm for 168 hours in the presence of olive oil, corn oil, sunflower oil and hazelnut oil in the fermentation media were found to have better growth pattern than control. According to agar plate diffusion results, the use of sunflower and olive oil resulted in lower clavulanic acid production in *S. clavuligerus* ATCC27064 in comparison to the control. The highest clavulanic acid production (1526.4 mg L<sup>-1</sup>) was obtained at 120 hours (T<sub>120</sub>) of incubation due to use of hazelnut oil. The results showed that hazelnut oil exerted a remarkable superiority over the tested vegetable oils in clavulanic acid production in *S. clavuligerus* ATCC27064

Keywords:  
*Streptomyces clavuligerus* ATCC27064  
Clavulanic acid  
Vegetable oil  
Hazelnut oil  
Agar diffusion method

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

*Streptomyces clavuligerus* tarafından doğal olarak üretilen klavulanik asit endüstriyel açıdan oldukça önemli bir sekonder metabolittir. Düşük antibiyotik aktivitesine (Minimal inhibitör konsantrasyonu: 25-125 µg/ml) karşı çok güçlü bir β-laktamaz inhibitörüdür (Baggaley ve ark., 1997). Klavulanik asit β-laktamazların katalitik bölgelerindeki serin hidroksil grubuna tersinmez olarak bağlanarak çok kararlı bir yapı oluşturur ve enzimi inaktif hale getirir. Klavulanik asit doğal formunda oldukça kararsız özellikte

olduğundan lityum, potasyum ya da sodyum tuzu ile formüle edilmektedir (Videiras ve Aires-Barros, 1994). Etki mekanizması sayesinde, penisilin ve sefalosporin gibi β-laktam antibiyotiklerine direnç kazanmış bakteriler üzerinde etki gösterebildiğinden β-laktamaz üreten bakteri enfeksiyonlarının tedavisinde geniş spektrumlu antibiyotiklerle birlikte kullanılmaktadır. Sözelimi, potasyum klavulanat formu amoksisilin ile birlikte Augmentin™ ve tikarsilin ile birlikte Timentin™ formülasyonunda yer alır (Saudagar ve ark., 2008). 2003 yılında klavulanik asit pazarı 1 milyar doları aşarken Augmentin™ pazar payını 2 milyar

doların üzerine çıkarmıştır (Özcengiz ve Demain, 2013).

Klavulanik asidin büyük hacimlerde kimyasal olarak sentezi henüz mümkün olmadığından endüstriyel üretimi *S. clavuligerus* fermentasyonlarına dayanmaktadır (Ferguson ve ark., 2016). Klavulanik asit, genellikle nitrojen ve karbon kaynağı olarak soya unu, nişasta ve gliserol içeren zengin besiyerlerinin kullanıldığı fermentasyon ortamlarından elde edilmektedir (Teodoro ve ark., 2006; Ortiz ve ark., 2007; Kurt-Kızıldoğan ve ark., 2017). Temel olarak klavulanik asit biyosentezinin besin regülasyonu mekanizması nitrojen, karbon ve fosfat düzenlenmesi ve öncül moleküllerinin (arjinin, ornitin vb.) besiyerine eklenmesi ile gerçekleştirilmektedir (Saudagar ve ark., 2008). Ayrıca, yüksek miktarlarda üretim için ileri fermentasyon teknolojilerinden de yararlanılmaktadır (Schmidt, 2005). *S. clavuligerus* ATCC 27064 glukozu karbon kaynağı olarak kullanmadığından diğer organizmalarda sekonder metabolitlerin üretimini artırılması için uygulanan aşırı glukoz kullanımı stratejisi bu bakteride işe yaramamaktadır. Bunun yerine, karbon kaynağı olarak lipitlerin kullanımı yoluna gidilmektedir (Butterworth, 1984; Saudagar ve ark., 2008). Klavulanik asit fermentasyonlarında bitkisel yağların kullanımına yönelik olarak yapılan daha önceki çalışmalarda, soya unu ve nişasta içeren besiyerine gliserol yerine zeytinyağı eklenmesinin klavulanik asit üretimini 1120 mg L<sup>-1</sup>'ye çıkardığı gösterilmiştir (Teodoro ve ark., 2010; Salem-Berkhit ve ark., 2010).

Sekonder metabolit üretimini artırmak amacı ile yapılan suş geliştirme çalışmalarında amaç ucuz maliyetli, kaliteli ve bol miktarda ürün elde edilmesidir. Bu çalışmalar içerisinde klasik mutagenез ve tarama, bilgiye dayalı rasyonel yaklaşımlar ve besiyeri optimizasyonu çalışmaları önemli yer tutmaktadır (Paradkar, 2013). Şu ana kadar, en yüksek klavulanik asit üretimi, *S. clavuligerus*'a ait iki farklı endüstriyel suşa, besiyeri optimizasyonu ile 3000 mg L<sup>-1</sup> (Jiang, 2004), gen manipülasyonu ile ise 6690 mg L<sup>-1</sup> (Kurt-Kızıldoğan ve ark., 2017) olarak rapor edilmiştir. Standart *S. clavuligerus* ATCC27064 suşu tarafından üretilen klavulanik asit titresi 25–120 mg L<sup>-1</sup> olup laboratuvar şartlarına, kullanılan besiyeri ve fermentasyon koşullarına (sıcaklık, pH, çalkalama hızı vb.) bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Paradkar, 2013). Literatürde farklı bitkisel yağların (zeytinyağı, mısırözü yağı, palmiye yağı, ayçiçeği yağı, pamuk yağı, keten yağı, hint yağı, bezir yağı vb.) kullanımının *S. clavuligerus* ATCC2704 suşunun klavulanik asit üretimine olan etkilerini araştıran çalışmalar mevcuttur (Efthimiou ve ark., 2008; Kim ve ark., 2009; Salem-Berkhit ve ark., 2010). Bu çalışmada, literatürde ilk defa fındık yağı ve ceviz yağının *S. clavuligerus* ATCC2704'te klavulanik asit üretimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca, elde edilen veriler zeytinyağı, mısırözü yağı ve ayçiçeği yağının kullanıldığı besiyerlerinden elde edilen diğer sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Bakteri suşları ve fermentasyon koşulları

Çalışmada *S. clavuligerus* ATCC27064 ve *Klebsiella pneumoniae* ATCC 29665 suşları kullanılmıştır. *S. clavuligerus* ATCC27064 fermentasyonu için iki farklı besiyeri tercih edilmiştir. İlk olarak bakterilerin logaritmik faza kadar üremeleri ve fermentasyon besiyerine transferi için gerekli olan kültürün elde edilmesi amacıyla (g L<sup>-1</sup>): gliserol 10 g, Bacto pepton 10 g, malt özütü 10 g, maya özütü 1 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 2.5 g, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.75 g, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 0.001 g, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.001 g, ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.001 g, MOPS, 21 g, pH:7.00 (Maranesi ve ark., 2005) kullanılmıştır. Fermentasyon besiyeri içeriği ise şu şekildedir (g L<sup>-1</sup>): Nişasta 10 g, soya unu 20 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 1.2 g, MOPS 21 g, ZnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O 0.001 g, FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O 0.001 g, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O 0.001 g (Salem-Berkhit ve ark., 2010). Ön kültürlerde OD<sub>600</sub> değeri 6 ya ulaşan *S. clavuligerus*'dan 1/100 hacminde bitkisel yağ içermeyen (kontrol) ve zeytinyağı, mısırözü yağı, ceviz yağı, fındık yağı ve ayçiçeği yağı eklenmiş (23 g L<sup>-1</sup>) fermentasyon besiyerlerine ekim yapılmıştır. Kültürler 500 mL'lik çentikli erlenlerde 50 mL'lik fermentasyon hacminde 28°C'de 220 rpm dönüş hızında 168 saat boyunca inkübe edilmiştir. Fermentasyon deneyi iki kez tekrarlanmış, her bir deney setinde kontrol ile birlikte 6 farklı besiyeri ve her besiyerinden 2 biyolojik replika kullanılmıştır.

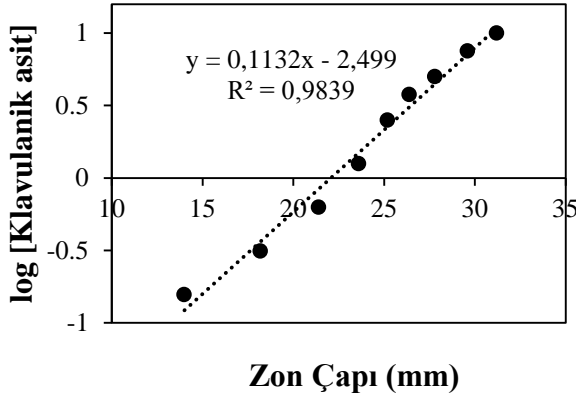
### 2.2. DNA miktarının ölçümü yolu ile üremenin belirlenmesi

Fermentasyon kültürlerinden alınan 1 ml örnek 13.000 rpm'de 5 dk. santrifüj edilmiş ve elde edilen çökelek kısmı DNA miktarının ölçülmesinde kullanılmıştır (Burton, 1968). DNA miktarı Herring Sperm DNA (Sigma)'sından elde edilen veriler kullanılarak çizilen standart eğriye göre hesaplanmıştır. DNA miktarı mg DNA/L kültür olarak ifade edilmiştir.

### 2.3. Agar plak difüzyon yöntemi ile klavulanik asit üretiminin belirlenmesi

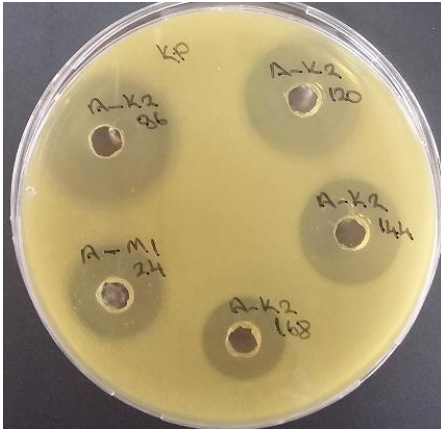
Fermentasyondaki kültürlerden 24 saat aralıklarla toplanan 1 mL hacmindeki örneklerle ait supernatanlardaki klavulanik asit miktarları Agar plak difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir (Romero ve ark., 1984). Bu çalışmada potasyum klavulanat (DEPA) standart olarak, *K. pneumoniae* ATCC 29665 suşu ise klavulanik asit biyoassayinde indikatör organizma olarak kullanılmıştır. Bu bakteri suşu TSB (Trypton soya broth) (Oxoid) besiyerinde 30°C ve 200 rpm'de OD<sub>600</sub> değeri 0.9-1.0'e ulaşana dek üretilmiştir. Hazırlanan TSB agar (TSA) besiyeri 45°C'ye kadar soğutulmuştur. 10 µg/mL penisilin G (Sigma) içeren 100 mL TSA içerisinde 0,0033 yoğunluğunda bakteri olacak şekilde *K. pneumoniae* ATCC 29665 kültürü eklenerek TSA-

kültür karışımı elde edilmiştir. Donan agarların üzerinde oluşturulan 5 mm çapındaki kuyucuklara 60 µL örnek süpernatanı ve farklı konsantrasyonlarda potasyum klavulanat standartları (10-7.5-5-3.5-2.5-1.25-0.625-0.312-0.156 µg/mL) yüklenmiştir. Petri kapları önce 4°C’de 2 saat, ardından 30°C’de 12-15 saat inkübe edilmiştir. Potasyum klavulanat’a ait standart eğriden (Şekil 1) elde edilen lineer regresyona göre örneklerdeki klavulanik asit konsantrasyonları hesaplanmıştır.



Şekil 1. Kültürlerdeki klavulanik asit konsantrasyonlarının hesaplamada kullanılan potasyum klavulanat’a ait standart eğri

Burada, *K. pneumoniae* ATCC 29665 tarafından üretilen β-laktamaz klavulanik asit tarafından inhibe edilmekte ve bu ise penisilin G’nin *K. pneumoniae* ATCC 29665’nin üremesini engelleyerek inhibisyon zonu oluşturmasına neden olmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Agar plak difüzyon deneyi sonrasında kültür süpernatantlarından elde edilen inhibisyon zonları

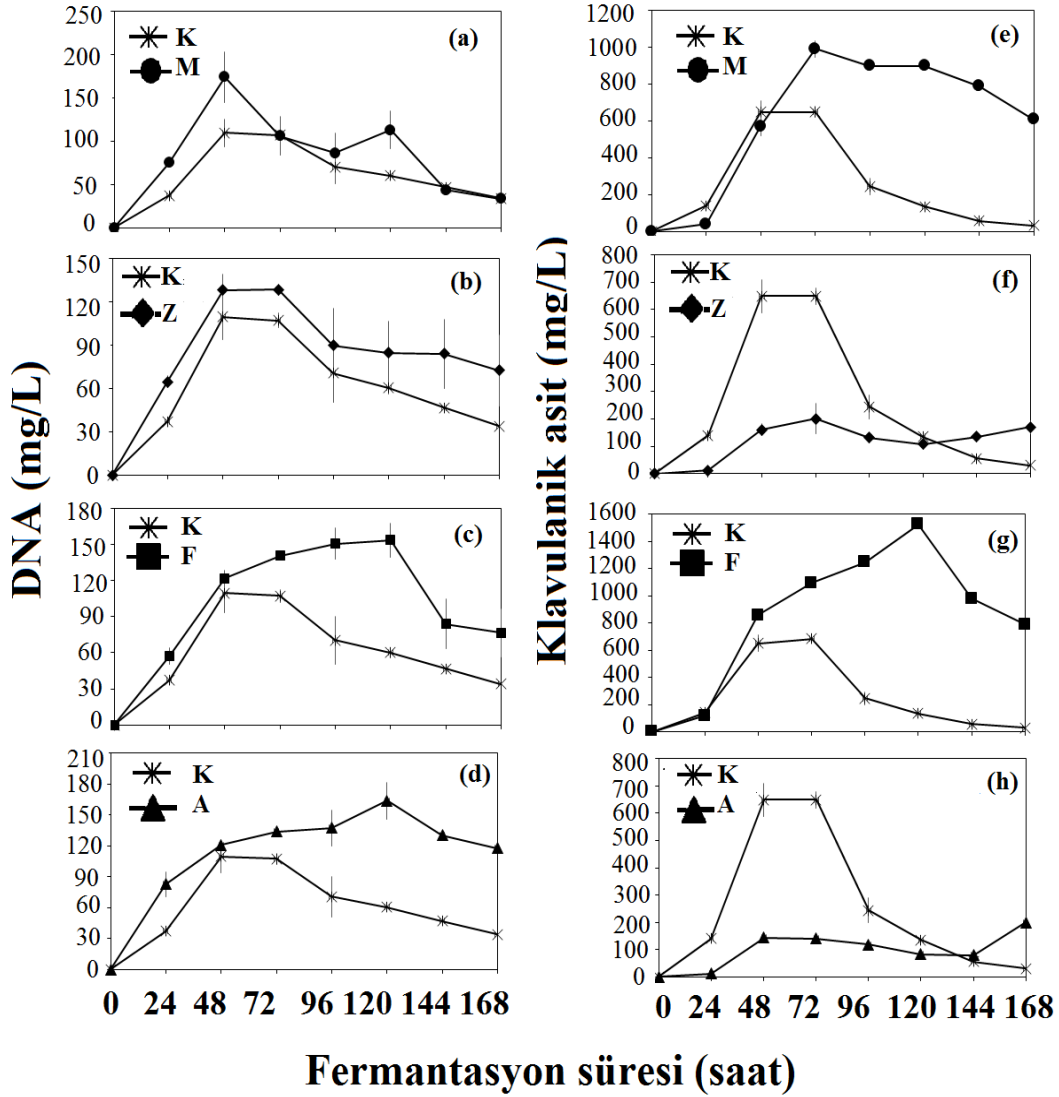
### 3. Bulgular ve Tartışma

Mikrobiyal metabolitlerin üretimi fermentasyon süreci ile yakından ilişkilidir. Besin tipi, konsantrasyonu ve kültür parametreleri metabolit üretkenliğini etkileyen

önemli değişkenler arasındadır. Bu nedenle, verimliliği arttırmak ve maliyeti düşürmek için en uygun besiyeri kompozisyonunun seçimi birincil önem taşımaktadır. (Ortiz ve ark., 2007). Endüstriyel ölçekli klavulanik asit üretimi açısından alternatif karbon kaynaklarının değerlendirilmesi olumlu sonuçlar vermiştir (Maranesi ve ark., 2005; Eftimiou ve ark., 2008). Dolayısı ile, *S. clavuligerus* ATCC 27064 suşunda klavulanik asit üretimini arttırmak amacıyla literatürde erlen içerisinde ve farklı bitkisel yağların kullanıldığı kesikli fermentasyonla en iyi klavulanik asit üretiminin gerçekleştirildiği raporlar (Salem-Berkhit ve ark., 2010; Ser ve ark., 2016) dikkate alınarak mevcut çalışma şekillendirilmiştir. Mısırozü yağı, ayçiçeği yağı ve zeytinyağı yanında literatürden farklı olarak ilk defa fındık yağı ve ceviz yağının bu güçlü β-laktamaz inhibitörünün üretimini nasıl etkilediği tespit edilmeye çalışılmıştır. Ancak, ceviz yağının muhtemel antibakteriyel etkisinden dolayı (Orhan ve ark., 2011) bulunduğu besiyerinde bakteri üremesi gerçekleşmemiştir. Fermentasyon çalışması ceviz yağı içerikli besiyerinde sonuç vermediğinden mısırozü yağı, fındık yağı, ayçiçeği yağı ve zeytinyağı ile kontrol (yağ eklenmemiş) kültürlerine ait veriler değerlendirilmiştir. Nişasta, soya unu, fosfat ve iz elementler içeren besiyerine 23 g/L oranında farklı bitkisel yağlar ilave edilerek 168 saat süresince 28°C ve 220 rpm’de inkübe edilen *S. clavuligerus* ATCC 27064 kültürlerinde üremenin genel olarak yağ içermeyen kontrol kültüründekine kıyasla daha fazla olduğu tespit edilmiştir. *S. clavuligerus* ATCC 27064 suşu kontrol kültüründe T<sub>48</sub>’de durgunluk fazına girerken bu noktadaki en yüksek üreme değerine mısırozü yağının kullanıldığı kültürlerde ulaşılmıştır (Şekil 3a).

*S. clavuligerus* ATCC 27064 suşunun kontrol besiyerinde sahip olduğu üremeye en yakın profil zeytinyağı varlığında elde edilmiştir (Şekil 3b). Fındık yağı ve ayçiçeği yağının bulunduğu kültürlerde *S. clavuligerus* ATCC 27064 suşunun üremesi 120. saate kadar yükselirken bu saat sonrasında azalmaya başlamıştır (Şekil 3c,d). Ancak, üreme profilinin fermentasyonun geç saatlerine kadar yüksek olduğu ayçiçeği yağı aynı doğrultuda klavulanik asit üretimini destekleyememiştir. Ayçiçeği yağı ve zeytinyağı varlığında klavulanik asit üretimi kontrolden daha düşük seviyede gerçekleşmiştir (Şekil 3f,h). Diğer taraftan, mısırozü yağı ve fındık yağı kullanımı klavulanik asit üretiminde artış sağlarken kontrole kıyasla bitki yağlarının kullanıldığı besiyerlerinde en yüksek volumetrik klavulanik asit üretimi fındık yağı varlığında inkübasyonun 120. saatinde (1526.4 mg klavulanik asit L<sup>-1</sup>) elde edilmiştir (Şekil 3g) (Çizelge 1). Mısırozü yağında tespit edilen en yüksek klavulanik asit üretimi 991.4 mg L<sup>-1</sup> ile T<sub>72</sub>’de gerçekleşmiştir (Şekil 3e). Fındık yağı ve mısırozü yağı kullanımında da üremenin en yüksek olduğu zamanda en iyi volumetrik klavulanik asit üretimi sağlanmıştır.





Şekil 3. *S. clavuligerus* ATCC27064 suşunda kontrole kıyasla farklı bitkisel yağların zamana bağlı olarak üreme profili [(a) Mısırözü yağı, (b) Zeytinyağı, (c) Fındık yağı, (d) Ayçiçeği yağı] ve klavulanik asit üretimi üzerine etkileri [(e) Mısırözü yağı, (f) Zeytinyağı, (g) Fındık yağı, (h) Ayçiçeği yağı]. K: Bitkisel yağ eklenmemiş kontrol, M: Mısırözü yağı, Z: Zeytinyağı, F: Fındık yağı, A: Ayçiçeği yağı

Farklı besiyeri kompozisyonları farklı seviyelerde klavulanik asit üretimiyle sonuçlanmaktadır (Maranesi ve ark., 2005; Ser ve ark., 2016). Kim ve ark. (2009)'na ait çalışmada maksimum klavulanik asit üretimi karbon kaynağı olarak zeytinyağı, palmiye yağı ve mısırözü yağı, nitrojen kaynağı olarak ise soya unu içerikli besiyerinin kullanıldığı 4,5 litrelik fermentasyon kültüründe zeytinyağı varlığında elde edilmiştir (820 mg L<sup>-1</sup>). Ardından, Salem-Berkit ve ark. (2010) nişasta, soya unu içeren besiyerine gliserol, zeytinyağı, keten tohumu yağı, mısırözü yağı, hindistancevizi yağı, palmiye yağı, ayçiçeği yağı, bezir yağı ve hint yağı ekleyerek (pH:7.0), 50 mL'lik fermentasyon hacminde 28°C'de 250 rpm hızda *S. clavuligerus* hücrelerini

inkübe etmişlerdir. Sonuçta, en yüksek klavulanik asit üretimini yine zeytinyağı içeren besiyerinde elde etmişlerdir (1120 mg L<sup>-1</sup>). Kim ve ark. (2009) tarafından uygulanan sıcaklık ve hız parametreleri belirtilmemiştir. Ancak, Salem-Berkit ve ark. (2010)'e ait çalışmada, kullanılan fermentasyon koşulları (erlen hacmi, fermentasyon hacmi, sıcaklık) rapor edilmiş ve mevcut çalışmamızda uygulanmıştır. Daha sonra yapılan bir çalışmada, gliserol ve soya unu içerikli bir besiyeri ve 20°C inkübasyon sıcaklığında 1266.2 mg L<sup>-1</sup> klavulanik asit üretimi sağlanmıştır (Costa ve Badino, 2012).Görüldüğü gibi, besiyeri kompozisyonunun yanı sıra uygulanan sıcaklık, pH ve rpm hızı da bu maddenin üretimini önemli derecede etkilemektedir.

Çizelge 1. *S. clavuligerus*'ta fermentasyon besiyerine farklı bitkisel yağlar eklendiğinde zamana bağlı olarak klavulanik asit üretimi

Besiyeri	Fermentasyon Süresi (Saati)							
	0	24	48	72	96	120	144	168
	<b>mg Klavulanik asit L<sup>-1</sup></b>							
Kontrol	0.32±0	140.4±6.5	650.2±59.8	683.5±30.4	246.2±45.1	136.1±12.5	56.4±2.6	31.5±4.3
Mısırözü yağı	0.32±0	39.7±7.3	570.7±52.5	991.5±45.6	906.3±16.6	898.7±0	795.6±14.6	613.0±11.2
Zeytinyağı	0.32±0	12.2±0	160.6±22.1	204.6±55.8	132.1±18.2	108.2±4.9	136.1±12.5	171.4±23.6
Fındık yağı	0.32±0	118.4±37.5	858.1±23.3	1095.0±10	1247.5±11.5	1526.4±27.9	977.6±26.7	788.9±0
Ayçiçeği yağı	0.32±0	12.8±2.9	144.9±0	141.0±19.4	119.5±11	83.3±3.8	80.8±7.4	201.2±18.5

*S. clavuligerus* ATCC27064 suşunda bitkisel yağ kullanarak kesikli fermentasyon ile klavulanik asit üretiminin arttırılmaya çalışıldığı literatür çalışmalarında (Maranesi ve ark., 2005; Efthimiou ve ark., 2008; Kim ve ark., 2009; Salem-Berkhit ve ark., 2010) zeytinyağı kullanımı en iyi sonucu verirken, bu çalışmada zeytinyağı varlığında klavulanik asit üretimi kontrolden daha düşük olmuştur. Vingerling ve ark. (2010) tarafından yapılan ve bitkisel yağların yağ asidi kompozisyonlarının kromatografik yöntemlerle analiz edildiği bir çalışmada, zeytinyağının oleik asit bakımından oldukça zengin (>%70) ve fakat linoleik asit içeriği bakımından fındık yağı, ayçiçeği yağı, susam yağı gibi diğer yağlardan belirgin bir biçimde fakir olduğu tespit edilmiştir. Öte yandan, fındık yağının oleik asit içeriğinin zeytinyağından daha yüksek (72.7 g/100 g yağ) olduğu rapor edilmiştir. Ayçiçeği yağında ise belirgin oranda tekli-doymamış ve çok miktarda çoklu-doymamış yağ asitleri ve linoleik asit belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, mısırözü yağının oleik ve linoleik asitler bakımından zengin olduğu belirtilmiştir (Lee ve ark., 1998).

Çalışmamızda, *S. clavuligerus* ATCC27064'de en yüksek klavulanik asit üretiminin oleik asit bakımından oldukça zengin olan fındık yağından elde edildiği görülmektedir. Bu bakımdan, fındık yağının besiyerine ilavesinin *S. clavuligerus* ATCC27064 tarafından yüksek miktarda klavulanik asit üretimine neden olması literatür çalışmalarından elde edilen verilerle uyumluluk göstermektedir. Ancak, zeytinyağı kullanımının bu çalışmada klavulanik asit üretimini olumsuz yönde etkilemesinin kullanılan zeytinyağının kalitesinden kaynaklanabileceği düşünülerek farklı marka zeytinyağı ve fındık yağının kullanıldığı bir başka fermentasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Ancak, *S. clavuligerus* ATCC27064 tarafından üretilen klavulanik asit titrelerinin yine fındık yağı eklenen kültürlerde zeytinyağına kıyasla çok daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (sonuç verilmemiştir). Sonuç olarak, ilk defa bu çalışmada bitkisel yağlardan fındık yağı kullanılarak *S. clavuligerus*'ta kesikli fermentasyon sonucunda şuna kadar rapor edilmiş en yüksek klavulanik asit üretimi sağlanmıştır.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada farklı bitkisel yağların (mısırözü yağı, zeytinyağı, ayçiçeği yağı, fındık yağı) kesikli fermentasyon yöntemi ile önemli bir sekonder metabolit üreticisi suş olan *S. clavuligerus* ATCC27064'da klavulanik asit üretimi üzerine etkisi araştırılmıştır. Test edilen bitkisel yağlar içerisinde fındık yağı 1526.4 mg klavulanik asit/L ile en iyi üretimi sağlamıştır. Kesikli fermentasyon ile elde edilen klavulanik asit üretimi sonucu literatürdeki daha önceki çalışmalarda rapor edilenden daha yüksek olduğundan, mevcut verilerle endüstriyel anlamda yüksek verimde bir *S. clavuligerus* suşu geliştirilmesi yönünde önemli bir adım atıldığı düşünülmektedir. Bu çalışmadan elde edilen yüksek klavulanik asit üretiminin sıcaklık, dönüş hızı, pH gibi parametrelerde yapılacak ileri optimizasyon çalışmaları ile daha da arttırılması hedeflenmektedir.

#### Teşekkür

Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından PYO.ZRT.1902-B.15.002 kodlu proje ile desteklenmiştir.

#### Kaynaklar

- Baggaley, K.H., Brown, A.G., Schofield, C.J. 1997. Chemistry and biosynthesis of clavulanic acid and other clavams, Nat. Prod. Rep, 4: 309-333.
- Burton, K. 1968. Determination of DNA concentration with diphenylamine. Methods Enzymol, 12: 163-166.
- Butterworth, D. 1984. Clavulanic acid: properties biosynthesis, and fermentation. In: Vandamme E.J., editor. Biotechnology of Industrial Antibiotics. New York, USA: Marcel Dekker; 1984. pp. 225-235.
- Costa, C.L., Badino, A.C. 2012. Production of clavulanic acid by *Streptomyces clavuligerus* in batch cultures without and with glycerol pulses under different temperature conditions, Biochem. Engin. J, 69: 1-7. doi: 10.1016/j.bej.2012.08.005
- Efthimiou, G., Thumser, A.E., Avignone-Rossa, C.A. 2008. A novel finding that *Streptomyces clavuligerus* can produce the antibiotic clavulanic acid using olive oil as a sole carbon source. J. Appl. Microbiol, 105: 2058-2064.



- doi: 10.1111/j.1365-2672.2008.03975.x
- Ferguson, N.L., Peña-Castillo, L., Moore, M.A., Bignell, D.R.D., Tahlan, K. 2016. Proteomics analysis of global regulatory cascades involved in clavulanic acid production and morphological development in *Streptomyces clavuligerus*, *J Ind Microbiol Biotechnol*, 46:2 43: 537–555. DOI 10.1007/s10295-016-1733-y
- Jiang, S.J., Yang, Y.Y., Wang, H.Q. 2004. Optimization of clavulanic acid fermentation, *Chi. J. Antibiot*, 6: 335-733.
- Kim, S.J., Kim, J.O., Shin, C.H., Park, H.W., Kim, C.W. 2009. An approach to strain improvement and enhanced production of clavulanic acid in *Streptomyces clavuligerus*, *Biosci. Biotech. Biochem*, 73: 160–164. doi: 10.1271/bbb.80569
- Kurt-Kızıldoğan, A., Vanlı-Jaccard, G., Mutlu, A., Sertdemir, İ., Özcengiz, G. 2017. Genetic engineering of an industrial strain of *Streptomyces clavuligerus* for further enhancement of clavulanic acid production, *Turk J. Biol*, 41(2): 242-253.
- Lee, D.S., Noh, B.S., Bae, S.Y., Kim K. 1998. Characterization of fatty acids composition in vegetable oils by gas chromatography and chemometrics, *Anal. Chim. Acta*, 358(2): 163-175.
- Maranesi, G.L., Baptista-Neto, A., Hokka, C.O., Badino, A.C. 2005. Utilization of vegetable oil in the production of clavulanic acid by *Streptomyces clavuligerus* ATCC 27064, *World J. Microbiol. Biotech*, 21: 509–514. doi: 10.1007/s11274-004-2393-z
- Orhan, İ., Özçelik, B., Şener, B. 2011. Evaluation of antibacterial, antifungal, antiviral, and antioxidant potentials of some edible oils and their fatty acid profiles, *Turk J Biol* 35: 251-258.
- Ortiz, S.C.A., Hokka, C.O., Badino, A.C. 2007. Utilization of soybean derivatives on clavulanic acid production by *Streptomyces clavuligerus*, *Enzyme Microbial Tech*, 4: 1071–1077. doi: 10.1016/j.enzmictec.2006.08.009
- Özcengiz, G., Demain, A.L. 2013. Recent advances in the biosynthesis of penicillins, cephalosporins and clavams and its regulation, *Biotechnol. Adv*, 31: 287-311.
- Paradkar, A. 2013. Clavulanic acid production by *Streptomyces clavuligerus*, *J. Antibiotics*, 1-10
- Romero, J., Liras, P., Martín, J.F. 1984. Dissociation of cephamycin and clavulanic acid biosynthesis in *Streptomyces clavuligerus*, *Appl. Microbiol. Biotechnol*, 20:318–325.
- Salem-Berkhit, M.M., Alanazi, F.K., Alsarra, I.A. 2010. Improvement and enhancement of clavulanic acid production in *Streptomyces clavuligerus* using vegetable oils, *Afr. J. Biotech*, 9: 6806–6812. doi: 10.5897/AJB10.965
- Saudagar, P.S., Survase, S.A., Singhal, R.S. 2008. Clavulanic acid: a review, *Biotech. Adv*, 26: 335–351. doi: 10.1016/j.biotechadv.2008.03.002
- Schmidt, F.R. 2005. Optimization and scale up of industrial fermentation processes, *Appl. Microbiol. Biotech*, 68: 425–435. doi: 10.1007/s00253-0050003-0
- Ser, H-L., Law, J.W-F., Chaiyakunapruk, N., Jacob, S.A., Palanisamy, U.D., Chan, K-G., Goh, B-H., Lee, L-H. 2016. Fermentation conditions that affect clavulanic acid production in *Streptomyces clavuligerus*: A Systematic Review, *Front. Microbiol*, 7:522. doi: 10.3389/fmicb.2016.00522
- Teodoro, J.C., Baptista-Neto, A., Araujo, M.L.G.D.C., Hokka, C.O., Badino, A.C. 2010. Influence of glycerol and ornithine feeding on clavulanic acid production by *Streptomyces clavuligerus*, *Braz. J. Chem. Engin*, 27:499–506. doi: 10.1590/S0104-66322010000400001
- Teodoro, J.C., Baptista-Neto, A., Cruz-Hernández, I.L., Hokka, C.O., Badino, A.C. 2006. Influence of feeding conditions on clavulanic acid production in fed-batch cultivation with medium containing glycerol, *Appl. Microbiol. Biotech*, 72: 450–455. doi: 10.1007/s00253-005-0273-6
- Videiras, M., Aires-Barros, M.R. 1994. Liquid-liquid extraction of clavulanic acid using an aqueous two-phase system of polyethylene glycol and potassium phosphate, *J. Chromatogr. A*, 68: 237-240
- Vingering, N., Oseredczuk, M., Du Chaffaut, L., Ireland, J., Ledoux M. 2010. Fatty acid composition of commercial vegetable oils from the French market analysed using a long highly polar column, *Fondemantal*, doi: 10.1684/ocl.2010.0309.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 32 (2017)

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

doi: 10.7161/omuanajas.303881



Bazı narenciye türlerinin seçilmiş fiziksel ve hidrodinamik özellikleri

Türker Saraçoğlu

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Aydın

Sorumlu yazar/corresponding author: tsaracoglu@adu.edu.tr

Geliş/Received 04/04/2017

Kabul/Accepted 27/05/2017

ÖZET

Bu çalışmada önemli bir ihracat ürünü olan bazı narenciye türlerinin (portakal, mandarin, greycitrus, limon ve turunc) boyut, kütle, hacim, yoğunluk, küresellik, projeksiyon alanı gibi bazı fiziksel özellikleri ile meyvelerin su içindeki kritik hızları, su içerisindeki sürtünme kuvveti ve kaldırma kuvveti gibi hidrodinamik özellikleri belirlenmiştir. Meyvenin boyut özelliklerinin ve projeksiyon alanının belirlenmesi amacıyla, her bir meyvenin üç temel ekseninde fotoğrafları çekilmiş ve Image Tool 3.0 görüntü işleme programı kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri bulunmuştur. Meyvelerin kütle, gerçek hacim ve yoğunluğu da ölçülmüştür. Denemelerde elde edilen verilere göre su içerisindeki kritik hız en yüksek turunc meyvesinde ( $0.55 \text{ m s}^{-1}$ ), en düşük olanı ise limon meyvesinde ( $0.21 \text{ m s}^{-1}$ ) ölçülmüştür. Parametrelerin birbirleri ile ilişkisini gösteren Pearson korelasyon matrisi analizi sonuçlarına göre; kritik hız ile meyve yoğunluğu arasındaki korelasyon denemeye alınan tüm narenciye türleri için önemli bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler:  
Narenciye  
Fiziksel özellikler,  
Hidrodinamik  
özellikler

Selected physical and hydrodynamic properties of some citrus specieses

ABSTRACT

In this research, some of the physical properties of some citrus species (orange, mandarin, grapefruit, lemon and bitter orange) such as size, mass, volume, density, sphericity and projection area and terminal velocities of the fruits in water, hydrodynamic properties such as friction force and lift force in water were determined. To determine the dimensions and the projected area, each fruit image was obtained from the three coordinates, and then analyzed using Image Tool 3.0 image processing software. Geometric mean diameter, sphericity and surface area values were calculated based on data. The mass, volume, and density of fruit were also measured. According to the results obtained in the experiments, the terminal velocity in water was measured the highest in the bitter orange fruit ( $0.55 \text{ m s}^{-1}$ ) and the lowest in the lemon fruit ( $0.21 \text{ m s}^{-1}$ ). According to the results of Pearson correlation matrix analysis showing the relation of parameters to each other, the correlation between terminal velocity in water and fruit density was found to be important for all citrus species tested.

Keywords:  
Citrus fruits  
Physical properties  
Hydrodynamic  
properties

© OMU ANAJAS 2017

1. Giriş

Narenciye; turunc, portakal, mandarin, greycitrus, bergamot ve limon gibi ekonomik değeri yüksek olan *Citrus* cinsi meyve ağacı türlerini içine alan bir bitki topluluğudur. Bu bitkilerin meyvelerinden gıda olarak faydalanıldığı gibi meyve kabuklarından, yapraklarından veya çiçeklerinden parfümeride koku vermekte kullanılan uçucu yağlar da elde edilmektedir (Akgün, 2006).

Narenciye yaklaşık 140 milyon ton üretim ile Dünya'da en fazla üretilen meyve grubudur. Dünya'da en büyük üretici ülke Brezilya olup onu sırasıyla Çin,

ABD, Meksika, Hindistan ve İspanya takip etmektedir. Dünya narenciye üretiminin yaklaşık %50'si portakal, %24'ü mandarin, %11'i limon, %6'sı greycitrus ve kalan kısım diğer narenciye türleridir (FAO, 2016).

Türkiye bulunduğu konum nedeniyle tarıma oldukça elverişli ülkelerdendir. Yetiştirilen ürünlerin miktarları ve çeşitliliği ülkemize özel önem kazandırmaktadır. Ülkemiz kendi gıda ihtiyacını karşıladığı gibi Avrupa Birliği ve komşu ülkeler için de önemli bir yetiştirici durumundadır. Narenciye yetiştirici sayısı, üretim alanı, büyüklüğü ve üretim miktarları ile Türkiye tarımında önemli bir yere sahiptir (Güven, 2010).

Türkiye yaklaşık 3 milyon ton narenciye üretimi ile

Akdeniz ülkeleri içerisinde önemli bir üretici konumundadır. Bu üretim aynı zamanda Dünya narenciye üretiminin %2'sini oluşturmaktadır (FAO, 2016).

Türkiye'de üretilen narenciyenin % 48'i portakal, % 24'ü mandarin, % 21'i limon, %5'i greylort ve kalan kısım diğer narenciye türleridir (TÜİK, 2016).

Tarımsal ürünün fiziksel özelliklerinin bilinmesi, sınıflandırma, nakliye, depolama, işleme ve paketleme sistemlerinin imalatı için standartların ve tasarım kriterlerinin doğru oluşturulması için çok önemlidir (Baradaran Motie ve ark., 2014). Tarımsal ürünlerin işlenmesi, temizlenmesi, taşınması ve depolanmasında kullanılan makinaların tasarımı için bu ürünlerin fiziksel özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Kütle, hacim ve projeksiyon alanı gibi fiziksel karakteristikler, boyutlandırma sistemlerinin belirlenmesinde önemli özelliklerdir. Meyvelerin hidrolik iletiminde akış hızları meyvenin yoğunluğu ve şekli ile ilişkilidir. Meyvelerin hacim ve projeksiyon alanları soğutma ve kurutma sırasındaki ısı ve kütle transferlerinin doğru modellenmesi için bilinmelidir. Kütle, boyut ve projeksiyon alanları arasındaki ilişkinin belirlenmesi ağırlık sınıflandırılmasında kullanılabilir (Kheiralipour ve ark., 2008). Tarımsal ürünlerin hidrolik olarak sınıflandırılması, işlenmesi ve hidrolik taşınması için hidrodinamik özellikler oldukça önemlidir. Bu özellikler ürünün kritik hızı ve taşıma kanalının karakteristiklerine bağlıdır (Mohsenin, 1986). Birçok araştırmacı farklı tarımsal ürünlerin (elma, ayva, kayısı, domates, kivi ve nar) hidrodinamik özelliklerini belirlemek üzere çalışmalar yapmışlardır (Kheiralipour ve ark., 2008; Saracoglu ve ark., 2012; Mirzaee ve ark., 2009; Taheri Garavand ve ark., 2010; Kheiralipour ve ark., 2010; Jordan ve Clerk, 2004; Tarighi ve ark., 2011). Bu çalışmalarda meyve hızını belirlemeye yönelik modelleme çalışmaları yapılmış ve genellikle meyve yoğunluğu, meyve hacmi ve şekil faktörü parametreleri göz önünde bulundurulmuştur. Jordan ve Clerk (2004) çalışmalarında, düşük veya yüksek yoğunluğa sahip akışkanın içinde gerçekleştirilecek meyve sınıflandırmasında meyve kritik hızının kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Farklı kritik hızlara sahip meyveler kanal içinde belirli bir akıştan sonra değişik derinliklere ulaşmaktadır. Böylece kanal içinde uygun bölücüler kullanılarak ayırma işlemi gerçekleştirilebilmektedir.

Bu çalışmada, bazı narenciye meyvelerinin boyut, kütle, hacim, yoğunluk, küresellik, projeksiyon alanı gibi bazı fiziksel özellikleri ile meyvelerin su içindeki kritik hızları, su içerisindeki sürtünme kuvveti ve kaldırma kuvveti gibi hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Çalışmada kullanılan materyalleri oluşturan portakal (Washington Navel), mandarin (Klemantin), greylort (Star Ruby), limon (Enterdonat) ve turunc meyveleri yerel pazarlardan tedarik edilmiştir.

### 2.2. Yöntem

Denemelerde her narenciye çeşidi için 20'şer adet örnek kullanılmıştır. Laboratuvar analizleri süresince materyaller yaklaşık 24 °C ortam sıcaklığında tutulmuştur.

Meyvenin boyut özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, dijital kumpas yardımıyla üç eksen (uzunluk, genişlik ve kalınlık) boyut ölçümleri yapılmıştır. Projeksiyon alanının belirlenmesi amacıyla, her bir meyvenin 1 cm<sup>2</sup>'lik kalibrasyon yüzeyleriyle beraber dijital fotoğrafları çekilmiş ve Image Tool 3.0 görüntü işleme programı kullanılarak analiz edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Projeksiyon alanları ölçümü

Meyve boyut ölçümleri kullanılarak, geometrik ortalama çap değeri, küresellik ve yüzey alanı değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımıyla bulunmuştur (Mohsenin, 1986).

$$D_o = (L \cdot W \cdot T)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

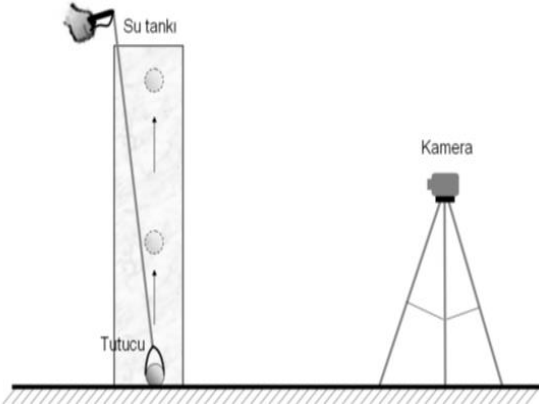
$$S_p = \frac{D_o}{L} \quad (2)$$

$$S = \pi \cdot (D_o)^2 \quad (3)$$

$D_o$ : Geometrik ortalama çap (mm),  
 $L$ : Uzunluk, meyve sap eksenine (mm),  
 $W$ : Genişlik (mm),  
 $T$ : Kalınlık (mm),  
 $S_p$ : Küresellik (%),  
 $S$ : Yüzey alanı (mm<sup>2</sup>)'dir.

Meyvelerin hacim ve yoğunluklarının belirlenmesi için tolüen içerisinde taşıma yöntemi, meyvelerin kütlelerinin ölçümü amacıyla da 0.01 g ölçüm aralığına sahip hassas terazi kullanılmıştır.

Meyvelerin hidrodinamik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Tarımsal Makine Sistemleri Laboratuvarı'nda bulunan 400x400 mm kesite sahip 1500 mm yükseklikteki cam malzemeden imal edilmiş su tankı düzeneği kullanılmıştır (Şekil 2). Tank, 20 °C sıcaklığa sahip su ile 1400 mm yüksekliğe kadar doldurulmuştur. Su içerisinde meyvenin kritik hızının belirlenmesi amacıyla yapılan denemeler sırasında 1100 mm ölçüm aralığı kullanılmıştır. Her bir meyve tankın dibinde, özel bir tutucu yardımıyla yerleştirilmiştir. Daha sonra meyve serbest bırakılarak su içinde yükseltilmesi Casio Exilim FH20 kamera ile kayıt edilmiştir. Kayıt edilen görüntüler bilgisayar ortamında analiz edilmiş ve meyvelerin su yüzeyine yükselme zamanı belirlenerek kritik hız hesaplanmıştır.



Şekil 2. Hidrodinamik özelliklerin belirlenmesi için kullanılan deneme düzeneği.

Kullanılan materyallerin suyun içerisindeki hareketinde etkili olan kuvvetlerden; yerçekimi kuvveti ( $F_w$ ) aşağı yönde, sürtünme kuvveti ( $F_d$ ) meyvenin hareketinin tersi yönde, kaldırma kuvveti ( $F_b$ ) ise yukarı yöndedir. Bu kuvvetler aşağıdaki eşitliklerden elde edilebilmektedir (Mirzaee ve ark., 2009; Mohsenin, 1986; Crowe ve ark., 2009).

$$F_w = m \cdot g \quad (4)$$

$$F_d = C \cdot A_p \cdot \frac{\rho_w \cdot v_t^2}{2} \quad (5)$$

$$F_b = \rho_w \cdot V \cdot g \quad (6)$$

Burada;

$F_w$ : Yerçekimi kuvveti (N),

$F_d$ : Sürtünme kuvveti (N),

$F_b$ : Kaldırma kuvveti (N),

$m$ : Meyve kütlesi (kg),

$g$ : Yerçekimi ivmesi ( $m s^{-2}$ ),

$C$ : Sürtünme katsayısı,

$A_p$ : Projeksiyon alanı ( $m^2$ ),

$v_t$ : Kritik hız ( $m s^{-1}$ ),

$V$ : Meyvenin hacmi ( $m^3$ ),

$\rho_w$ : Suyun özkütlesi ( $kg m^{-3}$ )'dir.

Fiziksel ve hidrodinamik özelliklere ait korelasyon katsayılarının hesaplanmasında SAS (1999) paket istatistik programında bulunan GLM ve CORR prosedürleri kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Portakal meyvesine ait ölçülen minimum, maksimum ve ortalama değerleri Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde portakal meyvesinin su içerisindeki kritik hızının ortalama  $0.34 m s^{-1}$  olduğu, su içerisindeki sürtünme kuvveti ve suyun portakal meyvesini kaldırma kuvvetinin sırasıyla ortalama  $0.21 N$  ve  $1.83 N$  olduğu görülmektedir.

Çizelge 2'de portakal meyvesine ait fiziksel ve hidrodinamik parametrelere ait korelasyon katsayıları verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde portakal meyvesinin boyut özelliklerinin ( $L$ ,  $W$ ,  $T$ ,  $S_p$  ve  $S$ ) kritik hız ile arasındaki korelasyonun önemsiz olduğu görülmektedir. Projeksiyon alanı ile kritik hız arasında pozitif, meyve yoğunluğu ile kritik hız arasında ise negatif ilişki görülmektedir. Tarighi ve ark. (2011) çalışmalarında, nar meyvesinin su içerisindeki kritik hızının meyve yoğunluğundan çok etkilendiğini belirtmişlerdir. Aynı şekilde Taheri Garavand ve ark. (2010), domateslerin hidrodinamik özelliklerini belirledikleri çalışmalarında su içerisindeki kritik hızın meyve yoğunluğu ile oldukça ilişkili olduğunu vurgulamışlardır.

Meyve kütlelerinin kritik hız ile arasındaki korelasyon önemsiz bulunmuştur. Meyve hacminin kritik hız ile arasında korelasyon  $p < 0.05$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Kheiralipour ve ark. (2008), Redspar elma çeşidi ile gerçekleştirdikleri denemelerinde meyve hacmi ve yoğunluğunun meyve kritik hızı için önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Mandarin meyvesine ait ölçülen minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 3'te verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde mandarin meyvesinin su içerisindeki kritik hızının ortalama  $0.22 m s^{-1}$  olduğu, su içerisindeki sürtünme kuvveti ve suyun mandarin meyvesini kaldırma kuvvetinin sırasıyla ortalama  $0.032 N$  ve  $0.68 N$  olduğu görülmektedir. Kheiralipour ve ark. (2008), bu kuvvetleri sırasıyla Redspar elma çeşidi için  $0.46 N$  ve  $2.69 N$ ; Delbarstival elma çeşidi için  $0.24 N$  ve  $1.40 N$  olarak bulmuşlardır.

Çizelge 4'te mandarin meyvesine ait fiziksel ve hidrodinamik parametrelere ait korelasyon katsayıları verilmiştir.

Çizelge 1. Portakal meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özellikleri

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama ( $\pm$ Standart Sapma)
<i>L</i> (mm)	63.53	86.77	71.13 $\pm$ 5.06
<i>W</i> (mm)	64.92	75.04	71.15 $\pm$ 2.51
<i>T</i> (mm)	64.92	74.69	69.70 $\pm$ 2.62
<i>D<sub>o</sub></i> (mm)	66.18	75.38	70.61 $\pm$ 2.45
<i>S<sub>p</sub></i> (%)	0.86	0.99	0.97 $\pm$ 0.03
<i>S</i> (cm <sup>2</sup> )	137.52	178.43	156.75 $\pm$ 10.91
<i>A<sub>p</sub></i> (cm <sup>2</sup> )	40.49	58.27	48.64 $\pm$ 5.07
<i>m</i> (g)	139.45	202.26	165.62 $\pm$ 16.47
$\rho_f$ (kg m <sup>-3</sup> )	834.08	927.17	886.73 $\pm$ 19.09
<i>v<sub>t</sub></i> (m s <sup>-1</sup> )	0.29	0.41	0.34 $\pm$ 0.031
<i>V</i> (cm <sup>3</sup> )	158.00	231.00	186.90 $\pm$ 19.46
<i>F<sub>w</sub></i> (N)	1.37	1.98	1.62 $\pm$ 0.16
<i>F<sub>d</sub></i> (N)	0.13	0.29	0.21 $\pm$ 0.05
<i>F<sub>b</sub></i> (N)	1.55	2.26	1.83 $\pm$ 0.19

Çizelge 2. Portakal meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özelliklerine ait korelasyon katsayıları

	<i>L</i>	<i>W</i>	<i>T</i>	<i>V</i>	<i>m</i>	$\rho_f$	<i>A<sub>p</sub></i>	<i>v<sub>t</sub></i>	<i>D<sub>o</sub></i>	<i>S<sub>p</sub></i>	<i>S</i>	<i>F<sub>w</sub></i>	<i>F<sub>d</sub></i>
<i>W</i>	0.068ns												
<i>T</i>	0.116ns	0.952***											
<i>V</i>	0.227ns	0.898***	0.891***										
<i>m</i>	0.25ns	0.927***	0.921***	0.979***									
$\rho_f$	0.074ns	-0.042ns	-0.045ns	-0.303ns	-0.105ns								
<i>A<sub>p</sub></i>	0.184ns	0.916***	0.895***	0.983***	0.972***	-0.257ns							
<i>v<sub>t</sub></i>	0.055ns	0.343ns	0.436ns	0.558*	0.437ns	-0.689***	0.580**						
<i>D<sub>o</sub></i>	0.723***	0.73***	0.761***	0.785***	0.82***	0.008ns	0.764***	0.32ns					
<i>S<sub>p</sub></i>	-0.783***	-0.038ns	-0.062ns	0.042ns	-0.029ns	-0.365ns	0.035ns	0.207ns	-0.536*				
<i>S</i>	0.725***	0.727***	0.759***	0.783***	0.818***	0.009ns	0.762***	0.321ns	1***	-0.541*			
<i>F<sub>w</sub></i>	0.253ns	0.926***	0.92***	0.978***	1***	-0.098ns	0.97***	0.431ns	0.821***	-0.035ns	0.819***		
<i>F<sub>d</sub></i>	0.063ns	0.463*	0.459*	0.705***	0.547*	-0.888***	0.663***	0.78***	0.376ns	0.273ns	0.375ns	0.541ns	
<i>F<sub>b</sub></i>	0.229ns	0.899***	0.892***	1***	0.98***	-0.3ns	0.983***	0.552*	0.787***	0.038ns	0.785***	0.978***	0.703***

\*\*\*:P&lt;0.001, \*\*:P&lt;0.01, \*:P&lt;0.05, ns-önemsiz

Çizelge 3. Mandarin meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özellikleri

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama ( $\pm$ Standart Sapma)
$L$ (mm)	43.85	52.92	47.36 $\pm$ 2.28
$W$ (mm)	49.00	61.98	54.12 $\pm$ 2.94
$T$ (mm)	45.82	59.72	52.69 $\pm$ 2.97
$D_o$ (mm)	46.82	57.50	51.29 $\pm$ 2.42
$S_p$ (%)	0.93	0.99	0.95 $\pm$ 0.02
$S$ (cm <sup>2</sup> )	68.82	103.81	82.79 $\pm$ 7.90
$A_p$ (cm <sup>2</sup> )	20.78	33.67	25.41 $\pm$ 3.07
$m$ (g)	50.00	78.02	67.27 $\pm$ 8.85
$\rho_f$ (kg m <sup>-3</sup> )	904.33	1107.53	976.89 $\pm$ 51.15
$v_t$ (m s <sup>-1</sup> )	0.12	0.32	0.22 $\pm$ 0.046
$V$ (cm <sup>3</sup> )	57.00	100.00	69.15 $\pm$ 10.57
$F_w$ (N)	0.53	0.91	0.66 $\pm$ 0.09
$F_d$ (N)	0.003	0.067	0.032 $\pm$ 0.02
$F_b$ (N)	0.49	0.98	0.68 $\pm$ 0.1

Çizelge 4. Mandarin meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özelliklerine ait korelasyon katsayıları

	$L$	$W$	$T$	$V$	$m$	$\rho_f$	$A_p$	$v_t$	$D_o$	$S_p$	$S$	$F_w$	$F_d$
$W$	0.549*												
$T$	0.517*	0.960***											
$V$	0.637**	0.926***	0.948***										
$m$	0.628**	0.966***	0.933***	0.950***									
$\rho_f$	-0.257ns	-0.261ns	-0.430ns	-0.527*	-0.238ns								
$A_p$	0.743***	0.940***	0.911***	0.939***	0.956***	-0.312ns							
$v_t$	0.675**	0.397ns	0.405ns	0.470*	0.331ns	-0.536*	0.517*						
$D_o$	0.755***	0.954***	0.944***	0.951***	0.957***	-0.360ns	0.977***	0.543*					
$S_p$	0.365ns	-0.531*	-0.430ns	-0.301ns	-0.408ns	-0.168ns	-0.275ns	0.243ns	-0.255ns				
$S$	0.759***	0.954***	0.940***	0.953***	0.959***	-0.358ns	0.980***	0.544**	0.999***	-0.255ns			
$F_w$	0.642**	0.963***	0.931***	0.952***	0.999***	-0.246ns	0.960***	0.348ns	0.959***	-0.392ns	0.962***		
$F_d$	0.214ns	0.491ns	0.439ns	0.416ns	0.378ns	-0.194ns	0.456ns	0.389ns	0.437ns	-0.353ns	0.441ns	0.375ns	
$F_b$	0.629**	0.926***	0.949***	1***	0.948***	-0.531*	0.934***	0.467*	0.948***	-0.307ns	0.951***	0.950***	0.419ns

\*\*\*:p&lt;0.001, \*\*:p&lt;0.01, \*:p&lt;0.05, ns-önemsiz

Çizelge 4 incelendiğinde mandarin meyvesinin boyut özelliklerinden uzunluk ve yüzey alanının kritik hız ile arasındaki korelasyon  $p < 0.01$  önem seviyesinde önemli olduğu, diğer boyut özelliklerinin ( $W$ ,  $T$ , ve  $S_p$ ) kritik hız ile arasındaki korelasyonun önemsiz olduğu görülmektedir. Projeksiyon alanı ile su içerisindeki kritik hız arasında pozitif, meyve yoğunluğu ile kritik hız arasında ise negatif ilişki görülmektedir. Kheiralipour ve ark. (2010) kivi meyvesinde su içerisinde düşme hızı üzerine en etkili parametrenin meyve yoğunluğu olduğunu vurgulamışlardır.

Meyve kütesinin kritik hız ile arasındaki korelasyon önemsiz, meyve hacminin kritik hız ile arasında korelasyon ise  $p < 0.05$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur.

Greyfurt meyvesine ait ölçülen minimum, maksimum ve ortalama değerler Çizelge 5'te verilmiştir. Çizelge 5 incelendiğinde greyluft meyvesinin su içerisindeki kritik hızının ortalama  $0.49 \text{ m s}^{-1}$  olduğu, su içerisindeki sürtünme kuvveti ve suyun greyluft meyvesini kaldırma kuvvetinin sırasıyla ortalama  $0.56 \text{ N}$  ve  $2.81 \text{ N}$  olduğu görülmektedir. Tarighi ve ark. (2011) çalışmalarında bu kuvvetleri sırasıyla, Malas-Yazd nar meyve çeşidi için  $1.94 \text{ N}$  ve  $2.41 \text{ N}$ ; Poost sefid çeşidi için  $2.17 \text{ N}$  ve  $3.25 \text{ N}$  olarak bulmuşlardır.

Çizelge 6'da greyluft meyvesine ait fiziksel ve hidrodinamik parametrelere ait korelasyon analizi verilmiştir. Çizelge 6 incelendiğinde greyluft meyvesinin sırasıyla; uzunluk, genişlik, kalınlık ve yüzey alanı değerlerinin kritik hız ile arasındaki korelasyon  $p < 0.001$  önem seviyesinde önemli olduğu görülmektedir. Meyvenin küresellik değeri ile kritik hız arasındaki korelasyon önemsiz olduğu bulunmuştur. Projeksiyon alanı ile kritik hız arasında pozitif, meyve yoğunluğu ile kritik hız arasında ise negatif ilişki görülmektedir. Meyve kütesinin ve meyve hacminin kritik hız ile arasındaki korelasyon ise  $p < 0.001$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur. Limon meyvesine ait ölçülen minimum, maksimum ve ortalama değerleri Çizelge 7'de görülmektedir. Çizelge 7 incelendiğinde limon meyvesinin su içerisindeki kritik hızının ortalama  $0.21 \text{ m s}^{-1}$  olduğu, su içerisindeki sürtünme kuvveti ve suyun limon meyvesini kaldırma kuvvetinin sırasıyla ortalama  $0.10 \text{ N}$  ve  $1.69 \text{ N}$  olduğu görülmektedir.

Çizelge 8'de limon meyvesine ait fiziksel ve hidrodinamik parametrelere ait korelasyon katsayıları verilmiştir. Çizelge 8 incelendiğinde limon meyvesinin boyut özelliklerinin ( $L$ ,  $W$ ,  $T$ ,  $S_p$  ve  $S$ ) kritik hız ile arasındaki korelasyon önemsiz olduğu görülmektedir. Benzer şekilde projeksiyon alanı, meyve kütesi ve meyve hacminin kritik hız ile arasındaki korelasyon ise önemsiz bulunmuştur. Kheiralipour ve ark. (2010) kivi meyvesinde su içerisinde düşme hızı üzerine meyve hacminin etkisinin düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Turunç meyvesinin ölçümlerine ait sonuçlar Çizelge 9'da görülmektedir. Çizelge 9 incelendiğinde turunç meyvesinin su içerisindeki kritik hızının ortalama  $0.55 \text{ m s}^{-1}$  olduğu, su içerisindeki sürtünme kuvveti ve suyun

turunç meyvesini kaldırma kuvvetinin sırasıyla ortalama  $0.44 \text{ N}$  ve  $1.70 \text{ N}$  olduğu görülmektedir.

Çizelge 10'da turunç meyvesine ait fiziksel ve hidrodinamik parametrelere ait korelasyon analizi verilmiştir. Çizelge 10 incelendiğinde turunç meyvesinin boyut özelliklerinden uzunluk ile kritik hız arasındaki korelasyon  $p < 0.01$  önem seviyesine göre önemli olduğu; yüzey alanı ile kritik hız arasındaki korelasyon  $p < 0.05$  önem seviyesine göre önemli olduğu; genişlik, kalınlık ve küresellik ile kritik hız arasındaki korelasyon önemsiz olduğu görülmektedir. Projeksiyon alanı ile su içerisindeki kritik hız arasında pozitif, meyve yoğunluğu ile kritik hız arasında ise negatif ilişki görülmektedir. Meyve kütesinin kritik hız ile arasındaki korelasyon ise önemsiz bulunmuştur. Meyve hacminin kritik hız ile arasında korelasyon  $p < 0.01$  önem seviyesinde önemli bulunmuştur.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada önemli bir ihracat ürünü olan bazı narenciye meyvelerinin boyut, kütle, hacim, yoğunluk, küresellik, projeksiyon alanı gibi bazı fiziksel özellikleri ile meyvelerin su içindeki kritik hızları, su içerisindeki sürtünme kuvveti ve kaldırma kuvveti gibi hidrodinamik özellikleri belirlenmiştir.

Çalışma sonunda aşağıdaki sonuçlar çıkarılmıştır;

- Portakal ve turunç meyvelerinin boyut özellikleri ( $D_o$  ve  $A_p$  değerleri) birbirine yakın olmasına rağmen, su içerisindeki sürtünme kuvvetleri ve kritik hızları farklılık göstermektedir. Turunç meyvesinin morfolojik yapısının farklılığı (kabuğun girintili çıkıntılı olması), kabuk altındaki ve kabuk üstündeki pürüzlü yüzeyde oluşan hava boşluklarından dolayı meyvenin ortalama kritik hız ve sürtünme kuvveti değerleri daha yüksek olmuştur. Denemelerde elde edilen verilere göre su içerisindeki sürtünme kuvvetleri en yüksek greyluft meyvesinde ( $0.56 \text{ N}$ ), en düşük olanı ise mandarin meyvesinde ( $0.032 \text{ N}$ ) ölçülmüştür. Portakal ve turunç meyvelerinin su içerisindeki sürtünme kuvvetleri ise sırasıyla;  $0.21$  ve  $0.44 \text{ N}$ 'dur.

- Su içerisindeki kritik hızlar incelendiğinde en yüksek kritik hız turunç meyvesinde ( $0.55 \text{ m s}^{-1}$ ), daha sonra greyluft, portakal, mandarin ve limon meyvesinde sırasıyla;  $0.49$ ,  $0.34$ ,  $0.22$  ve  $0.21 \text{ m s}^{-1}$  olarak bulunmuştur.

- Parametrelerin birbirleri ile ilişkisini gösteren Pearson korelasyon analizi sonuçlarına göre; greyluft meyvesinin kütesi ile kritik hızı arasında önemli bir ilişki bulunurken, portakal, mandarin, limon ve turunç meyvelerinde kütle ile kritik hız arasında önemli bir ilişki bulunmamıştır.

- Korelasyon analiz tabloları incelendiğinde meyve kütlelerinin, sürtünme kuvvetleri ile olan ilişkisi portakal ve greyluft meyvelerinde önemli bulunurken, mandarin, limon ve turunç meyvelerinde önemsiz olarak bulunmuştur.



Çizelge 5. Greyfurt meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özellikleri

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama ( $\pm$ Standart Sapma)
<i>L</i> (mm)	63.04	83.67	72.61 $\pm$ 5.48
<i>W</i> (mm)	77.53	90.21	85.19 $\pm$ 4.29
<i>T</i> (mm)	75.92	88.36	82.33 $\pm$ 3.99
<i>D<sub>o</sub></i> (mm)	71.99	86.862	79.83 $\pm$ 4.17
<i>S<sub>p</sub></i> (%)	0.897	0.963	0.94 $\pm$ 0.02
<i>S</i> (cm <sup>2</sup> )	162.72	236.91	200.62 $\pm$ 20.72
<i>A<sub>p</sub></i> (cm <sup>2</sup> )	40.48	66.94	55.48 $\pm$ 8.31
<i>m</i> (g)	187.02	270.35	229.73 $\pm$ 24.75
$\rho_f$ (kg m <sup>-3</sup> )	726.17	885.07	804.83 $\pm$ 45.32
<i>v<sub>t</sub></i> (m s <sup>-1</sup> )	0.32	0.61	0.49 $\pm$ 0.09
<i>V</i> (cm <sup>3</sup> )	219.00	346.00	287.25 $\pm$ 40.88
<i>F<sub>w</sub></i> (N)	1.83	2.65	2.25 $\pm$ 0.24
<i>F<sub>d</sub></i> (N)	0.24	0.80	0.56 $\pm$ 0.18
<i>F<sub>b</sub></i> (N)	2.14	3.39	2.81 $\pm$ 0.40

Çizelge 6. Greyfurt meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özelliklerine ait korelasyon katsayıları

	<i>L</i>	<i>W</i>	<i>T</i>	<i>V</i>	<i>m</i>	$\rho_f$	<i>A<sub>p</sub></i>	<i>v<sub>t</sub></i>	<i>D<sub>o</sub></i>	<i>S<sub>p</sub></i>	<i>S</i>	<i>F<sub>w</sub></i>	<i>F<sub>d</sub></i>
<i>W</i>	0.662***												
<i>T</i>	0.578**	0.967***											
<i>V</i>	0.785***	0.965***	0.944***										
<i>m</i>	0.747***	0.926***	0.894***	0.952***									
$\rho_f$	-0.633***	-0.743***	-0.746***	-0.787***	-0.562***								
<i>A<sub>p</sub></i>	0.825***	0.937***	0.898***	0.985***	0.942***	-0.768***							
<i>v<sub>t</sub></i>	0.732***	0.758***	0.713***	0.810***	0.636***	-0.920***	0.825***						
<i>D<sub>o</sub></i>	0.877***	0.937***	0.894***	0.979***	0.932***	-0.774***	0.976***	0.817***					
<i>S<sub>p</sub></i>	0.678***	-0.080 <sup>ns</sup>	-0.110 <sup>ns</sup>	0.136 <sup>ns</sup>	0.107 <sup>ns</sup>	-0.176 <sup>ns</sup>	0.206 <sup>ns</sup>	0.256 <sup>ns</sup>	0.273 <sup>ns</sup>				
<i>S</i>	0.879***	0.934***	0.892***	0.978***	0.934***	-0.767***	0.975***	0.809***	1.000***	0.278 <sup>ns</sup>			
<i>F<sub>w</sub></i>	0.748***	0.926***	0.894***	0.952***	1.000***	-0.562*	0.942***	0.637**	0.933***	0.108 <sup>ns</sup>	0.935***		
<i>F<sub>d</sub></i>	0.719***	0.875***	0.869***	0.915***	0.748***	-0.966***	0.897***	0.920***	0.895***	0.154 <sup>ns</sup>	0.891***	0.749***	
<i>F<sub>b</sub></i>	0.785***	0.965***	0.944***	1.000***	0.951***	-0.788***	0.985***	0.812***	0.979***	0.136 <sup>ns</sup>	0.978***	0.952***	0.916***

\*\*\*:p&lt;0.001, \*\*:p&lt;0.01, \*:p&lt;0.05, ns-önemsiz

Çizelge 7. Limon meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özellikleri

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama ( $\pm$ Standart Sapma)
<i>L</i> (mm)	82.20	113.18	95.78 $\pm$ 7.87
<i>W</i> (mm)	55.54	68.15	60.81 $\pm$ 3.21
<i>T</i> (mm)	54.58	67.77	59.79 $\pm$ 3.10
<i>D<sub>o</sub></i> (mm)	64.10	74.51	70.27 $\pm$ 2.80
<i>S<sub>p</sub></i> (%)	0.63	0.85	0.74 $\pm$ 0.05
<i>S</i> (cm <sup>2</sup> )	129.00	174.29	155.28 $\pm$ 12.24
<i>A<sub>p</sub></i> (cm <sup>2</sup> )	32.74	52.80	43.28 $\pm$ 5.26
<i>m</i> (g)	124.15	199.95	162.46 $\pm$ 17.91
$\rho_f$ (kg m <sup>-3</sup> )	887.15	1006.11	940.19 $\pm$ 28.56
<i>v<sub>t</sub></i> (m s <sup>-1</sup> )	0.16	0.24	0.21 $\pm$ 0.019
<i>V</i> (cm <sup>3</sup> )	136.00	210.00	172.80 $\pm$ 18.36
<i>F<sub>w</sub></i> (N)	1.22	1.86	1.59 $\pm$ 0.18
<i>F<sub>d</sub></i> (N)	0.13	0.17	0.10 $\pm$ 0.04
<i>F<sub>b</sub></i> (N)	1.37	2.06	1.69 $\pm$ 0.18

Çizelge 8. Limon meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özelliklerine ait korelasyon katsayıları

	<i>L</i>	<i>W</i>	<i>T</i>	<i>V</i>	<i>m</i>	$\rho_f$	<i>A<sub>p</sub></i>	<i>v<sub>t</sub></i>	<i>D<sub>o</sub></i>	<i>S<sub>p</sub></i>	<i>S</i>	<i>F<sub>w</sub></i>	<i>F<sub>d</sub></i>
<i>W</i>	-0.188ns												
<i>T</i>	-0.162ns	0.968***											
<i>V</i>	0.164ns	0.902***	0.885***										
<i>m</i>	0.154ns	0.915***	0.912***	0.965***									
$\rho_f$	-0.004ns	0.167ns	0.211ns	-0.002ns	0.259ns								
<i>A<sub>p</sub></i>	0.522*	0.689***	0.696***	0.889***	0.897***	0.154ns							
<i>v<sub>t</sub></i>	0.147ns	0.108ns	0.112ns	0.308ns	0.118ns	-0.701***	0.196ns						
<i>D<sub>o</sub></i>	0.528*	0.728***	0.742***	0.892***	0.898***	0.143ns	0.955***	0.203ns					
<i>S<sub>p</sub></i>	-0.865***	0.642**	0.627**	0.314ns	0.341ns	0.131ns	-0.054ns	-0.072ns	-0.041ns				
<i>S</i>	0.526*	0.730***	0.743***	0.893***	0.898***	0.140ns	0.956***	0.198ns	1.000***	-0.039ns			
<i>F<sub>w</sub></i>	0.152ns	0.915***	0.912***	0.965***	1.000***	0.259ns	0.896***	0.123ns	0.896***	0.344ns	0.896***		
<i>F<sub>d</sub></i>	0.006ns	0.061ns	0.003ns	0.221ns	-0.041ns	-0.966***	0.033ns	0.740***	0.050ns	-0.019ns	0.053ns	-0.041ns	
<i>F<sub>b</sub></i>	0.162ns	0.902***	0.885***	1.000***	0.966***	0.002ns	0.889***	0.310ns	0.891***	0.316ns	0.892***	0.966***	0.217ns

\*\*\*:p&lt;0.001, \*\*:p&lt;0.01, \*:p&lt;0.05, ns-önemsiz

Çizelge 9. Turunç meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özellikleri

Parametre	Minimum	Maksimum	Ortalama ( $\pm$ Standart Sapma)
<i>L</i> (mm)	57.15	69.63	62.52 $\pm$ 3.98
<i>W</i> (mm)	63.64	79.86	70.52 $\pm$ 3.88
<i>T</i> (mm)	63.24	76.04	68.60 $\pm$ 3.71
<i>D<sub>o</sub></i> (mm)	61.76	74.38	67.11 $\pm$ 3.54
<i>S<sub>p</sub></i> (%)	0.95	0.97	0.95 $\pm$ 0.01
<i>S</i> (cm <sup>2</sup> )	119.78	173.72	141.79 $\pm$ 15.17
<i>A<sub>p</sub></i> (cm <sup>2</sup> )	37.72	62.03	46.62 $\pm$ 7.23
<i>m</i> (g)	92.84	167.85	128.54 $\pm$ 18.93
$\rho_f$ (kg m <sup>-3</sup> )	558.71	858.52	746.97 $\pm$ 71.09
<i>v<sub>t</sub></i> (m s <sup>-1</sup> )	0.40	0.69	0.55 $\pm$ 0.09
<i>V</i> (cm <sup>3</sup> )	135.00	235.00	173.15 $\pm$ 28.39
<i>F<sub>w</sub></i> (N)	0.91	1.65	1.26 $\pm$ 0.19
<i>F<sub>d</sub></i> (N)	0.20	0.74	0.44 $\pm$ 0.16
<i>F<sub>b</sub></i> (N)	1.32	2.30	1.70 $\pm$ 0.28

Çizelge 10. Turunç meyvesinin bazı fiziksel ve hidrodinamik özelliklerine ait korelasyon katsayıları

	<i>L</i>	<i>W</i>	<i>T</i>	<i>V</i>	<i>m</i>	$\rho_f$	<i>A<sub>p</sub></i>	<i>v<sub>t</sub></i>	<i>D<sub>o</sub></i>	<i>S<sub>p</sub></i>	<i>S</i>	<i>F<sub>w</sub></i>	<i>F<sub>d</sub></i>
<i>W</i>	0.759***												
<i>T</i>	0.622**	0.915***											
<i>V</i>	0.851***	0.945***	0.879***										
<i>m</i>	0.659**	0.921***	0.865***	0.82***									
$\rho_f$	-0.391ns	-0.135ns	-0.114ns	-0.394ns	0.201ns								
<i>A<sub>p</sub></i>	0.847***	0.947***	0.899***	0.967***	0.866***	-0.262ns							
<i>v<sub>t</sub></i>	0.681**	0.384ns	0.309ns	0.599**	0.089ns	-0.882***	0.523*						
<i>D<sub>o</sub></i>	0.879***	0.965***	0.91***	0.971***	0.881***	-0.243ns	0.977***	0.513*					
<i>S<sub>p</sub></i>	0.311ns	-0.29ns	-0.166ns	-0.058ns	-0.302ns	-0.383ns	-0.047ns	0.427ns	-0.03ns				
<i>S</i>	0.879***	0.964***	0.91***	0.973***	0.877***	-0.253ns	0.98***	0.523*	1***	-0.027ns			
<i>F<sub>w</sub></i>	0.657**	0.921***	0.863***	0.82***	1***	0.201ns	0.864***	0.089ns	0.88***	-0.305ns	0.875***		
<i>F<sub>d</sub></i>	0.695**	0.558*	0.509*	0.764***	0.258ns	-0.891***	0.658**	0.911***	0.647**	0.243ns	0.655**	0.257ns	
<i>F<sub>b</sub></i>	0.853***	0.947***	0.879***	1***	0.822***	-0.39ns	0.968***	0.598**	0.972***	-0.06ns	0.974***	0.822***	0.762***

\*\*\*:p&lt;0.001, \*\*:p&lt;0.01, \*:p&lt;0.05, ns-önemsiz

Hacim ve meyve kritik hızı korelasyon analizinde, limon meyvesi hariç tüm denemeye alınan meyve türleri için önemli bir ilişki bulunmaktadır. Meyve yoğunlukları göz önüne alındığında kritik hız ile meyve yoğunluğu arasındaki korelasyon denemeye alınan tüm narenciye türleri için önemli bulunmuştur.

- Meyve kritik hızının, meyve yüzey alanı arasındaki ilişki portakal ve limon meyvesinde önemsizken, greyfurt, mandarin ve turunç meyvelerinde önemli bulunmuştur.

- Su içerisindeki sürtünme kuvvetinin meyve yüzey alanı ile olan ilişkileri incelendiğinde ise greyfurt ve turunç hariç denemeye alınan tüm narenciye türleri için önemsiz bulunmuştur.

Sonuç olarak; denemelerde kullanılan narenciye meyvelerinin (portakal, mandarin, greyfurt, limon ve turunç) farklı boyut ve yapısal özelliklerinin hidrodinamik özelliklerini etkilediği, her türün kendine özgü yapısı dolayısıyla farklı parametrelerin etkili olduğu görülmektedir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ışığında her narenciye meyvesi için kendi içerisinde yapılacak matematiksel modellemeler ile mevcut sistemlerin tanımlanması sonraki çalışmalar ve tasarımlar için yararlı olacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Akgün, C., 2006. Turunçgiller Sektör Profili, <http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-97.pdf> [Ulaşım: Şubat 2016].
- Baradaran Motie, J., Miraei Ashtiani, S. H., Abbaspour-Fard, M. H. Emadi, B., 2014. Modeling physical properties of lemon fruits for separation and classification. *International Food Research Journal* 21(5): 1901-1909.
- Crowe, C. T., Elger, D. F., Williams, D. C., Roberson, J. A., 2009. *Engineering Fluid Mechanics* (9<sup>th</sup> Edition). USA.
- FAO, 2016. *Statistical Database*, <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> [Ulaşım: Ocak 2016].
- Güven, N., 2010. Adana İlinde Turunçgillerin Pazarlama Yapısı ve Sorunları. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Jordan R. B., Clark C. J., 2004. Sorting of kiwifruit for quality using drop velocity in water. *Transactions of the ASAE*, 47(6), 1991-1998.
- Kheiralipour K., Tabatabaeefar A., Mobli H., Ragiee S., Sharifi M., Jafari A., Rajabipour A., 2008. Some physical and hydrodynamic properties of two varieties of apple (*Malus domestica* Borkh L.). *Int. Agrophysics*, 22: 225-229
- Kheiralipour, K., Tabatabaeefar, A., Mobli, H., Rafiee, S., Rajabipour, A., Jafari, A., Mirzaee, E., 2010. Modeling of dropping time of kiwi fruit in water. *Journal International Journal of Food Properties* 13(6): 1315-1322.
- Mirzaee E., Rafiee S., Keyhani A., Emam-Djomeh Z., Kheiralipour K., 2009. Hydro-sorting of apricots based on some physical characteristics. *Research in Agricultural Engineering*, 55 (4): 159-164
- Mohsenin N. N., 1986. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers. New York
- SAS, (1999). *The SAS System. Version 8. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.*
- Saracoglu, T., Ucer, N., Ozarslan, C., 2012. Selected geometric characteristics, hydrodynamic properties, and impact parameters of quince fruit (*Cydonia vulgaris* Pers.). *International Journal of Food Properties* 15(4): 758-769.
- Taheri Garavand, A., Rafiee, S., Keyhani, A., Mirzaee E., 2010. Mathematical modeling of tomato terminal velocity in water. *Advance Journal of Food Science and Technology* 2(2): 100-103
- Tarighi, J., Dadashi, S., Ghazvini, M.A., Mahmoudi, A., 2011. Comparison of physical and hydrodynamic properties of two Iranian commercial pomegranates. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 13(3) Manuscript No.1852.
- TÜİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri, <http://tuik.gov.tr> [Ulaşım: Ocak 2016].