



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

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

doi: 10.7161/omuanajas.320232

Effects of different growth media to the nutrient content of primula (*primula obconica*) plant

Nuray Çiçek Atikmen^{a*}, Abdullah Baran^b, Cihat Kütük^b, Gökhan Çaycı^b,
H. Hüseyin Özaytekin^c, Siyami Karaca^d

^aÇankırı Karatekin University, Faculty of Forestry, Department of Landscape Architecture, Division of Plant Material and Cultivation, Çankırı

^bAnkara University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Ankara

^cSelçuk University, Faculty of Agriculture, Department Soil Science and Plant Nutrition, Konya

^dYüzcüncü Yıl University, Faculty of Agriculture, Department Soil Science and Plant Nutrition, Van

*Sorumlu yazar/corresponding author: nurayatikmen@gmail.com

Geliş/Received 09.06.2017

Kabul/Accepted 12.01.2018

ABSTRACT

Imported moss peat (IMP) and native peat (NAP) that is taken from Akgöl/Turkey were used in the growth medium of primula (*Primula obconica*) plants. Five different growth media were prepared using IMP and NAP, and some of their basic chemical and physical properties were determined. Then, the effects of media characteristics on nutrient contents of primula plant were evaluated. All growth media was found inadequate in concentration for water soluble nutrients NO₃-N, P, K, Fe and Zn but other nutrients were acceptable levels. Bulk density (BD) of growing media was found between 0.071-0.139 g cm⁻³. When the ratio of NAP was increased in mixtures, BD also increased. Moreover, the growth media was prepared with IMP and NAP had enough aeration capacity (AC), low available water content (AWC), and very low water buffering capacity (WBC). Cation exchange capacity (CEC) values were determined as 83.32-105.70 me 100 g⁻¹. pH and EC of the media varied between 4.56-5.88 and 0.39-1.00 dS m⁻¹, respectively. On the other hand, when the NAP ratio was more than 75% in the mixtures, pH level was a little out of the desired limits. Organic C level was the highest in 100% IMP media. The quality parameters and the classical growth characteristics of primula plants were not significantly different across growing media. K, Mg, S and Na contents of the plants were generally at normal levels. However, significant differences were found in total Fe, Mn and Cu contents of plants. Fe amount was enough but Mn and Cu were lower than the acceptable levels in all media. All in all, primula plants were grown successfully in all media and reached saleable quality levels despite of the differences in some nutrient contents. It was suggested that NAP can be used as an alternative to IMP for horticultural purposes, such as a production of ornamentals in a greenhouse.

Keywords:

Peat
Plant growth medium,
Physical and chemical
properties
Primula
Plant nutrients

Farklı yetiştirme ortamlarının primula (*primula obconica*) bitkisinin besin içeriğine etkileri

ÖZET

Primula bitkisinin yetiştirme ortamı olarak yosun kökenli ithal organik toprak (İOT) ve Akgöl/Türkiye den elde edilen yerli organik toprak (YOT) kullanılmıştır. İOT ve YOT'in temel fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlendikten sonra beş farklı yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Daha sonra primula bitkisinin besin maddesi içeriğine hazırlanan ortamların etkileri incelenmiştir. Yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir NO₃-N, P, K, Fe ve Zn içerikleri yetersiz bulunurken, diğer besin elementlerinin yeterli seviyede olduğu belirlenmiştir. Ortamların hacim ağırlığı (HA) 0.071-0.139 g cm⁻³ arasında bulunmuştur. Karışımlardaki YOT oranı arttıkça HA'ları da artmıştır. Ayrıca yetiştirme ortamı olarak hazırlanan İOT ve YOT yeterli havalanma kapasitesine (HK), düşük kolay alınabilir su içeriğine (KAS) ve çok düşük su tamponlama kapasitesine sahiptir. Katyon değişim kapasitesi (KDK) değerleri ise 83.32-105.70 me 100 g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ortamların pH ve EC değeri sırası ile 4.56-5.88 ve 0.39-1.00 dS m⁻¹ arasında değişmiştir. Karışımlarda YOT oranı % 75'den fazla olduğunda, pH düzeyi istenilen sınırların biraz dışındadır. Organik C ise, % 100 İOT karışımında en yüksek seviyededir. Farklı yetiştirme ortamları bakımından primula bitkisinin klasik büyüme özellikleri ve kalite parametreleri arasındaki farklılıklar önemli değildir. Bitkilerin toplam K, Mg, S ve Na içerikleri genel

Anahtar Sözcükler:

Organik toprak
Bitki yetiştirme ortamı
Fiziksel ve kimyasal
özellikler
Primula
Bitki besinleri

olarak normal seviyelerdedir. Bununla birlikte, bitkilerin toplam Fe, Mn ve Cu içeriklerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Tüm ortamlarda Fe miktarı yeterli iken, Mn ve Cu miktarları kabul edilebilir seviyelerden daha düşüktür. Sonuç olarak, primula bitkileri tüm ortamlarda başarılı bir şekilde yetiştirilmiş ve bazı besin içeriğindeki farklılıklara rağmen satılabilir kaliteye ulaşmıştır. YOT'ın İOT'a bir alternatif olarak ve serada süs bitkileri üretiminde kullanılması önerilmiştir. © OMU ANAJAS 2018

1. Introduction

Recently, the use of peat has been popular both in the world and in Turkey, especially in ornamental plants growing (Lohr et al., 1984; Chong et al., 1994; Kütük et al., 1998; Papafotiou et al., 2004; Erdoğan, 2004; Meral, 2006; Bağcı et al., 2011; Najafi, 2014; Çiçek Atikmen et al., 2014). Each year, considerable amount of peat is imported to Turkey from various countries, among them Scandinavian countries and Russia are the leading exporters (Çiçek, 2010). Imported peat is generally used for its desirable physical and chemical properties in plant growing media (Varış et al., 2004). The native peat does not perform as successfully as the imported peat, due to its poor uniformity and having some deficiencies regarding to its physical and chemical properties (Çaycı, 1989; Ataman et al., 1999). However, the native peat is also used, especially by small budgeted growers, due to its lower price compared to the imported peat. As a results of the quality concerns for the native peat, each year more than 100.000 m³ of peat is imported in Turkey (Najafi, 2014). Unfortunately, the amounts of peat lands in Turkey is limited due to the climatic conditions. Hence, alternative ways are searched to supply growers' demands.

Peat formations in Turkey occur at low elevations affected by hydrologic and topographic conditions, and their botanical origin are reeds and sedges (Dengiz et al., 2009). Peat formations and horticultural values have to be examined in detail, due to Turkey's limited available peat lands. Primula plant has been predominantly grown in peat based media (Çiçek, 2004; Erdoğan, 2004). Hessayon (1980) explains that primula is an important ornamental plant and it has brilliant flowers changing from white to dark red colors. This plant can blossom either at spring or winter seasons (Güran, 1992; Öge, 1997). The blossom and the flower quality-relates with medium properties as well. Sufficient water and available nutrients must be in the medium of this plant to have a long blossom period (Najafi, 2014). Moreover, different results have been obtained about effects of media on nutrient contents of ornamentals. Çiçek (2010) reported that the significant differences were determined in some nutrients of primula plant depending on growing media. Similar data was also reported by Najafi (2014). Erdoğan (2004) stated that the media significantly affected the N, P, Mg, Zn, Mn and Cu contents of test plants, while no considerable changes were found in K, Ca, Na and Fe.

The aim of this research was to determine the effects of different media containing imported and native peat materials on nutrient contents of primula plant.

2. Material and method

2.1. Growing media and test plant

In order to prepare the growing media, imported moss peat (IMP) was obtained from Netherlands and native Akgöl peat (NAP) was collected from peat land around Lake Akgöl in Sakarya-Turkey (Çaycı et al., 2011). IMP and NAP peat were milled and screened (6.35 mm), in order to obtain homogeneity, and then were steam-pasteurized before being filled to pots. Before beginning the experiment, NAP was adjusted to suitable moisture level, but IMP had suitable moisture level. In addition, 8 g L⁻¹ CaCO₃ was added to just IMP to supply the desired pH level, it would be useful not to add as much as the imported peat, but small amount of lime to mixture for pH correction at the NAP. It was properly mixed and incubated about two months to reach suitable pH value for primula plant growing. Finally, IMP and NAP were volumetrically (v/v) mixed according to the ratios. In this research, primula (*Primula obconica* 'Poison primrose'), which is one of the most common ornamentals, was used as a test plant and seedlings were obtained from a commercial floriculture firm.

2.2. Experimental conditions and methods

Experiment was performed in the greenhouse located at Ankara University, Faculty of Agricultural, Soil Science and Plant Nutrition Department. Average day and night temperatures in the greenhouse were 28°C and 22°C, respectively. The relative humidity varied between 60% and 70%, and the light regime ranged from 400 to 500 µmol m⁻² for a 12 hours photoperiod. The experiment was conducted in a factorial randomized block design with five replicates, and the total pots number was 25. Primula seedlings were implanted in late May into black plastic pots containing 1000 cm³ of growing medium, and were irrigated every other day with distilled water during the first 3-4 weeks, for adoption of the seedlings to the new environment. Afterwards, primula plants were watered with a nutrient solution, as recommended by Sannoveld and Straver (1992), once a week until the end of the experiment.

Primulas were harvested when they reached to saleable quality and leaf samples were prepared for analyses. Harvested leaves were washed with distilled water and dried in air oven at 65-70 °C for 48 hours. The experimental data were evaluated using an analysis of variance Anova procedure and the significant differences between treatments were determined with Duncan's Multiple Range Test.

2.3 Media and Plant Analyses

In growth media, the following parameters were determined: Aeration capacity (AC), available water content (AWC), water buffering capacity (WBC) (De Boodt et al., 1974), bulk density (BD), cation exchange capacity (CEC) (Soil Survey Laboratory Methods Manual, 2004), reaction (pH), electrical conductivity (EC) (Kirven, 1986), organic matter (OM) (Anonymous, 1978), total N (Bremner, 1982), water soluble NO₃-N, NH₄-N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, B (Kirven, 1986). Total organic carbon (TOC) was determined by the Scalar Total Organic Carbon Analyzer. In leaf samples, total N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn, Cu and B were measured using Perkin Elmer Optima 2100 model of ICP-OES (Kacar and İnal, 2008).

3. Results and Discussion

Some physical and chemical properties of mixtures used in the growth media of primula plant are shown in Table 1-2. Accordingly, the prepared growing media showed different properties. Bulk density (BD) of growing media varied between 0.071-0.139 g cm⁻³ (Table 3). BD of IMP is low due to its botanical origins. IMP is formed from *Sphagnum mosses*, its formation environment is oligotrophic characterized and its decomposition degree is lower. On the other hand, BD of NAP is higher, because its botanical base is herbaceous, formation environment is eutrophic and decomposition degree is higher. It was determined that, if the ratio of NAP was increased in a mixture, BD increased relatively. The aeration capacity (AC) of growing media were found between 28.05-35.24 %, the available water content (AWC) was between 9.73-15.29 % and the water buffering capacity (WBC) was between 1.30-3.49 % (Table 1). Good and suitable physical properties will provide better conditions to stimulate plant growth. Therefore, special attention is given to the volume percent of air and available water contents in the root zone (Bağcı et al., 2011). For optimum growing, a substrate should have 20-25 % AC, 20-30% AWC and 5-7% WBC (De Boodt and Verdonck, 1972; Verdonck et al., 1984). Hence, the growth media prepared for primula plant had enough AC, low AWC and very low WBC. Considering the AC values of the growing media used in this study, all media had high AC. In contrast, none of the mixtures investigated had high AWC and WBC. Previous

research indicated that native peats have some problems due to the high level of decomposition and their other properties (Kütük et al., 1998; Çaycı et al., 2000; Baran et al., 2001; Çaycı et al., 2011; Çiçek Atikmen et al., 2014). It was determined that the cation exchange capacity (CEC) values of growth media were between 83.32-105.70 me 100 g⁻¹ (Table 2). CEC value of NAP was found lower than IMP and the increase of the ratio of NAP in the mixture caused CEC value to be decreased a little. CEC is generally high in peat based media and it can change depending on other basic components in the mixtures (Çiçek, 2010). Erdoğan (2004) reported that CEC values ranged 113.48-239.86 me 100 g⁻¹ in the mixtures prepared for primula plant. Çiçek, (2004) also determined CEC value as 135.06 me 100 g⁻¹ for moss peat used in ornamental growing. During the experiment, reaction (pH) and electrical conductivity (EC) of the growing media ranged between 4.56-5.88 and 0.39-1.00 dS m⁻¹, respectively. While pH changed from slightly acidic to strongly acidic, none of the mixtures had high EC levels. Although the desired pH levels vary according to the chosen plant type in the growth media, this value must be between 5.3-6.0 in the mixtures which include large quantities of organic materials (Lucas et al., 1975). Here, pH level was a little out of the desired limits in the mixtures which NAP ratio was more than 75 %. In the beginning of the experiment, it was observed that the mixing lime to IMP for correcting pH level was effective. In the media, which NAP was dominant, pH was under 5, so it was understood that it would be useful not to add as much as the imported peat, but small amount of lime to mixture for pH correction. Total amount of N was found lower (1.05%) in 100% IMP medium, but it raised to 1.87 % in 100% NAP medium with the increase of NAP ratio in the mixtures (Table 2).

Total N content of peat could be different depending on their formation environment conditions and botanical origins. According to Robinson and Lamb (1975), in the United States of America, N content varied between 0.5-1.5% in the moss origin peats and it varied between 0.8-1.2% Ireland moss peats. It is known that the nitrogen content of woody and herbaceous peats are 2-4 times more than moss peat. Williams (1974) indicated that lowering the water table significantly decreased the amount of nitrogen mineralized. Dengiz et al. (2009) reported that different sedimentation periods, fluctuation of the ground water table level, vegetation types, and their intensities affect the decomposition of organic matter, which leads to a varied distribution of N.

Table 1. Some physical analysis of mixtures used in the experiment

Growth media	Bulk density (BD), g cm ⁻³	Aeration capacity (AC), %	Easily available water (AWC), %	Water buffering capacity (WBC), %
100 % IMP	0.071±0.0066	28.05±0.86	13.08±0.464	2.97±0.173
75% IMP+25 % NAP	0.098±0.0052	32.24±1.670	15.29±0.837	3.49±0.115
50 % IMP +50 %NAP	0.113±0.0025	30.59±0.765	15.14±0.458	3.06±0.066
25 % IMP +75 % NAP	0.128±0.0395	30.74±1.240	12.07±0.435	2.01±0.074
100 % NAP	0.139±0.0319	35.24±1.07	9.73±0.0255	1.30±0.026

N=4, ±: standard error of the mean

Table 2. Some chemical analysis of mixtures used in the experiment

Growth media	CEC (me 100g ⁻¹)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Total N (%)
100 % IMP	105.70±4.590	5.88±0.840	0.39±0.070	1.05±0.031
75% IMP+25 % NAP	87.71±1.700	5.57±0.790	0.68±0.050	1.29±0.030
50 % IMP +50 %NAP	86.67±0.820	5.47±0.240	0.76±0.090	1.54±0.017
25 % IMP +75 % NAP	85.60±1.510	4.98±0.560	0.96±0.040	1.69±0.017
100 % NAP	83.32±1.880	4.56±0.990	1.00±0.050	1.87±0.019

N=4, ±: standard error of the mean

The organic material (OM) and the total organic carbon (TOC) contents of the media varied between 70.78-92.42 % and 35.81-45.64 % (Tab. 5). Both OM and TOC amounts were found at higher levels in 100% IMP medium. As expected, the decomposition rate of IMP is lower, therefore OM and TOC values are higher. Similar results were explained by Çaycı et al. (2011) and Bağcı et al. 2011. Ratio of the organic material to the organic C varied between 1.98 and 2.02. Although this ratio is accepted as 1.65 in Soil Survey Staff (1999), it is also stated that this value could not be accepted as a constant value for peat like for mineral soils (1.72). The decomposition degree of peat, the botanical origin and

the changes related to the environmental chemistry which they have been formed, and their contents varied between 1.41-4.0 % (Çaycı, 1989). According to the TOC and total N values of the mixtures, it was determined that the highest C/N ratio was at the 100% IMP (Table 3). Szajek et al. (2007) explained that TOC varied between 37-45 % in peat samples. OM contents of the mixtures prepared for primula were found between 77.12-97.49 % by Najafi (2014). Accordingly, OM and TOC contents of the peat materials can be different due to their physical and chemical characteristics.

Table 3. Some chemical analysis of mixtures used in the experiment (cont.)

Growth media	Organic matter (OM), %	Total organic carbon (TOC), %	OM/TOC	TOC/N
100 % IMP	92.42±0.069	45.64±0.512	2.02	43.47
75% IMP+25 % NAP	85.91±0.254	41.84±0.257	2.05	32.43
50 % IMP +50 %NAP	78.89±0.998	39.45±0.511	2.00	25.62
25 % IMP +75 % NAP	75.36±0.341	37.91±0.869	1.99	22.43
100 % NAP	70.78±0.501	35.81±0.927	1.98	19.15

N=4, ±: standard error of the mean

Furthermore, the water soluble nutrient levels were rather variable in the saturated media extract (SME) depending on many factors; such as the differences in botanical origin, the formation environment, and the degree of decomposition. The water soluble NO₃-N quantities ranged between 5.63-10.85 mg kg⁻¹, and the NH₄-N contents varied between 11.16-21.71 mg kg⁻¹ in the media prepared for primula plant (Table 4). Michigan State University concluded that the optimum limit is between 100-199 mg kg⁻¹ for the soluble NO₃-N in the SME for media based on organic materials, but didn't give any limit value for NH₄-N (Kirven, 1986). When the advised nitrate values were considered, all media were insufficient in terms of NO₃-N. In addition, water soluble nutrients P and K amounts were determined at low levels in the prepared media. Peat materials can contain low or unbalanced available nutrients, generally. Therefore, it is suggested that the supporting media with nutrients in the beginning are advised, or nutrient solutions should be applied to the media during growth period (Meral, 2006; Çiçek, 2010; Bağcı et al., 2011; Najafi, 2014).

Ca content of media was found at an acceptable level (Table 4). An increase of NAP in the media caused an increase of this nutrient. According to the Michigan State University reported, the optimum Ca limit is > 200 mg kg⁻¹ for peat based media. All media met required levels of Ca, except 100% IMP. The optimum limit is >70 mg kg⁻¹ for Mg in the media thus Mg content wasn't sufficient for all of the media (Table 4). These results are harmonious with data obtained by Çiçek (2004) and Meral (2006). There isn't any information about limits for soluble Na and S content in peat based media. It is observed that the water soluble Fe, Zn, Mn, Cu and B amounts are rather low (Table 4). For the media prepared for primula, these values varied: Fe 0.052-0.118 mg L⁻¹, Zn 0.099-0.503 mg L⁻¹, Mn 0.144-1.297 mg L⁻¹, Cu 0.382- 0.755 mg L⁻¹ and B 0.000 mg-0.115 mg L⁻¹. This is expected in a media having different physical and chemical properties, where either total amount or water soluble amounts can be different. Puustjarvi (1980) reported that the sufficient limits for water soluble Fe, Zn, Mn, Cu changed between 2-3 mg L⁻¹, 0.1-0.5 mg L⁻¹, 0.5-2 mg L⁻¹ and 0.05-0.1 mg L⁻¹, respectively.

Table 4. Amounts of water soluble nutrients used in the mixtures in the experiment

Growth media	NO ₃ -N (mg L ⁻¹)	NH ₄ -N (mg L ⁻¹)	P (mg L ⁻¹)	K (mg L ⁻¹)	Ca (mg L ⁻¹)
100 % IMP	9.25±1.04	11.16±2.11	0.309±0.04	12.46±0.73	171.52±4.58
75% IMP+25 % NAP	7.64±1.23	19.70±2.53	0.086±0.03	10.63±0.29	299.55±10.90
50 % IMP +50 %NAP	10.85±1.16	15.68±1.97	0.075±0.02	9.37±0.34	455.15±10.00
25 % IMP +75 % NAP	5.63±0.92	17.29±2.12	0.048±0.01	7.70±0.30	584.37±24.60
100 % NAP	10.25±0.81	21.71±1.19	0.037±0.01	6.40±0.14	562.82±4.97

N=4, ±: standard error of the mean

The effect of media on quality characteristics and classical growing parameters of primula plant were statistically non-significant (data is not shown). Differences of K, Mg, S, Na, Fe, Mn and Cu in the plants grown in media containing IMP and NAP were found significant (Table 5). However, the growth media did not have important effects on N, P, Ca, Zn and B

contents. Although it is statistically non-significant, N and P contents of primula plants were determined at an optimum level, according to Poole et al. (1981). Zn and B contents were found sufficient or very close to sufficient levels as explained by Jones et al. (1991). Ca was generally over desired levels. However, none of the plants have problems with these nutrients.

Table 5. The effect of growth media over the nutrients of primula plant

Growth media	Total N (%)	Total P (%)	Total K (%)	Total Ca (%)	Total Mg (%)	Total S (%)
100 % IMP	3.35 ^{ns}	0.19 ^{ns}	2.69 ^{*C}	3.23 ^{ns}	0.43 ^{*C}	0.33 ^{*C}
75% IMP+25 % NAP	3.55	0.18	2.87 C	3.59	0.48 BC	0.44 B
50 % IMP +50 %NAP	3.79	0.19	2.66 C	3.76	0.58 A	0.60 A
25 % IMP +75 % NAP	3.77	0.18	5.18 A	3.54	0.55 AB	0.39 BC
100 % NAP	3.46	0.16	4.52 B	3.34	0.50 ABC	0.39 BC

ns: non significant, *p<0.05

On the other hand, some of the nutrient composition of plants showed significant differences (Tab. 6). The highest K and Mg amounts were determined at the 25% IMP+ 75% NAP and 50% IMP+ 50% NAP media with 5.18% and 0.58%, respectively. It was thought that this situation could be caused by the different properties of the media. Similar approaches were reported by Handreck (1993), Kütük et al. (1998), Meral (2006) and Najafi (2014). Erdoğan (2004) stated that K and Mg contents of primula plant grown in different organic media changed between 4.13-4.64 % and 0.36-0.72 %. K and Mg contents of plants were also in agreement with the values for most of the flowering ornamentals given by Jones et al. (1991). The effect of various growing media to the S and Na contents of primula plant were different and the highest values were found at the 50 % IMP+ 50 % NAP with 0.60 % for S and at the 75 % IMP+ 25 % NAP with 0.53 % for Na. On the other hand, the lowest S and Na amounts were determined as 0.33 % and 43.24 % at the 100 % IMP medium. (Table 5). Because of the high water soluble S content of NAP (Table 5), the plants may uptake much more of this nutrient. However, S level was sufficient in primula plant when compared with the limit values reported by Jones et al. (1991). Normally, a limit value is not stated for Na content of primula or for ornamentals. But the Na amount of plants mostly varies between 0.004-2.00% (Bergman, 1992). In other studies performed

with ornamentals by Handreck (1993) and De Kreij and Van Leeuwen (2001), Na content was found as 0.10-0.22% and 0.018-0.420%, respectively. Rose and Haase (2000) stated that plants grown in media containing moss based peat and coco peat contain Na between 0.064-0.10%. In our case, it was seen that S and Na contents of the plants are at normal levels.

The highest Fe, Mn and Cu amounts were found as 154.30 mg kg⁻¹, 19.95 mg kg⁻¹, and 4.10 mg kg⁻¹ respectively at the 100 % NAP medium. On the other hand, the lowest Fe and Mn contents were obtained with 103.08 mg kg⁻¹, 11.90 mg kg⁻¹ at the 100 % IMP media. In addition, the lowest Cu amount was found in the plants grown at the 75 % IMP+ 25 % NAP medium with the value of 2.72 mg kg⁻¹ (Table 5). When compared with the data of Jones et al. (1991) for various ornamental plants, it is observed that the Fe amount is enough but the Mn and Cu amounts are lower than the acceptable levels. Researchers mentioned above stated that the sufficient level limit values of Fe and Mn would be between 50-200 mg kg⁻¹, and the sufficient level limit values of Cu could vary between 8-28 mg kg⁻¹ for Begonias. It is interesting to note that the plants were grown with solutions including Mn and Cu, but these nutrients were not found at sufficient amounts in the plants. This result implies that the plants could not use the Mn and Cu in the nutrient solution at enough levels. The reason of this situation may be caused by the strong adsorption of Cu and Mn by the organic fraction in the media (Çiçek, 2010)

Table 6. The effect of growing media over the nutrients of primula plant (cont)

Growth media	Total Na (%)	Total Fe (mg kg ⁻¹)	Total Zn (mg kg ⁻¹)	Total Mn (mg kg ⁻¹)	Total Cu (mg kg ⁻¹)	Total B (mg kg ⁻¹)
100 % IMP	0.37 ^{*C}	103.08 ^{*B}	21.12 ^{ns}	11.90 ^{*C}	3.10 ^{*AB}	43.24 ^{ns}
75% IMP+25 % NAP	0.53 A	142.40 A	16.36	14.04 BC	2.72 B	48.42
50 % IMP +50 %NAP	0.49 AB	154.00 A	19.10	15.88 B	3.93 A	47.73
25 % IMP +75 % NAP	0.43 BC	144.29 A	16.76	14.98 BC	3.08 AB	53.32
100 % NAP	0.41 C	154.30 A	16.90	19.95 A	4.10 A	54.14

ns: non significant, *p<0.05

4. Conclusion

In this study, native peat (NAP) obtained from “Akgöl-Turkey” was evaluated in comparison with imported moss peat (IMP) in terms of its properties in a plant growing media and its effect on nutrition of primula plant. NAP and IMP were used as a growth media either individually or by mixing them in different proportions with each other. All media had high aeration capacity but low available water content and water buffering capacity. Nutrient contents of primula plants grown in different media were generally found sufficient with respect to typical limit values. However, the levels of some nutrients such as Mn and Cu were determined as insufficient in plants grown in all media; but these nutrients didn't cause a serious deficiency in the plants and all plants reached saleable quality. This is related to the physical-chemical properties of the media and root zone conditions, since fertilization was performed regularly by a nutrient solution through the growing period. It is important to note that if NAP is used in a growth medium, Mn and Cu concentrations in nutrient solution must be kept a little higher. This investigation determined that the physical characteristics of the media, especially the available water content and the water buffering capacity, affect some of the nutrient contents of primula plant. This study showed that quality characteristics and classical growing parameters of primula plant, all in all, primula plants were grown successfully in all media and reached saleable quality levels despite of the differences in some nutrient contents. Additionally, NAP is cheaper than IMP. All of these reasons were considered NAP could be an important alternative material for ornamental growers.

Acknowledgement

This study was supported by TUBITAK (Project no: 105O459). This study is submitted to Ankara University as a part of the requirements for the PhD dissertation of Nuray Çiçek.

References

- Anonymous, 1978. DIN 11542. Torf für Gartenbau und Landwirtschaft.
- Ataman, Y., Çaycı, G., Baran, A., Kütük, C., Dengiz, O., Özyaytekin, H., 1999. Bolu-Yeniçağa organik toprağının bitki yetiştirme ortamı olarak iyileştirilmesi üzerinde bir araştırma (in Turkish). TÜBİTAK, TOGTAG-1700, Proje kesin raporu.
- Bağcı, S., Çaycı, G., Kütük, C., 2011. Growth of primula plant in coir dust and peat based growing media. *Jour. of Plant Nutrition*, 34, 909-919. doi.org/10.1080/01904167.2011.544528
- Baran, A., Çaycı, G., Kütük, C., Hartmann, R., 2001. Composted grape marc as growing medium for hypostases (*Hypostases phyllostagya*). *Bioresource Technology*, 78: 103-106. doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00171-1
- Bergmann, W., 1992. *Nutritional Disorders of Plants. Development, visual and analytical diagnosis.* VCH Publishers Inc., USA.
- Bremner, S. M., 1982. Total Nitrogen. In: *Methods of soil analysis. Part 2.* pp.595-624. Madison, WI, ASA-SSA.
- Chong, C., Rinker, D. L., Cline, R. A., 1994. Bark-and peat amended spent mushroom compost for containerized culture of shrubs. *HortScience*, 29 (7): 781-784.
- Çaycı, G., Baran, A., Kütük, C., Ataman, Y., Özyaytekin, H., Dengiz, O., 2010. A research on reclamation of physical properties of Bolu-Yeniçağa peat as plant growth medium. In: *Proc. Of Int. Symposium on Desertification*, Ed. N. Munsuz, Soil Science Society of Turkey (SSST), Konya-Turkey.
- Çaycı, G., Baran, A., Özyaytekin, H., Kütük, C., Karaca, S., Çiçek, N. 2011., Morphology, chemical properties, and radiocarbon dating of eutrophic peat in Turkey. *Catena* 85,215-220. doi.org/10.1016/j.catena.2011.01.005
- Çaycı, G., (1989). An investigation on determination of properties of peat materials in Turkey as plant growth medium. Doctorate Thesis (in Turkish with English Abstract), University of Ankara, Faculty of Agriculture, Ankara.
- Çiçek, N., 2004. Effect of different growing media prepared with spent mushroom compost on growth parameters and nutrient status of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) plant. Master Thesis (in Turkish with English Abstract), Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Dept. of Soil Science, p. 145, Ankara
- Çiçek, N., 2010. The Use of Sakarya Akgöl peat in plant growth medium. Doctorate Thesis (in Turkish with English Abstract), Ankara University, Graduate School of

- Natural and Applied Sciences, Dept. of Soil Science and Plant Nutrition, p, 292, Ankara.
- Çiçek, Atikmen, N. Kütük, C., Karahan, G., 2014. Response of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) to fresh and exhausted mushroom compost substrates in greenhouse conditions. *Bulletin UASVM Horticulture*, 71 (2): 233-239.
- De Boodt M, Verdonck O., 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulture*, 26: 37-44.
- De Boodt, M., Verdonck, V., Cappaert, I., 1974. Method for measuring the water release curve of organic substrates. *Acta horticulturariae*, 37: 2054-2060.
- De Kreij, C., Van Leeuwen, G. J. L., 2001. Growth of pot plants in treated coir dust as compared to peat. *Commun. Soil Sci., Plant Anal.*, 32 (13&14):255-265.
- Dengiz, O., Özyaytekin, H., Çaycı, G., Baran, A., 2009. Characteristics, genesis and classification of a basin peat soil under negative human impact in Turkey. *Environmental Geology*, 56, 1057-1063. doi:10.1007/s00254-008-1206-3
- Erdoğan, A., 2004. The use of beer factory sludge in growing medium of primula plant. Master Thesis (in Turkish with English Abstract), Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Dept. of Soil Science, p.110, Ankara
- Güran, M., 1992. Salon-park ve bahçe süs bitkileri (in Turkish). *Eroğlu Matbaacılık San. Ltd. Şti*, 297, Ankara.
- Handreck, A. K., 1993. Properties of coir dust and its use in the formulation of soilless potting media. *Soil Sci. Plant Anal.*, 24 (3&4): 349-363.
- Hessayon, D. G., 1980. The use plant expert. Publications Britannica House, Waltham Cross. Herts., p.125, England.
- Jones, J. B., Wolf, B., Mills, H. A., 1991. *Plant Analysis Handbook*. Micro-Macro Publishing, p. 213, USA.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki analizleri (in Turkish). Nobel Yayın Dağıtım: 1241, Fen Bilimleri: 63, p. 912, Ankara.
- Kirven, DM., 1986. An industry viewpoint: Horticultural testing is our language confusing. *Hort. Sci.*, 215-217.
- Kütük, C., Topcuoglu, B., Çaycı, G., 1998. The effect of different media on growth of croton (*Codiaeum variegatum*) plant. M. Şefik Yeşilsoy International Symposium on Arid Region Soil, p. 499-505, Int. Agrohydrology Research and Training Center, Menemen, İzmir-Turkey.
- Lohr, I. V., O'Brian, R. G., Coffey, D.L., 1984. Spent mushroom compost in soilless media and its effect on the yield and quality of transplants. *Jour. of America Society for Horticultural Sciences*, 109 (5): 693-697.
- Lucas, R. E., Rieke, P. E., Shickluna, C. and Cole, A., 1975. Lime and fertilizer requirements for peats. In: *Peat in horticulture*, New York, Academic Press, p: 51-71.
- Meral, N., 2006., Effects of different organic wastes on growth of begonia plant. Master Thesis (in Turkish with English Abstract), Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Dept. of Soil Science p. 129, Ankara.
- Najafi, M., 2014. The use of hazelnut husk waste in growth medium of ornamental plant. Master Thesis (in Turkish with English Abstract), Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Dept. of Soil Science and Plant Nutrition.
- Öge, H. R., 1997. Çiçekler, kaktüsler ve etli bitkiler (in Turkish). *Inkilap Kitapevi*, p. 336, İstanbul.
- Papafotiou, M., Phsyhalou, M., Kargas, G., Chatzipavlidis, I., Chronopoulos, J., 2004. Olive-mill wastes as growing medium component for the production of poinsettia. *Scientia Horticulture*, 102: 167-175.
- Poole, R. T, Conover, C. A, Joiner, J. N., 1981 *Soils and potting mixtures, foliage plant production*, ed: Cliffs, N. J., Prentice Hall Inc., p. 179, Englewood,
- Puustjarvi, V., 1980. Rationalized micronutrient fertilization. *Peat-Plant Yearbook News*, 3-12.
- Robinson, D. W., Lamb, J. G. D., 1975. *Peat in horticulture*, Academic Press, p,170. London.
- Rose, R., Haase, D., 2000. The use of coir as a containerized growing medium for coir as a containerized growing medium for douglas-fir seedlings. *Native Plants Journal*, 1(2):107-111.
- Soil Survey Methods Manual.*, 2004. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. *Soil Survey Investigations Report No. 42*.
- Soil Survey Staff., 1999. *Soil Taxonomy: A basis system of soil classification for making and interpreting soil surveys*, 2nd ed. USDA NRCS Agr. Handbook No. 436, Washington, DC.
- Sonnovel, C., Straver N., 1992. Nutrient solutions for vegetables and flowers grown in water or substrates. *Proefstation Voor Tuinbouw Onder Glass*, No: 8, Naaldwijk, The Netherlands.
- Szajek, L., Barandyk, T., Stłowicz, J., 2007. Chemical properties of different peat-marsh soils from the Biebrza River Valley. *Agronomic Research* 5 (2): 165-174.
- Varış, S., Altıntaş, S., Çinkılıç, H., Koral, P. S., Butt, S.J. and Çinkılıç, L., 2004. Öğütülmüş cibre-cüruf (ÖCC) harcı (in Turkish). *Hasad Dergisi*, 234, 26-34.
- Verdonck, O. R., Pennick, R., De Boodt, M., 1984. The physical properties of different horticultural substrates. *Acta Horticulture*, 150: 155-160.
- Williams, B. I., 1974. Effect of water-table on nitrogen mineralization in peat. *Forestry*, 47(2): 195-202.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

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

doi: 10.7161/omuanajas.322340

Lilyum zambaklarında (*Lilium* sp.) farklı yetiştirme ortamlarının yavru soğan oluşumu ve gelişimi üzerine etkisi

Leyla Eken^{a*}, Uğur Şirin^b

^aAydın Adnan Menderes Üniversitesi, Çine Meslek Yüksekokulu, Çine, Aydın

^bAydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Aydın

*Sorumlu yazar/corresponding author: leyla.saygili@adu.edu.tr

Geliş/Received 19/06/2017

Kabul/Accepted 01/02/2018

ÖZET

Lilium sp. yetiştiriciliğinde soğan üretimi çoğunlukla toprakta yapılmakla birlikte, toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri, hastalık ve zararlılar nedeni ile üretimde sorunlar yaşanmaktadır. Bununla birlikte, toprak özellikleri bir lilyum soğanının çiçek oluşturacak iriliğe ulaşma süresini de olumsuz etkileyebilmektedir. Söz konusu sorunların çözümü amacı ile bu çalışmada toprağa alternatif farklı yetiştirme ortamlarının yavru soğan oluşumu ve gelişimi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deneme 2011 yılı ilkbahar döneminde yürütülmüş ve *Lilium* LA hybrids "Ceb Dazzle" çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada;(1) kestane kabuğu + perlit, (2) yerfıstığı kabuğu + perlit, (3) kum + yerfıstığı kabuğu, (4) perlit, (5) kestane kabuğu+kum, (6) bahçe toprağı+ahır gübresi+torf (kontrol), (7) torf+kum, (8) hindistan cevizi kabuğu, (9) volkanik curuf olmak üzere farklı yetiştirme ortamları deneme konularını oluşturmuştur. Lilyum bitkileri 60 L hacimli plastik kasalar içerisine doldurulan yetiştirme ortamlarında yetiştirilmiştir. Denemede soğan gelişme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ana soğanda ve bitki gövdesi üzerinde oluşan köklerin özellikleri incelenmiş, yavru soğan oluşumu ve gelişimine ilişkin özelliklerin belirlenmesi amacıyla ise ana soğanda ve bitki gövdesi üzerinde gelişen yavru soğan sayısı, ağırlığı, en ve boy değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; ana soğanlar üzerinde yavru soğan oluşumu görülmezken gövde üzerinde yavru soğan oluşumu gözlenmiş ve incelenmiştir. En fazla yavru soğan oluşumu 17.5 adet/soğan ile yer fıstığı kabuğu+kum yetiştirme ortamında yetiştirilen soğanlarda elde edilmiştir. Yavru soğan ortalama ağırlığı, en ve boy değerleri açısından en iyi gelişimlerin yerfıstığı kabuğu+kum (12.387 g, 14.34 mm en, 14.54 mm boy) ve torf+kum (8.983 g, 13.31 mm en ve 14.42 mm boy) yetiştirme ortamından elde edildiği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Lilyum

Yavru soğan

Yetiştirme ortamı

Kestane kabuğu

Yerfıstığı kabuğu

Effects of different substrates on formation and development of bulblets in *Lilium* sp.

ABSTRACT

Although *Lilium* sp. bulb growth has been mostly performed in soil, there are problems in production of bulbs because of physical and chemical properties of soil, diseases and pests. Properties of soil also effects time of formation of suitable bulb size to form flowers in lily bulb. In this study it was aimed to determine the effects of different alternative substrates on bulblet formation and development to solve the problems on propagation of new bulblets in *Lilium*. Study was performed in spring, 2011 and *Lilium* LA hybrids cv. "Ceb Dazzle" was used. In this study, (1) chestnut shell + perlite, (2) peanut shell + perlite, (3) sand + peanut shell, (4) perlit, (5) chestnut shell + sand, (6) soil + organic manure + peat (control), (7) peat + sand, (8) cocopeat, (9) volcanic tuff were used as substrates. *Lilium* plants were grown in 60 L volumed plastic boxes filled with substrates. In order to determine the properties of bulb development, roots which are formed on bulbs and stems were analyzed. And in order to determine the formation and development of bulblets, bulblets formed in mother bulb and plant stem were analyzed in terms of number of bulbs, weight, length and height. As a result of this research, instead of there weren't any bulblet formation on the mother bulbs, it was observed that there is bulblet formation on plant stems and they were analyzed. The highest number of bulblet formation was obtained in Sand+Peanut Shell substrat mix with the 17.5 number/bulb. It is determined that, the best results in terms of average weight, length and height diameter of bulblets, were obtained on Sand+Peanut Shell (12.387 g, 14.34 mm length, 14.54 mm height) and Peat+Sand (8.983 g, 13.31 mm length ve 14.42 mm height) substrats.

Keywords:

Lilium

Bulblets

Substrat

Chestnut shell

Chestnut shell

© OMU ANAJAS 2018

1. Giriş

Kesme çiçek yetiştiriciliği, 2015 verilerine göre 11.826.160 m² üretim alanıyla hızlı büyüme ve gelişme gösteren, ihracat potansiyeli yüksek olan önemli sektörlerden birisidir (TUİK, 2016). Hollanda'daki kesme çiçek satış değerleri incelendiğinde gül ve krizantem önemli bir paya sahiptir (Şirin, 2010). Bununla beraber lale ve zambak gibi soğanlı bitkilerde kesme çiçek sektöründe yoğun olarak yer almaya başlamıştır. Gösterişli ve vazo ömrü uzun olan çiçeklerinin tüketici tarafından tercih edilmesi, yıl boyu yetiştiriciliğe olanak sağlaması nedeni ile kesme çiçek olarak kullanılan *Lilium* sp.'nin üretim alanlarında ve ihracatında tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de artış yaşanmaktadır. *Liliaceae* familyasının önemli bir türü olan *Lilium* sp. çok yıllık soğanlı bir bitkidir. Soğanlı bitkilerde olduğu gibi lilyumların üretiminde de soğan pulları, koltuk altı soğanları, bölme yöntemi ve çiçek sapları gibi vejetatif üretim materyalleri kullanılmaktadır. Fakat oluşan yavru soğanların çiçek oluşturacak iriliğe ulaşması için yaklaşık 3 yıllık bir süreye ihtiyaç duyulmakta, bu durum işgücü kullanımını ve üretim maliyetlerini artırmaktadır (Korkut, 2004). Hollanda, dünya çiçek soğanı üretim alanlarının % 70 'ini karşılayan en önemli çiçek soğanı üreticisi ve ihracatçısıdır (Karagüzel ve ark., 2007). Hollanda'nın yanı sıra başta İngiltere, Fransa olmak üzere 15 ülkede çiçek soğanı üretimi yapılmaktadır (Buschman, 2004; Karagüzel ve ark., 2007). Ülkemizde çiçek soğanlarının kültürü ile ilgili bilimsel ve ticari anlamda yürütülen çalışmalar ise henüz yenidir. Üretim materyalinde dışa bağımlılığı azaltmak için soğan üretimi ve soğanların hızlı gelişimi konularına önem verilmesi gerekmektedir.

Kesme çiçek olarak yetiştirilen lilyumlar genelde kumlu-tınlı, geçirgen ve organik maddece zengin topraklarda yetiştirilmekle beraber, son yıllarda topraksız kültürde yetiştiriciliği de yapılmaktadır. Topraklı yetiştiricilikte *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora* ssp., *Fusarium* spp., *Verticillium* spp., *Pythium* spp., *Botrytis* sp. gibi toprak kaynaklı hastalık etmenleri başarısızlıklara neden olmaktadır (Miller, 1998; Chase, 2005; Gümrükçü ve Gölükçü 2005; Şirin, 2011). Ancak seralarda yapılan yetiştiricilikte toprakların fiziksel ve kimyasal yapılarının uygun olmaması, monokültür uygulamalar, bilinçsiz gübrelemeler, kimyasal madde kullanımı ve tuzluluğun artması gibi nedenlerle toprak yorgunlukları yaşanması kesme çiçek verim ve kalitesini etkilediği gibi aynı zamanda üretim materyali olan yavru soğan oluşum miktarını ve kalitesini etkilemektedir. Ayrıca üretimde toprak kaynaklı sorunların yaşanması bakım ve işçilik maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Toprak kaynaklı sorunların çözümü için dezenfeksiyon, solarizasyon, yıkama gibi bir takım kültürel, fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılabilir. Ancak bu yöntemlerden maliyet yüksekliği, işgücü kullanımını artırması veya kullanılan yöntemin üretim programı ile

uyuşmaması gibi nedenlerle etkin bir şekilde yararlanılamamaktadır. Bu nedenle en kullanılabilir yöntem olarak topraksız kültürün ülkemizde de uygulanabilirliği en yüksek olan ortam (substrat) kültürü karşımıza çıkmaktadır (Tüzel ve Gül, 1999). Bu yetiştiricilikte torf, hindistan cevizi lifleri, talaş, ağaç kabuğu, çeltik kavuzu, yer fıstığı kabuğu gibi organik ortamlar; kum, çakıl, volkan tüfü, perlit, vermikülit, genleştirilmiş kil, kaya yünü gibi inorganik ortamlar veya poliüretan köpük gibi sentetik ortamlar bulunmaktadır. Yetiştirme ortamlarının amacı, bitkiye destek olmak, bitkiyi daha az gübre ve su ile daha iyi bir şekilde besleyerek verim ve kalite artışını sağlamaktır. Fakat kullanılan yetiştirme ortamlarının bitki tür ve çeşitlerine, kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre etkileri değişkenlik gösterebilmektedir (Maloupa ve ark., 1999; Klasman ve ark., 2002; Grassotti ve ark., 2003; Tribulato ve ark., 2003; Treder, 2008; Nikrazm ve ark., 2011). Bu nedenle topraksız tarımında en önemli faktörlerden biri bitki için en uygun yetiştirme ortamının seçilmesidir.

Lilyum ile ilgili yapılmış çalışmalara bakıldığında yetiştirme ortamı olarak hindistan cevizi kabuğu, vermikülit, çakıl, kum, volkanik curuf, torf, perlit, pirinç kavuzları tek başına veya karışımlar halinde kullanılmış olup çoğunlukla bitki verim ve kalite parametreleri incelenmiştir (Klasman ve ark., 2002; Grassotti ve ark., 2003; Tribulato ve ark., 2003; Tehranifar ve ark., 2010; Nikrazm ve ark., 2011; Bhandari ve Srivastava 2016). Genel olarak değerlendirildiğinde su tutma kapasitesi ve katyon değişim kapasitesi yüksek, düşük hacim ağırlığına, iyi fiziksel özelliklere ve gözenekli yapıya sahip hindistan cevizinin tek başına veya karışım halinde kullanımı bitki gelişimi ve çiçeklenmeyi olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir (Seyedi ve ark., 2012; Bhandari ve Srivastava, 2016). Soğan gelişimi üzerine yapılan bir çalışmada da benzer şekilde hindistan cevizinde yetiştirilen toros kardeleninde en yüksek yavru soğan oranı (% 43,8) ve bitki boyu (22,7 cm) elde edilmiştir (Kahraman, 2015). Lilyumda yapılmış bir başka çalışmada ise ana soğan ve yavru soğan sayısı açısından en iyi değerlerin toprak- pirinç kavuzu karışımı ile nehir kumu- perlit karışımından elde edildiği belirtilmiştir (Klasman ve ark., 2002). Fakat ülkemizde kullanılan hindistan cevizi yurt dışından ithal edilmekte olup fiyatları oldukça pahalı olmaktadır. Bu sebeple ithal edilen yetiştirme ortamlarına alternatif ülkemizde kolay temin edilebilen, yüksek kalitede ve ekonomik yetiştiriciliğe olanak sağlayan yeni ortamların belirlenmesi önem taşımaktadır. Özellikle oluşan yavru soğanların kısa sürede büyütülerek çiçek verecek boyutlara ulaştırılması aşamasında ekolojik faktörler ve bitki beslemenin yanı sıra uygun yetiştirme ortamı seçimi de büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda süs bitkileri yetiştiriciliğinde, türe hatta çeşide özgü, ucuz, kolay bulunabilen ve bölgenin yerel kaynaklarından temin edilebilen yetiştirme ortamları ile ilgili çalışmalar önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada; farklı yetiştirme ortamlarında lilyum yetiştiriciliğinde soğan ile yavru soğan oluşumu ve gelişim üzerine olan etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma 2011 yılı Şubat ve Haziran ayları arasında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Bahçe Bitkileri Bölümüne ait ısıtmasız plastik örtülü serada yürütülmüştür. Bitkisel materyal olarak Liliium LA hybrids "Ceb Dazzle" çeşidi kullanılmıştır. Soğanlar Hollanda'dan ithalat yapan özel

bir firmadan kasalar içerisindeki nemli torf içerisinde muhafazalı olarak temin edilmiş ve dikim zamanı kadar 4-5 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Farklı yetiştirme ortamlarının yavru soğan oluşumu üzerine etkisinin incelendiği bu çalışmada; perlit, torf, kum, volkanik curuf, yerfıstığı kabuğu, kestane kabuğu, hindistan cevizi kabuğu, toprak, ağır gübresi olmak üzere farklı materyaller tek başlarına veya hacimsel olarak karışımlar halinde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan materyallerle araştırmada yer alan 9 farklı yetiştirme ortamı oluşturulmuştur ve bu ortamlara ilişkin oranlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemede kullanılan materyallerle oluşturulmuş yetiştirme ortamları

Ortam içeriği ve oranları	Oran
Kestane kabuğu + Perlit (1:1)	%50+%50
Yerfıstığı kabuğu + Perlit (1:1)	%50+%50
Yerfıstığı kabuğu+ Kum (1:1)	%50+%50
Perlit	%100
Kestane kabuğu + Kum (1:1)	%50+%50
Kontrol (Toprak+Ahırgüresi+Torf) (1:1:1)	%33+%33+%33
Torf + Kum (1:1)	%50+%50
Hindistan cevizi kabuğu	%100
Volkanik Curuf	%100

Lilyum bitkilerinin yetiştiriciliğinde yetiştirme yeri olarak 520x365x310 mm ebatlarında ve 60 litre hacimli alttan ve yandan geçirimli, siyah plastik kasalar kullanılmıştır. Kasaların dikime hazırlanması aşamasında öncelikli olarak içleri siyah plastik örtü ile kaplanmış ve tam ortalarından drenaj delikleri açılarak üzerine bir miktar çakıl taşı yerleştirilmiştir. Hazırlanan yetiştirme ortamları kasalara doldurulmuş ve kasalar deneme desenine göre seraya yerleştirilmiştir. Lilyum soğanlarının çapları ölçülerek birbirine yakın çapa sahip soğanlar denemede kullanılmıştır. Soğanlar kasalar içerisindeki yetiştirme ortamlarına 15x15 sıra arası ve üzeri mesafelerde, 10 cm derinliğe 28.02.2011 tarihinde dikilmiştir. Kasalar arasında sıra arası olarak 50 cm mesafe bırakılmıştır.

Bitkilerin sulanması ve beslenmesi kasalar üzerinden geçirilen lateral damla sulama boruları ile gerçekleştirilmiştir. Dikimden sonra soğanların uyanması ve sürgün oluşturması gözlenmiş ve bitki boyu 10-15 cm olana kadar sadece sulama suyu verilmiştir. Daha sonra bitkiler besin solüsyonu ile beslenmeye başlamış ve besleme ile sulama birlikte yapılmıştır. Bitkilerin beslenmesinde; 160 ppm N, 46.3 ppm P, 224.3 ppm K, 18.2 ppm Mg, 140 ppm Ca, 1.95 ppm Fe, 0.41 ppm Mn, 0.21 ppm B, 0.03 ppm Cu, 0.19 ppm Zn ve 0.04 ppm Mo içeren "Schwarz" besin solüsyonu (Schwarz, 1995) kullanılmıştır. Besin solüsyonu uygulama süresi ve sıklığı, ekolojik koşullara

bağlı olarak değişkenlik göstermiş fakat tüm uygulamalarda aynı olarak gerçekleştirilmiştir. Solüsyonunun uygulanma miktarı ise uygulanan besin solüsyonun %20-30'u drene olacak kadar yapılmıştır (Özzambak ve Zeybekoğlu, 2004).

Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Her tekerrürde 20 adet lilyum soğanı olmak üzere her uygulamada 60 adet soğan yer almış olup, toplamda denemede 540 adet soğan dikilmiştir. Araştırmada kullanılan 9 farklı yetiştirme ortamının bitki gelişimi, soğan ve yavru soğan gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacı ile incelemeler yapılmıştır. Bu amaçla; çiçek dalı uzunluğu (cm), çiçek dalı yaş ağırlığı (g), ana soğan üzerindeki kök sayısı (adet), uzunluğu (cm), yaş ve kuru ağırlığı (g) ile gövde üzerinde oluşan köklerin yaş ve kuru ağırlığına (g) ait değerleri belirlenmiştir. Denemede dikilen ana soğanlar üzerinde yavru soğan oluşmadığı için herhangi bir inceleme yapılamamıştır. Gövde üzerinde oluşan yavru soğanlarda ise sayı, ağırlık, en ve boy değerleri ile şekil indeksi (en/boy oranı) saptanmıştır. Elde edilen verilere TARİST istatistiksel analiz programında varyans analizi yapılmıştır. Ortalamaların karşılaştırılıp farklılıkların ortaya konması içinde %5 hata olasılığına sahip LSD testi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar ile ortalamalar gruplandırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ana Soğan Gelişimi

Farklı yetiştirme ortamların bitki gelişimi ve soğan gelişimi üzerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülen denemede bitki gelişimine ilişkin çiçek dalı uzunluğu ve yaş ağırlık değerleri belirlenmiştir (Çizelge 2).

Denemede kullanılan ortamların, çiçek dalı uzunluğu ve çiçek dalı yaş ağırlığı değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu saptanmıştır. Çiçek dalı uzunluk değerleri 69.67 cm ile 92.40 cm arasında belirlenmiştir. En uzun çiçek dalı perlit ortamında yapılan yetiştiricilikten 92.40 cm ile elde edilirken, en kısa çiçek dalı ise 69.67 cm ile kestane+perlit ortamında yetiştirilen bitkilerden elde edildiği saptanmıştır. Maloupa ve Gerasopoulos (1997) 'da çalışmalarında en yüksek verimi perlit ortamında gerçekleştirdikleri yetiştiricilikten elde ettiklerini bildirmişlerdir. Minuto ve Accati (1995) tarafından da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bitki gelişimi açısından diğer bir önemli kriter olan çiçek dalı yaş ağırlık değerleri ise 71.837 g ile 143.963 g arasında değişmiş olup en yüksek değerler yerfıstığı kabuğu + perlit ortamından elde edilirken en düşük değerler ise kestane kabuğu+ perlit ortamında belirlenmiştir. Farklı gerbera çeşitlerinde de çiçek dalı yaş ağırlıklarının ortam kültüründe, topraklı kültürden daha iyi sonuç verdiği saptanmıştır (Hahn ve ark., 2001).

Ana soğan gelişimlerini incelemek amacıyla; deneme sonunda sökülen soğanlarda yavru oluşumu ve oluşan yeni soğanların ağırlık en ve boy değerleri üzerine istatistiksel analiz yapılmış ve genel olarak değerlendirildiğinde yetiştirme ortamlarının ana soğanda yavru oluşumu üzerine istatistiksel olarak önemli etkilerinin olmadığı ve tüm uygulamalarda 1 adet soğan bulunduğu görülmüştür. Ana soğanda oluşan yeni

soğanın ağırlığı ve eni yetiştirme ortamlarına göre değişim göstermemiş, yeni oluşan bu soğanların eni ise yetiştirme ortamlarına bağlı olarak 17.58 mm ile 25.66 mm arasında değişmiştir (Çizelge 3). Oluşan soğanların boy değerleri incelendiğinde en yüksek boya sahip soğanlar 26.43 mm ile kestane kabuğu + perlit ortamında elde edilmiştir. Bu anlamda ortamların yavru soğan boyu üzerine %99 güvenle istatistiksel olarak önemli etkisinin olduğu görülmektedir.

Çalışmada ayrıca sökülen soğanlarda ve bitki gövdesi (kök boğazı) üzerinde oluşan kökler üzerine yetiştirme ortamlarının etkisi incelenmiştir. Ana soğan ve gövde üzerinde oluşan köklerin kuru ağırlıkları hariç ana soğan üzerinde oluşan kök sayısı, kök uzunluğu, kök yaş ağırlığı ile gövde üzerinde oluşan köklerin yaş ağırlığı üzerine yetiştirme ortamlarının önemli etkisi olduğu belirlenmiştir. (Çizelge 4).

Çizelge 4'den görüldüğü üzere; yetiştirilen lilyum bitkilerinin vegetasyon dönemi sonunda sökülen ana soğanları üzerinde belirlenen kök sayıları 4.50 ile 9.17 adet/soğan arasında değişim göstermiştir. En fazla kök kestane kabuğu+kum yetiştirme ortamında yetiştirilen soğanlarda saptanırken, en az kök yerfıstığı+kum yetiştirme ortamında yetiştirilen soğanlarda saptanmıştır. Kök uzunlukları açısından ise en uzun kökler kestane kabuğu+perlit'de yetiştirilen soğanlarda saptanmış bunu 29.82 cm ile kestane kabuğu+kum izlemiştir. Kardelen bitkisinde yapılan bir çalışmada, en yüksek kök uzunluğu değerlerinin hindistan cevizi ve torf+ perlit karışımında elde edildiği belirlenmiştir (Yıldırım ve ark., 2015). Kök sayıları açısından da denemede kullanılan birçok yetiştirme ortamına göre daha düşük bir performans gösteren volkanik curuf ortamında yetiştirilen soğanlarda en kısa köklerin olduğu saptanmıştır.

Çizelge 2. Denemede kullanılan yetiştirme ortamlarının bitki gelişimi üzerine etkisi

Yetiştirme Ortamları	Çiçek Dalı Uzunluğu (cm)	Çiçek Dalı Yaş Ağırlığı (g)
Kestane Kabuğu + Perlit	69.67 e	71.837 f
Yerfıstığı kabuğu + Perlit	88.41 ab	143.963 a
Yerfıstığı kabuğu+ Kum	92.38 a	131.113 b
Perlit	92.40 a	121.010 bc
Kestane kabuğu + Kum	87.41 b	109.580 d
Kontrol	84.52 bc	118.757 cd
Torf + Kum	82.51 cd	120.777 bc
Hindistan cevizi kabuğu	79.78 d	90.750 e
Volkanik cüruf	87.30 b	117.350 cd
LSD%5	21.172**	36.485**

öd: önemli değil

* : p=0.05' e göre önemli

** : p=0.01'e göre önemli

Çizelge 3. Denemede kullanılan farklı yetiştirme ortamların, ana soğanda gelişen yavru soğan sayıları, ağırlıkları, en ve boy değerleri üzerine etkisi

Yetiştirme Ortamları	Yavru soğan sayısı (adet)	Yavru soğan ağırlığı (g)	Yavru Soğan Boyu (mm)	Yavru Soğan Eni (mm)
Kestane Kabuğu + Perlit	1.00	4.500	26.43 a	21.59
Yerfıstığı kabuğu + Perlit	1.00	3.510	22.96 c	20.30
Yerfıstığı kabuğu+ Kum	1.00	3.577	24.98 ab	20.52
Perlit	1.00	4.057	23.37 bc	25.66
Kestane kabuğu + Kum	1.00	3.990	24.45 bc	20.62
Kontrol	1.00	3.597	20.32 d	18.30
Torf + Kum	1.00	3.383	23.44 bc	19.21
Hindistan cevizi kabuğu	1.00	3.647	24.38 bc	19.33
Volkanik curuf	1.00	2.077	20.34 d	17.58
LSD %5	ö.d	ö.d	11.069**	ö.d

öd: önemli değil * : p=0.05' e göre önemli ** : p=0.01'e göre önemli

Çizelge 4. Denemede kullanılan yetiştirme ortamlarının kök gelişimi üzerine etkisi

Yetiştirme Ortamları	Ana Soğan Üzerindeki Kök			Gövde Üzerindeki Kök		
	Sayısı (adet)	Uzunluğu(cm)	Yaş Ağırlığı (g)	Kuru Ağırlığı (g)	Yaş Ağırlığı (g)	Kuru Ağırlığı (g)
Kestane Kabuğu + Perlit	7.83 ab	33.78 a	10.723 ab	0.910	8.230 a	0.550
Yerfıstığı kabuğu+Perlit	6.17 bc	22.63 bcd	4.610 de	0.453	4.693 b	0.420
Yerfıstığı kabuğu+ Kum	4.50 c	20.15 cd	3.787 e	0.900	4.687 b	0.675
Perlit	8.00 ab	23.18 bcd	9.430 b	0.547	8.433 a	0.500
Kestane kabuğu + Kum	9.17 a	29.82 ab	11.037 a	0.640	7.607 a	0.655
Kontrol	5.00 c	24.52 bcd	3.590 e	0.000	2.207 c	0.515
Torf + Kum	6.17 bc	26.80 abc	5.440 d	0.993	3.823 bc	0.937
Hindistan cevizi kabuğu	6.83 abc	26.32 abc	10.000 ab	0.600	8.833 a	1.530
Volkanik curuf	5.50 bc	15.73 d	7.007 c	1.950	5.227 b	0.720
LSD%5	2.730*	3.201*	35.955**	ö.d	15.784**	ö.d.

öd: önemli değil * : p=0.05' e göre önemli ** : p=0.01'e göre önemli

Ana soğanlarda belirlenen soğan kök yaş ağırlıklarının ise yetiştirme ortamına bağlı olarak 3.590 g ile 11.037 g arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4). En yüksek soğan kök yaş ağırlığı kestane kabuğu+kum ortamında belirlenmiş, bunu 10.723 g ile kestane kabuğu+perlit izlemiştir. Soğan kök kuru ağırlıkları ise 0.453 g ile 1.950 g arasında değişmiştir.

Gövde üzerinde gelişen köklere ilişkin en yüksek yaş ağırlık değeri ise 8.833g ile hindistan cevizi kabuğunda belirlenmiş, bunu 8.433 g ile perlit ve 8.230 g ile kestane kabuğu + perlit yetiştirme ortamı izlemiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, farklı yetiştirme ortamlarının kök gelişimi üzerine farklı etkileri olduğu ifade edilebilir.

Nitekim Treder (2008)' de yaptığı çalışmada kök sistemlerinin yetiştirme ortamı olarak hindistan cevizi kabuğu kullanılan, lilyum yetiştiriciliğinde daha iyi gelişim gösterdiğini saptamıştır.

Gövde ve ana soğan üzerinde gelişen köklerin kuru ağırlıklarına bakıldığında ise belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4).

3.2. Yavru Soğan Gelişimi

Farklı yetiştirme ortamlarının yavru soğan gelişimine etkisini belirlemek amacıyla sökülen lilyumlarda; gövde üzerinde gelişen yavru soğanların sayısı, ağırlığı, en ve boy değerleri saptanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Denemede kullanılan yetiştirme ortamlarının gövde üzerinde oluşan yavru soğanların gelişimi üzerine etkisi

Yetiştirme Ortamları	Yavru Soğan Sayısı(adet)	Yavru Soğan Ağırlığı(g)	Yavru Soğan Boyu(mm)	Yavru Soğan Eni (mm)	Soğan şekil indeksi	
Kestane Kabuğu + Perlit	9.50	3.593	13.07	bc	11.35 cd	0.86
Yerfıstığı kabuğu + Perlit	8.33	4.493	13.98	ab	12.65 abc	0.90
Yerfıstığı kabuğu+ Kum	17.50	12.387	14.54	a	14.34 a	0.98
Perlit	14.00	6.283	12.48	c	11.50 cd	0.92
Kestane kabuğu + Kum	7.67	4.787	13.31	bc	12.83 abc	0.96
Kontrol	12.17	8.653	12.94	bc	12.76 abc	0.98
Torf + Kum	15.67	8.983	14.42	a	13.31 ab	0.92
Hindistan cevizi kabuğu	12.00	6.303	13.50	abc	12.34 bc	0.91
Volkanik curuf	8.50	2.907	10.90	d	10.11 d	0.92
LSD %5	ö.d	ö.d.	9.862**		4.398**	

öd: önemli değil

* : p=0.05' e göre önemli

** : p=0.01'e göre önemli

Çizelge 5 incelendiğinde gövde üzerinde oluşan yavru soğan sayısı ve yavru soğan ağırlığı üzerine yetiştirme ortamlarının istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Kahraman (2015), kardelende yürüttüğü çalışmada, yavru soğan oluşumu oranı üzerine kullanılan ortamların istatistiksel bir etkisinin olmadığını belirlemiştir. Gövde üzerinde gelişen yavru soğanların en ve boyları incelendiğinde, farklı yetiştirme ortamında oluşan yavru soğanların en ve boyları arasında farklılıklar olduğu saptanmıştır. Yavru soğanların boyları 10.90 mm ile 14.54 mm arasında değişmekte ve yavru soğan boy değeri en büyük olan yavru soğanların yer fıstığı kabuğu+kum' da, en küçük olanlar ise

volkanik curuf'dan elde edilmiştir. Gövde üzerinde oluşan yavru soğanların en değerleri ise en yüksek 14.34 mm ile yerfıstığı kabuğu+ kum ortamında elde edilirken bunu 13.31 mm ile torf + kum izlemiştir. Yavru soğan eni açısından 10.11 mm ile en düşük değer, volkanik cüruf ortamından saptanmıştır(Çizelge 5).

Çizelge 5'te verilen soğan şekil indeksi (en/boy oranı) incelendiğinde, indeks değerleri 1 ile 0.75 arasında değişen yavru soğanların oval olduğu saptanmıştır (Lippert ve Legg, 1972; Koca, 2013).

Lilyum'da bitki gelişimi ve yavru soğan sayısına ilişkin korelasyon katsayılarına ait tablo Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Yavru soğan sayısı ile bitki gelişim özellikleri arasındaki ilişkiler

	Çiçek Dalı Uzunluğu	Çiçek Dalı Yaş Ağırlığı	Yavru Soğan Sayısı
Çiçek Dalı Uzunluğu	1	0.848**	0.270
Çiçek Dalı Yaş Ağırlığı	0.848**	1	0.228
Yavru Soğan Sayısı	0.270	0.228	1

öd: önemli değil

* : p=0.05' e göre önemli

** : p=0.01'e göre önemli

Gelişim ve yavru soğan sayısı ile çiçek dalı uzunluğu, çiçek dalı yaş ağırlığı arasındaki ilişkiler incelendiğinde; yavru soğan sayısının çiçek dalı uzunluğu ve yaş ağırlığıyla önemli ilişkisi olmadığı saptanmıştır. Çiçek dalı uzunluğu ile çiçek dalı yaş ağırlığı arasındaki ilişki ise önemli bulunmuştur. Ana soğan üzerinde gelişen yavru soğan sayıları incelendiğinde herhangi bir farklılık göstermemiş ve tüm yetiştirme ortamlarında 1 adet yavru soğan elde edilmiştir. Bu sebeple çalışmada dikkate alınmamıştır.

4. Sonuç

Soğan gelişimlerini belirlemek amacıyla yapılan ölçümlerden elde edilen değerlere bakıldığında, ana

soğan üzerindeki kök sayısı ve yaş ağırlıklarına ait değerlerin en yüksek kestane kabuğu+kum yetiştirme ortamında olduğu belirlenmiştir. Soğan gelişimi açısından önemli olan soğan kök uzunluğunda en yüksek değerler kestane+perlit ortamında yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir. Gövde üzerindeki köklerin yaş ağırlığı ise en yüksek perlit yetiştirme ortamında belirlenirken ve kuru ağırlık değeri istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur.

Yavru soğan gelişimleri incelendiğinde en yüksek yavru soğan sayısı, yavru soğan boy, yavru soğan en ve yavru soğan ağırlık değerleri yer fıstığı kabuğu+kum karışımından oluşan yetiştirme ortamından elde edilmiştir.

Yavru soğan sayısı ile bitki gelişimi arasındaki ilişki incelendiğinde yavru soğan sayısının, çiçek dalı uzunluğu ve çiçek dalı yaş ağırlığı ile ilişkisinin olmadığı fakat çiçek dalı uzunluğu ile çiçek dalı yaş ağırlığı arasındaki ilişkinin önemli olup çiçek dalı uzunluğu arttıkça çiçek dalı yaş ağırlığında artış gösterdiği belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Bhandari N.S., Srivastava R., 2016. Assessment of growing media on vegetative, flowering and vase life characteristics of *Lilium (Lilium longiflorum)* cvs. Bach and Pavia in the foothills of himalayas. *Journal of Applied Biotechnology*, ISSN 2327-0640 2016, Vol. 4, No.1.
- Buschman J.C.M., 2004. Production of bulbs and bulb cut flowers in the world present and future. IXth International Symposium on FlowerBulbs, 19-22 April 2004.
- Chase A.R., 2005. *Rhizoctonia* diseases on ornamentals. *Leaders, Horticulture*, 1(1): 1-4.
- Gümrükçü, E., Gölükçü, Ş.B., 2005. Süs bitkilerinde görülen fungal ve bakteriyel hastalıklar. *Derim-Batı Akdeniz Agric. Res. Inst.* ISSN 1300 3496, 22 (2):10-19, Antalya.
- Grassotti, A., Nesi, B., Maletta, M., Magnani, G., 2003. Effects of growing media and planting time on lily hybrids in soillessculture. *Acta Horticulturae*, 609: 395-399.
- Hahn, E., Jeon, N., Paek, K., 2001. Culture method and growing medium affect growth and flower quality of several gerbera cultivars. *Acta Horticulturae*, 548: 385-391.
- Kahraman, Ö., 2015. Farklı yetiştirme ortamlarının toros kardeleni (*Galanthus elwesii* Hook.)'nin soğan performansı üzerine etkileri. *ÇOMÜ Zir. Fak. Derg. (COMU J. Agric. Fac.)* 3(1): 109-114.
- Karagüzel, Ö., Aydınşakir, K., Kaya, A.S., 2007. Dünyada ve Türkiye'de çiçek soğanları sektörünün durumu. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü*, Antalya.
- Klasman, R., Moreira, D., Benedetto, A., 2002. Cultivation of asiatic hybrids of *Lilium* sp. in three different substrates. *Catedra de Floricultura, Facultad de Agronomia (U.B.A.)*, Volume: 22, Issue: 1, pp. 79-83. Av. San Martin 4453 (1417), Buenos Aires, Argentina.
- Koca, N., 2013. Bazı organik gübrelerin tohumdan baş soğan (*Allium cepa* L.) üretiminde verim ve kaliteye etkileri. *Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Lippert, L.F., Legg, P.D., 1972. Appearance and quality characters in musk melon fruit valved by a ten cultivars dralled cross. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 97(1): 84-87
- Maloupa, E., Khelifi, S., Zervaki, D., 1999. Effect of growing media on the production and quality of two rose varieties. *ISHS Acta Horticulturae* 548: International Symposium on Growing Media and Hydroponics. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.548.7
- Maloupa, E., Gerasopoulos, D., 1997. Quality production of four cut gerberas in a hydroponic system of four substrates. *ISHS Symposium on Greenhouse Management for Better Yield and Quality in Mild Climates*, Antalya 3-5 Nov.,1997.
- Miller, R.O., 1998. *Lilium* (in *Ball Red Book*, ed. by V. Ball), 16th edition. 335 North River Street, Batavia, Illinois, 60510, USA.
- Minuto, G., Accati, E., 1995. Cut flower carnations, cultivation on perlite. *Culture-protette*, 24:113-116.
- Nikrazm, R., Ajirlou, A.S., Khaligy, A., Tabatabaei, S.J., 2011. Effects of different media on vegetative growth of two *Lilium* cultivars in soilless culture. *J. Sci. & Technol. Green house Culture*, Vol. 2, No. 6, Isfahan Univ. Technol., Isf., Iran.
- Özzambak, E., Zeybekoğlu, E., 2004. Serada topraksız gerbera yetiştiriciliği ve bazı yetiştirme ortamlarının karşılaştırılması. *İzmir Ticaret Odası Yayın No:140*, İzmir.
- Schwarz, M., 1995. Soilless culture management. *Advanced Series in Agricultural Sciences* 24, Jerusalem, Israel.
- Seyedi, N., Mohammadi Torkashv, A., Allahyari, M.S., 2012. The Impact of perlite and cocopeat as the growth media on *Lilium*. *Asian Journal of Experimental* 3(3): 502-505.
- Şirin, U., 2010. Süs bitkileri yetiştiriciliği ders notları. Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü. Aydın.
- Şirin, U., 2011. Determining the effects of *Trichoderma harzianum* and some mycorrhizal fungi on plant growth and against *Rhizoctonia solani* Kühn in *Lilium* under in vivo conditions. *African Journal of Biotechnology*, 10(67): 15142-15150.
- Treder, J., 2008. The effects of cocopeat and fertilization on the growth and flowering of oriental lily 'Star Gazer'. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 16: 361-370.
- Tribulato, A., Noto, G., Argento, S., 2003. Soilless culture on quality production in lily. *Dipartimento Orto Floro Arbori cultura e Tecnologie Agroalimentari (DOFATA)*, University of Catania, ViaValdisavoia, 5 - 95123 Catania, Italy. *Acta Horticulturae*, 2 (614): 749-754.
- TUİK, 2016. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 Erişim tarihi: 21.11.2016.
- Yıldırım, M., Kahraman, Ö., Akçal, A., 2015. Farklı yetiştirme ortamları ve kısıtlı su uygulamalarının kardelen soğan gelişimi üzerine etkileri. *Bahçe özel sayı; VII Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri- Cilt II: Sebzeçilik Bağcılık- Süs Bitkileri*



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

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

doi: 10.7161/omuanajas.325973

Sulamada toprağın ıslanma derinliğinin belirlenmesi

İmanverdi Ekberli*, Coşkun Gülser

OMÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

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

Geliş/Received 04/07/2017

Kabul/Accepted 25/04/2018

ÖZET

Sulama suyu miktarının belirlenmesi için vejetasyon dönemindeki bitki kök sisteminin gelişimine bağlı olarak toprakta ıslanma derinliğinin bilinmesi önemli bir faktördür. Bu çalışmada, mısır yetiştirilen alandaki toprağın ıslanma derinliği, aktif toprak katmanı, sulama suyu miktarı, topraktaki nem değişimi ve tarla kapasitesi değerlerine göre matematiksel yaklaşım kullanılarak hesaplanmıştır. Toprağın 40, 50, 60, 70 ve 80 cm'lik aktif toprak katmanlarında, 900 m³ ha⁻¹ sulama suyu miktarı için sırasıyla "ıslanma katsayıları" 1.62, 1.43, 1.26, 1.13 ve 1.02, ıslanma derinlikleri ise 109, 116, 109, 95 ve 84 cm olarak hesaplanmıştır. Aynı toprak katmanlarında, 950 m³ ha⁻¹ sulama suyu miktarında ise, sırasıyla "ıslanma katsayıları" 1.71, 1.51, 1.33, 1.19, 1.07, ıslanma derinlikleri (*H*) ise 119, 128, 122, 106 ve 94 cm olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak, sulamada ıslanma derinliğine etki eden temel faktörlerin sulama suyu miktarı ve aktif kök bölgesi derinliğinin olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Islanma derinliği
Islanma katsayısı
Sulama
Toprak nemi

The Determination of wetting depth of soil in irrigation

ABSTRACT

Knowing wetting depth of soil is an important factor to determine the irrigation water amount depends on the development of plant root system in vegetation period. In this study, wetting depth of soil in corn grown area was estimated according to active soil layer, irrigation water amount, soil moisture change and field capacity using mathematical approach. In 40, 50, 60, 70, 80 and 90 cm soil layers, "wetting coefficients" and wetting depths for irrigation water amount of 900 m³ ha⁻¹ were determined as 1.62, 1.43, 1.26, 1.13, 1.02, and 109, 116, 109, 95, 84 cm, respectively. In the same soil layers, "wetting coefficients" and wetting depths for irrigation water amount of 950 m³ ha⁻¹ were determined as 1.71, 1.51, 1.33, 1.19, 1.07 and 119, 128, 122, 106, 94 cm, respectively. As a result, it was determined that basic factors effecting on wetting depth in irrigation were irrigation water amount and depth of active root zone.

Keywords:

Wetting depth
Wetting coefficient
Irrigation
Soil moisture

© OMU ANAJAS 2018

1. Giriş

Sulama süreci toprak katmanlarının, dolayısıyla bitki kök bölgesinin ıslanmasına, nemin oluşumuna ve profildeki dağılımına etki yapan temel faktördür. Sulama uygulaması sürecinde toprakların ıslanması, birbirine bağımlı olan iki aşamada değerlendirilebilir. Birinci aşama, toprak yüzeyinde biriken suyun aşağı katmanlara geçmesi zamanını da kapsayan sulama öncesi ve sonrası arasındaki periyot; ikinci ise sulama sonrasında nemin toprak profili boyunca dağılmasını içeren zaman aralığı olmaktadır (Aydarov,1985; Averianov, 1971). Sulama sonucunda toprak profilinde su rezervi oluşmakta, sulama aralıklarındaki evapotranspirasyon olaylarında tedricen tüketilmektedir. Genel olarak taban suyunun derinde olması durumunda,

toprağın üst katmanları taban suyunun kapillar yükselmesi ile ıslanmamakta, dolayısıyla sulama ile ıslanmış bölge ile taban suyu arasındaki toprak katmanlarında nem miktarı da fazla olmamaktadır. Bu durumda, sulama suyu miktarının düzenlenmesi açısından, ıslanma derinliğinin belirlenmesi önemlidir. Islanma derinliği, önemli düzeyde sulama suyu miktarına bağlı olup, aktif toprak katmanının (bitki kök bölgesinin) tarla kapasitesi veya tarla kapasitesine yakın düzeyde ıslanması koşulunu göz önüne alarak belirlenmektedir (Kostyakov, 1960). Aktif toprak katmanında nemin tarla kapasitesi düzeyine ulaşması için, aktif toprak derinliğinden daha fazla katmanının ıslatılması gerekir. Tın bünyeli toprakların 0-30 cm ve 0-70 cm üst katmanlarında nem miktarının tarla kapasitesi düzeyine ulaşması için sırasıyla 30-75 cm ve

90-105 cm derinliklerinin ıslatılması gerekmektedir. Benzer durum farklı bünyeye sahip diğer topraklar içinde söz konusu olmaktadır. Sulama suyu miktarının belirlenmesinde bu durumun göz önüne alınması gerekir (Averianov, 1971).

Islanma derinliğine çeşitli çevresel faktörlerde önemli düzeyde etki yapmaktadır (Li ve ark., 2016). Stirzaker ve ark. (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, üç tabakadan oluşan bir kök bölgesinin sulanmasının planlanması üç yaklaşımla değerlendirilmiş, sulama planlanmasında ıslanma derinliğinin önemli olduğu gösterilmiştir. Çeşitli sulama yöntemlerinin uygulamasında ıslanma derinliğinin belirlenmesi, sulama yöntemi modellerinin yapılmasında ve modellerin uygulanabilirliğinin kontrol edilmesinde gerekli parametre olmaktadır (Cook ve ark., 2006; Singh ve ark., 2006; Zhang ve ark., 2015; Jiang ve ark., 2016). Kuklik ve Hoang (2014), sulama alanında bir toprak profilindeki nem içeriğinin dağılımını etkileyen temel ilişkileri ve ıslak toprak hacminin geometrisini araştırarak, ıslak toprak derinliğini belirlemek için bir yöntem geliştirmiş, ıslanma derinliğinin >1 m olabilme olasılığını göstermişler. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında 1994-1995 yıllarında yürütülen bir çalışmada, sulanan pamuk bitkisinin bitki su tüketiminin ortalama % 42'sinin, kök gelişiminin ise ağırlık olarak % 65 kadarının profilin ilk 30 cm'lik katmanında, ıslanma derinliğinin ise 108 cm'de olduğu saptanmıştır (Ertek ve Kanber, 2000).

Bitki kök sisteminin derinliği toprakta ıslanma derinliğinin belirleyici bir parametresi, sulama suyu miktarı ise toprağın ıslanma derinliğine etki yapan temel faktördür. Farklı sulama yöntemlerinin kullanılması, toprakların yatay ve dikey ıslanma derinliklerinin düzenlenmesine imkan sağlamaktadır (Lubana ve Narda, 1998; Elmaloglou ve Diamantopoulos, 2007; 2009; Dogan ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2012; Li ve ark., 2016). Şimşek ve ark. (2005), mısır-soya birlikte ekim sisteminde sulama ve verim ilişkisinin belirlenmesine ait bir çalışmada, sulama suyu miktarlarını hesaplamak için etkili kök derinliğini (minimum ıslanma derinliğini) 90 cm olarak almışlardır. Karahan ve ark. (2014) tarafından toprak özellikleri ile tarla kapasitesi arasındaki ilişkilerin irdelenmesine ait yapılan bir çalışmada ise, toprakların ıslanma derinliği ile tarla kapasitesi arasında ilişki olduğu gösterilmiştir. Farklı toprak koşullarında sulama sistemlerinin önemli tasarım ve çalışma parametreleri hakkında daha güvenilir sonuçlar elde edilmesi için yapılan matematiksel modellerde ıslanma derinliğinin de göz önüne alınması gereklidir (Soulis ve ark., 2015). Bazı çalışmalarda ıslanma derinliğinin belirlenmesinde teorik ve ampirik ifadeler kullanılmaktadır (Schwartzman ve Zur, 1986; Chu, 1994; Sepaskhah ve Chitsaz, 2004; Elmaloglou ve Malamos, 2007; Ali ve ark., 2015).

Bu çalışmanın amacı, Averianov (1971)'in Kostyakov (1960) formülüne dayanan matematiksel

yaklaşımına göre, ıslanma derinliğinin matematiksel olarak irdelenmesi; sulama öncesi ve sonrası elde edilen toprak nemi değerlerine göre ıslanma derinliğinin belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

Toprakta ıslanma derinliğinin belirlenmesinde Azerbaycan'ın Siyezen-Sumgayıtovası içerisinde su – tuz değişiminin belirlenmesi için kurulan vesulama yapılan denemeye ait sonuçlardan yararlanılmıştır (Ekberli, 1989). Siyezen-Sumgayıt ovası yaklaşık 60.000 ha alana sahip olup, yıllık yağış miktarı ve sıcaklık değerleri sırasıyla 160-265 mm ve 12.5-13.9 °C arasında değişmektedir. Havanın nispi rutubeti % 65-80, ortalama yıllık buharlaşma miktarı ise 1064 mm olmaktadır. Abduev (1960; 1968)'e göre, Siyezen-Sumgayıt ovasında çoğunlukla kahverengi topraklar yer almaktadır. Deneme arazisinin alanı 24 ha olup, yağmurlama sulama (900-950 m³ ha⁻¹ su miktarıyla) yapılarak mısır bitkisi yetiştirilmiştir.

Deneme arazisinin 0-150 cm toprak katmanında organik madde miktarı az (% 0.31-0.87), pH değeri 8.5-9.5, ortalama kireç miktarı % 0.97 olarak belirlenmiştir. Toprağın 0-100 cm katmanında kil miktarı % 52.35-89.79 arasında olup, aşağı katmanlarda azalmakta, 150 cm'den daha derinlerde ise kum miktarı artmaktadır. Hacim ve özgül ağırlık değerleri ise sırasıyla 1.39-1.61 gr cm⁻³ ve 2.64 - 2.75 gr cm⁻³ arasında değişmektedir. Toprak yüzeyinin su geçirgenliği 0.028 - 0.032 m gün⁻¹, taban suyunun seviyesi ve dalgalanma amplitütü sırasıyla 5 - 7 m ve 0.5 - 0.75 m, tuz konsantrasyonu ise 10.8-16.8 gr L⁻¹'dir.

Deneme arazisi topraklarında sulama öncesi ve sonrası gravimetrik nem miktarları, hacim ağırlığı, tarla kapasitesi uygun yöntemlerle belirlenmiştir. Ekosistemin matematiksel modellenmesi yöntemine göre (Ekberli, 2008), sulama döneminde ıslanma derinliğinin belirlenmesinde Averianov (1971)'in Kostyakov (1960) formülüne dayanan matematiksel yaklaşımı kullanılmıştır.

3. Sulama Döneminde ıslanma Derinliğinin Matematiksel İrdelenmesi

Kostyakov (1960)'a göre, sulama suyu miktarı (m³/ha) aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$n_1 = 100h\rho(w - w_1) \quad (1)$$

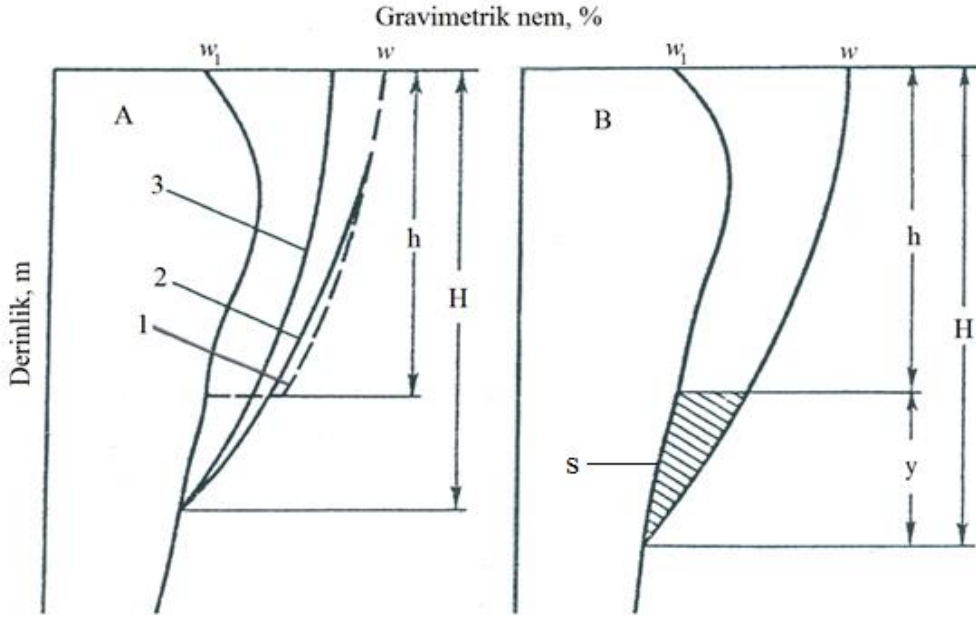
Burada,

h - aktif toprak katmanı (vejetasyon döneminde bitki boyuna ve gelişimine göre değişmektedir), m;
 ρ - toprak katmanının (h) ortalama hacim ağırlığı, t m⁻³;
 w - tarla kapasitesi, %; w_1 - sulama öncesi toprak nemidir, %.

(1) ifadesinden görüldüğü gibi, sulama suyu miktarının belirlenmesi, toprağın h katmanının tarla kapasitesi düzeyine kadar ıslanması koşuluna

dayanmakta, sulama suyunun h katmanından fazla derinliğe geçişi göz önüne alınmamaktadır. Fakat aktif bölgeden fazla derinliğe geçen su miktarı göz önüne alınmadığı durumda, h katmanında nemin tarla kapasitesi düzeyinde olması mümkün olmamaktadır. Şekil 1(A)'da, 1 eğrisiyle gösterilen bu durum gerçekleşle çelişki oluşturmaktadır. Derinlik boyunca ıslanma süreci toprakların su ve fiziksel özelliklerine bağlı olup, Şekil 1(A)'da 2 ve 3 eğrilerine benzer biçimde

gerçekleşme olasılığına sahip olabilir. Her iki durumda da nemlenme süreci tarla kapasitesi düzeyine ulaşmamakta, dolayısıyla genel ıslanma derinliğinin azalması, toprağın çabuk kuruması ve buna uygun olarak vejetasyon periyodunda sulama sayısının artması söz konusu olmaktadır. Bu yaklaşımdan yola çıkarak, genel olarak toprağın aktif katmanının tarla kapasitesi düzeyinde ıslanmasını sağlayan sulama uygulaması tavsiye edilmektedir.



A- h derinliğinden aşağı sızan su olmaması durumu, B- h derinliğinden aşağı sızan su olması durumu (H -ıslanma derinliği, m; h - aktif toprak derinliği, m; S - geçiş bölgesi; y - geçiş bölgesinin yüksekliği, m; w_1 - sulama öncesi topraktaki nem miktarı, %; w - tarla kapasitesi, %; 1- tarla kapasitesi eğrisi; 2, 3- ıslanma sürecinde nem değişimi eğrileri).

Şekil 1. Sulama döneminde toprağın yaklaşık ıslanma şeması (Averianov,1971)

Sulama suyunun bir kısmının toprağın h katmanından fazla derinliğe sızması durumunda, nemlenme eğrisi Şekil 1(B)'de gösterilen biçimde olabilir. Toprağın h katmanından aşağı derinlikte, tarla kapasitesine uygun w nem değeri w_1 başlangıç nem değerine geçmekte ve teorik olarak yüksekliği y (m) olan S geçiş bölgesini oluşturmaktadır. Bu durumda tam ıslanma derinliği

$$H = h + y \quad (2)$$

gibi olarak; gerçek sulama miktarını (1) ifadesiyle hesaplamak için, toprağın h katmanından aşağı derinliğin ıslanmasını sağlayan sulama suyunun bir kısmını ifade eden $\eta > 1$ "ıslanma katsayısı" eklenir ve sulama suyu miktarını hesaplamak için aşağıdaki ifade elde edilir:

$$n = 100\eta h \rho (w - w_1) \quad (3)$$

Sulanan bitkilerin çeşidine ve sulama koşullarına bağlı olarak, (2) ifadesinde h derinliği bilinmekte, y 'nin ise belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için, (3) ile ifade edilen sulama miktarı iki bileşene ayrılmaktadır:

$$n = n_1 + n_2 \quad (4)$$

Burada, n_1 - suyun aşağı derinliğe sızmaması durumunda, aktif toprak katmanının tarla kapasitesi düzeyinde ıslanması için (1) ifadesiyle hesaplanan gerekli su miktarı; n_2 ise y geçiş bölgesinin ıslanmasına harcanan sulama suyu miktarıdır. (1) ifadesine benzer biçimde n_2 için aşağıdaki ifade yazılabilir:

$$n_2 = 100 y \rho_y (\beta - \beta_1) \quad (5)$$

Burada, ρ_y - y katmanında ortalama hacim ağırlığı; β , β_1 - y katmanında sırasıyla sulama sonrası ve sulama öncesi ortalama gravimetrik nem miktarlarıdır.

n , n_1 , n_2 'nin sırasıyla (3), (1) ve (5) ifadeleri (4)'de yerine konarak, y için aşağıdaki ifade elde edilir:

$$100\eta h\rho(w-w_1) = 100h\rho(w-w_1) + 100y\rho_y(\beta-\beta_1)$$

$$h\rho(w-w_1)(\eta-1) = y\rho_y(\beta-\beta_1)$$

$$y = \frac{h\rho(w-w_1)(\eta-1)}{\rho_y(\beta-\beta_1)} \quad (6)$$

(6) ifadesindeki h , ρ , w , w_1 , η parametrelerinin deneysel olarak belirlenmesi mümkün olmakta, ρ_y , β , β_1 değerleri ise y 'ye bağlı ve benzer denklemlerle belirlenmektedir. Bu ise (6) ifadesinin yapılmasında teorik çelişki oluşturmaktadır. Bu çelişkinin ortadan kaldırılması aşağıdaki varsayıma dayanmaktadır:

Toprağın aktif katmanı veya bitki kök sisteminin oluşum bölgesi, birçok tarım bitkileri için genel olarak 50-80 cm arasında değişmektedir. Bazı araştırmacıların

(Abduyev, 1960; 1968; Averianov, 1971) ve deneme arazisi topraklarının deneysel verilerinden oluşturulan Çizelge1'den de görüldüğü gibi, toprakların üst katmanlarındaki hacim ağırlığı çoğunlukla düşük olup 0.97 ile 1.25 gr cm⁻³ arasında değişmektedir. Alt toprak katmanlarında hacim ağırlığı artmakta ve değişim aralığı azalmaktadır. Toprak tekstürü ve arazi kullanımına bağlı olarak, aktif toprak katmanlarında hacim ağırlığına ait değişim aralığı da artmaktadır. Alt toprak katmanlarında hacim ağırlığındaki değişim az olduğu için hesaplamada (yüksek hatasız olarak) hacim ağırlığının bilinmeyen ρ_y değeri yerine, toprağın aktif katmanından sonra gelen Δh_i katmanının hacim ağırlığının kullanılması mümkündür. Bu nedenle(6) ifadesinin oluşumundaki teorik çelişki ortadan kalkmakta ve pratikte yaklaşık olarak kullanımı sağlanmaktadır.

Çizelge 1. Bazı toprakların hacim ağırlığı, gr cm⁻³

Derinlik, cm	Kahverengi toprak			Tipik çernozem
	Killi	Killi (mera)	Kumlu kil	
0-10	1.25	1.14	1.15	0.97
10-20	1.26	1.48	1.32	1.16
20-30	1.28	1.50	1.45	1.11
30-40	1.31	1.41	1.42	1.18
40-50	1.32	1.40	1.35	1.16
50-60	1.35	1.42	1.35	1.21
60-70	1.37	1.43	1.37	1.21
70-80	1.46	1.43	1.41	1.28
80-90	1.55	1.47	1.41	1.22
90-100	1.58	1.50	1.40	1.25
100-110	1.58	1.60	1.46	1.26
110-120	1.60	1.62	1.47	1.28
120-150	1.61	1.52	1.46	1.34

Geçiş bölgesinde (S), toprağın nem miktarı tarla kapasitesinden başlangıç nem miktarına kadar azalmakta ve y katmanında ortalama nem değeri $\beta - \beta_1$ olmaktadır. Toprağın y katmanında oluşan S ıslanma bölgesinin yaklaşık üçgen biçiminde olduğu varsayılırsa, bu alanın orta doğrusunun özelliğine göre, $\beta - \beta_1$ değeri w ve w_1 nem değerlerinin h derinliğindeki ψ ve ψ_1 değerleriyle aşağıdaki gibi ifade etmek mümkün olabilir:

$$\beta - \beta_1 = \frac{\psi - \psi_1}{2} \quad (7)$$

(7) ifadesi (6)'da yerine konursa,

$$y = \frac{2h\rho(w-w_1)(\eta-1)}{\rho_y(\psi-\psi_1)} \quad (8)$$

elde edilir.

Burada, y - geçiş bölgesinin derinliği, m; h - toprağın aktif (hesaplama) katmanı, m; ρ - h katmanının ortalama hacim ağırlığı, t m⁻³; w - h katmanının tarla kapasitesine uygun gravimetrik nem değeri, %; w_1 - h katmanında sulamadan önceki nem miktarı, %; η - h katmanından aşağı katmanlara sızan sulama suyu kısmını gösteren katsayı; ρ_1 - h aktif katmanından sonra gelen Δh toprak horizonunun hacim ağırlığı, t m⁻³; ψ_1 - sulama öncesi h derinliğindeki (noktasındaki) gravimetrik nem miktarı, %; ψ - h derinliğinde, tarla kapasitesine uygun gravimetrik nem miktarıdır, %.

Deneysel verilere bağlı olarak, her bir toprak tipi için η katsayısının belirlenmesi için (3)'den aşağıdaki ifade elde edilir:

$$\eta = \frac{n}{100\rho h(w - w_1)} \quad (9)$$

Genel olarak, η “ıslanma katsayısı” sulama suyu miktarına ve toprağın hacim ağırlığına bağlı olmaktadır (Averianov, 1968).

4. Bulgular ve Tartışma

Toprakta başlangıç nem miktarının tarla kapasitesinin % 60-70'i kadar olduğu durumda, aktif toprak katmanındaki nemin tarla kapasitesi düzeyine ulaşması için, 900 - 950 m³ ha⁻¹ su uygulanması gerekmektedir. Dolayısıyla, toprak katmanının ıslanma parametrelerinin belirlenmesi için sürekli ekim yapılan alanlardan elde edilen verilerin kullanılması mümkündür.

Deneme döneminde bitki kök bölgesi (aktif toprak katmanı) ortalama olarak 70 cm'dir. Deneme alanının ağır killi bünyeye sahip toprağının her 10 cm katmanında belirlenen hacim ağırlığı değerlerine göre,

0-70 cm katmanındaki ortalama hacim ağırlığı $\rho = 1.31$ gr cm⁻³; $h = 70$ cm olan aktif toprak katmanının alt kısmında (70-80 cm'de) hacim ağırlığı $\rho_1 = 1.46$ gr cm⁻³ olmaktadır (Çizelge 1).

Deneme alanında sulama öncesi ve sonrası nem değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelge 2'den de görüldüğü gibi, 10 cm'lik üst toprak katmanında sulama sonrası nem değerleri, tarla kapasitesinin % 0.9'unu oluşturmaktadır. 20-70 cm toprak derinliğinde ise sulamadan sonraki nem değerleri, tarla kapasitesi değerleri ile yaklaşık örtüşmektedir. Toprağın nem değerleri 70 cm derinlikten sonra azalmakta, 120 cm'den daha derin katmanlarında ise sulama öncesindeki başlangıç nem değerlerine yaklaşmaktadır.

Çizelge 2'deki deneysel veriler kullanılarak, aktif toprak bölgelerinin ρ , $\omega - \omega_1$, $\psi - \psi_1$, ρ_y parametreleri için belirlenen değerler Çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 2. Deneme alanının sulama öncesi ve sonrası gravimetrik nem değerleri

Derinlik, cm	Gravimetrik nem, %		Tarla kapasitesi, %
	Sulamadan önce	Sulamadan sonra	
10	17.8	29.2	32.6
20	19.2	31.8	32.0
30	21.6	29.3	29.6
40	21.8	29.8	29.4
50	22.5	28.2	28.6
60	22.5	28.1	28.3
70	22.3	27.4	28.0
80	21.7	25.3	27.4
90	20.5	23.7	25.9
100	20.4	22.6	25.7
110	19.8	22.4	25.4
120	19.1	19.8	25.3
130	18.6	19.5	24.8
140	17.4	18.3	24.5
150	17.6	18.7	24.0

Çizelge 3. Aktif toprak bölgelerindeki hacim ağırlıkları ve nem değişimleri

Parametreler	Derinlik, m				
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
ρ , gr cm ⁻³	1.28	1.28	1.28	1.30	1.33
$\omega - \omega_1$, %	10.83	9.86	9.18	8.69	8.31
$\psi - \psi_1$, %	7.6	6.1	5.8	5.7	5.7
ρ_y , gr cm ⁻³	1.32	1.35	1.37	1.46	1.55

Aktif toprak bölgelerindeki hacim ağırlıkları ve nem değişimleri göz önüne alınarak, (9), (8) ve (2) ifadelerine göre, sırasıyla “ıslanma katsayısı” (η),

geçiş bölgesinin yüksekliği (y) ve ıslanma derinliği (H) belirlenmiş, elde edilen değerler Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Islanma parametrelerinin değerleri

Sulama suyu miktarı, m ³ /ha	Islanma parametreleri	Derinlik, m				
		0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
900	η	1.62	1.43	1.26	1.13	1.02
	y, cm	69	66	49	25	4
	H, cm	109	116	109	95	84
950	η	1.71	1.51	1.33	1.19	1.07
	y, cm	79	78	62	36	14
	H, cm	119	128	122	106	94

Çizelge 4'ten görüldüğü gibi, sulama suyu miktarının 900 m³ ha⁻¹ olması durumunda, ıslanma katsayısı (η) toprağın 0.4 m ile 0.8 m katmanlarında 1.02 ile 1.62 arasında belirlenmiştir. Sulama suyu miktarının 950 m³ ha⁻¹ olması durumunda ise 1.07-1.71 arasında değişmektedir. Sulama suyu miktarı, toprağın hacim ağırlığı, aktif toprak derinliği, $\omega - \omega_1$ nem miktarının değişimi ıslanma katsayısına etki yapan temel faktörlerdir. Toprağın ıslanma derinliği (H), ıslanma katsayısına bağlı olmakta, sulama suyu miktarının 900 m³ ha⁻¹, aktif toprak derinliğinin 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 ve 0.8 m olması durumunda sırasıyla 109, 116, 109, 95 ve 84 cm olmaktadır. Sulama suyu miktarının 950 m³ ha⁻¹ olması durumunda ise, 119, 128, 112, 106 ve 94 cm olarak belirlenmektedir. Toprağın ıslanma derinliği, diğer faktörlerle beraber ρ_y ve $\psi - \psi_1$ değerlerine önemli düzeyde bağlı olmaktadır. Averianov (1968) tarafından yapılan bir çalışmada, $\eta = 1.15$ ve 1.20 değerlerinde, ıslanma derinliği sırasıyla 102 cm ve 112 cm olarak saptanmıştır. Bitkilerin vejetasyon sürecinde, gelişme dönemlerine bağlı olarak, aktif kök bölgesiderinliği değişmekte ve bitki çeşidine göre farklılık göstermektedir. Örneğin, vejetasyon döneminde arpa bitkisi için aktif toprak katmanı 0.5 – 0.8 m; silajlık mısır için ise 0.35-0.80 m olmaktadır (Şumakov, 1990). Vejetasyon döneminde aktif toprak katmanının farklılık göstermesi, diğer faktörlerle beraber ıslanma derinliğinin değişimine neden olmaktadır.

5. Sonuç

Sulama suyu miktarının ve zamanının düzenlenmesinde, toprakların ıslanma derinliğinin belirlenmesi önemlidir. Bu çalışmada, ıslanma derinliğinin belirlenmesi matematiksel olarak açıklanmış; sulama miktarı, sulama öncesi ve sonrası toprağın nem değerleri göz önüne alınarak ıslanma derinliği belirlenmiştir. Sulama suyu miktarının ve aktif toprak katmanı derinliğinin ıslanma derinliğine etki yapan temel faktör olduğu teorik ve deneysel olarak gösterilmiştir. $\eta > 1$ "ıslanma katsayısı"nın, farklı topraklar için daha detaylı olarak bulunması için, toprak katmanlardaki sulamadan öncesi ve sonrası nem miktarları, sulama suyu miktarı, hacim ağırlığı, aktif

toprak katmanının derinliği gibi deneysel parametrelerin belirlenmesi gerekmektedir. Islanma derinliğinin belirlenmesinde, sulama bölgesine özgü deneysel verilerin kullanılması gerekmektedir. Örneğin nem miktarının belirlenmesinde veri toplama esnasındaki hataların önüne geçilmesi için arazi yapısını yansıtmayan depresyon sahalarından örnekleme yapılmamalıdır. Her bir bitkiye ait aktif toprak bölgesinin maksimum değerinin kullanılması mümkün gözükmemektedir.

Kaynaklar

- Abduyev, M.R., 1960. Azerbaycanın düzenlik hissesinin delüvial formada şorlaşmış torpagları. Azerbaycan SSR Elmler Akademiyası Neşriyyatı. Bakı, 100 s.
- Abduyev, M.P., 1968. Pocu s delyuvialnoy formoy zasoleniya i voprosi ix melioraçii. İzdatelstvo Akademii Nauk Azerbaydjanskoy SSR. Baku, 270 s.
- Ali, S., Ghosh, N.C., Mishra, P.K., Singh, R.K., 2015. A holistic water depth simulation model for small ponds. Journal of Hydrology, 529: 1464–1477.
- Averianov, A., P., 1968. K voprosu opredeleniya polivnoy normi. Pochvovedeniye, No: 9.
- Averianov, A., P., 1971. Quality and depth of soil moistening during grop irrigation. Pochvovedeniye, 2: 60-65.
- Aydarov, İ., P., 1985. Regulirovaniye vodno-solevoy i pitatelnogo rejimov oroşayemih zemel. Moskova, Press BO "Agropromizdat", 304s.
- Chu, S.T., 1994. Green-Amptanalysis of wetting pattern for surface emitters. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 120. 414–421.
- Cook, F.J., Fitch, P., Thorburn, P.J., Charlesworth, P.B., Bristow, K.L., 2006. Modelling trickle irrigation: Comparison of analytical and numerical models for estimation of wetting front position with time. Environmental Modelling & Software, 21: 1353-1359.
- Dogan, E., Kirnak, H., Dogan, Z., 2008. Effect of varying the distance of collectors below a sprinkler head and travel speed on measurements of mean water depth and uniformity for a linear move irrigation sprinkler system. Biosystems Engineering, 99: 190-195.
- Ekberli, İ., (Akperov, İ.A.), 1989. Optimizaçiya vodno-solevogo rejima oroşayemih pocv Siazan-Sumgaitskogo massiva (Dissertaçiya na soiskaniye uçenoy stepeni kandidata selskohozyaystvennih nauk). Akademiya Nauk Azerbaydyanskoy SSR, Institut Pochvovedeniya i Agrohimi, Baku, 173 s.
- Ekberli, İ., 2008. Sistemli yaklaşımla ekosistemin analizinde matematiksel modelleme yöntemi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat fakültesinin Dergisi, 23(3):170-182.

- Elmaloglou, S., Diamantopoulos, E., 2007. Wetting front advance patterns and water losses by deeper colation under the root zone as influenced by pulsed drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 90: 160-163.
- Elmaloglou, S., Diamantopoulos, E., 2009. Effects of hysteresis on redistribution of soil moisture and deep percolation at continuous and pulse drip irrigation. *Agricultural Water Management*, 96: 533-538.
- Elmaloglou, S.T., Malamos, N., 2007. Estimation of width and depth of the wetted soil volume under a surface emitter, considering root water-uptake and evaporation. *Water Resour Manage.*, 21: 1325-1340.
- Ertek, A., Kanber, R., 2000. Damla sisteminde farklı sulama programlarının pamuk bitkisinin değişik toprak katmanlardaki su tüketimine ve kök gelişimine etkilerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24: 283-291.
- Jiang, Y., Zhang, L., Zhang, B., He, C., Jin, X., Bai, X., 2016. Modeling irrigation management for water conservation by DSSAT-maize model in arid North western China. *Agricultural Water Management*, 177: 37-45.
- Karahan, G., Erşahin, S., Öztürk, H.S., 2014. Toprak koşullarına bağlı olarak tarla kapasitesi dinamiği. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30 (1): 1-11.
- Kostyakov, A.N., 1960. Osnovı melioraçiy. Press "Selhozgiz", 662 s.
- Kuklik, V., Hoang, T. D., 2014. Soil moisture regime under point irrigation. *Agricultural Water Management*, 134: 42-49.
- Li, P., Li, T., Vanapalli, S., 2016. Influence of environmental factors on the wetting front depth: A case study in the Loess Plateau. *Engineering Geology*, 214: 1-10.
- Li, X., Jin, M., Zhou, N., Huang, J., Jiang, S., Telesphore, H., 2016. Evaluation of evapotranspiration and deeper colation under mulched drip irrigation in an oasis of Tarimbasin, China. *Journal of Hydrology*, 538: 677-688.
- Lubana, P.P.S., Narda, N.K., 1998. Soil water dynamics model for trickle irrigated tomatoes. *Agricultural Water Management*, 37: 145-161.
- Schwartzman, M., Zur, B., 1986. Emitter spacing and geometry of wetted soil volume. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 112: 242-253.
- Sepaskhah, A.R., Chitsaz, H., 2004. Validating the Green-Ampt Analysis of Wetted Radius and Depth in Trickle Irrigation. *Biosystems Engineering*, 89 (2): 231-236.
- Singh, D.K., Rajput, T.B.S., Singh, D.K., Sikarwar, H.S., Sahoo, R.N., Ahmad, T., 2006. Simulation of soil wetting pattern with subsurface drip irrigation from line source. *Agricultural Water Management*, 83: 130-134.
- Soulis, K.X., Elmaloglou, S., Dercas, N., 2015. Investigating the effects of soil moisture sensors positioning and accuracy on soil moisture based drip irrigation scheduling systems. *Agricultural Water Management*, 148: 258-268.
- Stirzaker, R.J., Maeko, T.C., Annandale, J.G., Steyn, J.M., Adhanom, G.T., Mpuisang, T., 2017. Scheduling irrigation from wetting front depth. *Agricultural Water Management*, 179: 306-313.
- Şimşek, M., Şilbir, Y., Gerçek, S., Boydak, E., Kasap, Y., 2005. Mısır-soya birlikte ekim sisteminde su-verim ve alan eşdeğer oranı ilişkisinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11 (2): 147-153.
- Şumakov, B.B., 1990. Meliorasiya i vodnoye hozyaystvo. 6. Oroşeniye: Spravočnik. VO "Agropromizdat". Moskva, 415 s.
- Zhang, R., Cheng, Z., Zhang, J., Ji, X., 2012. Sandy loam soil wetting patterns of drip irrigation: a comparison of point and line sources. *Procedia Engineering*, 28: 506 - 511.
- Zhang, Y.Y., Zhao, X.N., Wu, P.T., 2015. Soil wetting patterns and water distribution as affected by irrigation for uncropped ridges and furrows. *Pedosphere*, 25(3): 468-477.



Farklı iki anamateryal üzerinde oluşmuş vertisol toprakların morfolojisi, minerolojik özellikleri ve sınıflaması

Fatma Esra Gürsoy*, Orhan Dengiz

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü-SAMSUN
*Sorumlu yazar/corresponding author:esra.sarioglu@omu.edu.tr

Geliş/Received 20/07/2017 Kabul/Accepted 19/01/2018

ÖZET

Yapılan çalışmanın başlıca amaçları; Samsun ekolojik koşulları altında farklı iki ana materyal (bazalt ve marn) üzerinde oluşmuş dört farklı toprak profilinin morfoloji, mineroloji, fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek, ii-) toprakların toprak sınıflamasına göre sınıflamasını yapmak ve iii-) fiziksel özellikler ile minerolojik özellikler arasındaki ilişkilerin incelenmesidir. Çalışma sonucuna göre topraklar alt gurup düzeylerde Calci Haplustert, Entic Haplustert, Chromic Haplustert, Typic Calciustert olarak sınıflandırılmıştır. Toprakların baskın olarak kil minerali simektit grubu 2:1 tipi şişen kil minerallerinden montmorillonit olup, çok az olarak nontronit ve kaolinit belirlenmiştir.

Fiziksel özelliklerden toprakların likit limit ve plastiklik indeksi değerleri sırasıyla %53-%70 ve %27-%40 arasında değişim göstermektedir. Yüzey horizonlarda likit limit değerleri Calci Haplustert topraklar en yüksek değere sahip iken, Entic Haplustert topraklar ise en yüksek plastiklik indeksi değerine sahip oldukları belirlenmiştir. Birleştirilmiş toprak sınıflama sistemi (USCS)'ne göre ise tüm topraklar yüksek plastisiteli inorganik killer (CH) olarak sınıflandırılmıştır. Aktivite değerlerine göre sınıflandırıldıklarında, aktif olmayan killer sınıfları içerisinde değerlendirilmiştir. İndeks özelliklerine ve aktiviteye bağlı olarak, toprak genişleyebilir killerinin değerlendirilmesi yapıldığında çoğunluğunu genişleyebilen toprakların oluşturduğu görülmektedir. Ayrıca minerolojik testlerin sonuçları, hem indeks özelliklerin sonucu elde edilen değerleri, hem de şişme değerlendirmesi ile elde edilen genişleyebilir toprak özellikleri arasında uyum tespit edilmiştir.

Simektit kil minerallerini fazla düzeyde içeren çalışma alanına ait topraklar, fiziksel ve zemin mühendisliği yönünden elde edilen analiz sonuçları değerlendirildiğinde bu toprakların sorunlu olabileceği söylenebilir.

Anahtar Sözcükler:
Kıyım limitleri
Kil minerali
Toprak sınıflama
Vertisol

Morphology, mineralogy properties and classification of vertisols formed on two different parent material

ABSTRACT

The aims of this study are i-) to determine morphology, mineralogy, chemical and physical properties of four different soil profiles formed on two different parent materials and order, ii-) to classified according to soil taxonomy, and iii-) to investigate between physical characteristic and mineralogical properties. According to this study's results, four soil profiles were classified as Calci Haplustert, Entic Haplustert, Chromic Haplustert, Typic Calciustert and it was determined that montmorillonite which is one of the swellable 2:1 smectite groups was found as dominate clay mineral followed by nontronite and kaolinite. Liquid limit and plastic limit of soils were determined between 53-70% and 27-40%, respectively. In surface horizon, liquid limit was found the highest value in Calci Haplustert while, Entic Haplustert has the highest plastic limit value. According to USCS classification, all soils were classified as high plasticity, inorganic clay (CH). In addition as classified according to their activity values, they were classified as no active clay. According to index properties and clay mineral all profiles can be said as swellable soils.

According to analysis results, it can be said that studied soils including high amount of swellable smectite clay minerals have problem by taking into consideration of physical ground and soil engineering.

Keywords:
Consistence limits
Clay mineral
Soil
Classification Vertisol

1. Giriş

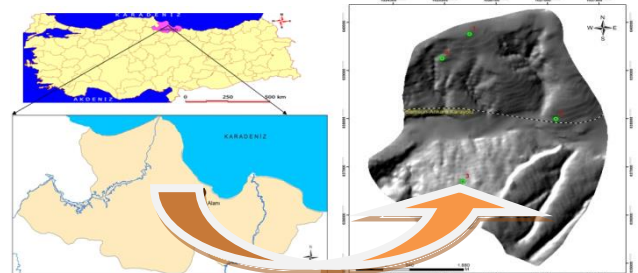
Vertisoller koyu renkli, ağır veya çok ağır bünyeli ve düşük organik madde içeren topraklardır. En önemli özellikleri 2:1 tipi şişebilen smektit grubu kil çeşitlerince zengin olmalarıdır. Bu nedenle kurak dönemlerde geniş çatlakların oluşmasına, yağışlı dönemlerde şişme aktivitelerinin yüksek olmaları nedeniyle de toprak yüzeylerinde mikro topografya olan "gilgai" lerin oluşmasına neden olmaktadır. Vertisollatince "vertere" alt üst döndürmek anlamına gelmekte olup (Ahmad, 1983), toprak horizonlarının oluşmasını sınırlandırmaktadır. Vertisoller aynı zamanda toprak bilimleri sözlüğünde (SSSA, 1997) %30 veya daha fazla kil içeren, kuruyken geniş çatlaklara sahip veya gilgai mikro topografya özelliği gösteren, profil içerisinde kama şeklinde ve yatayla yaklaşık 45 derecelik açıyla yerleşmiş strüktürel yapıların bulunduğu topraklar olarak tanımlanmıştır.

Tarım ve mühendislik amaçlı olarak bir toprak profiline ait horizonların değerlendirilmesinde veya profil derinliğinde toprak özelliklerinin değişimini araştırmak amacıyla yapılan çalışmalarda, kıvam limitleri ve şişme-büzülme karakteristikleri gibi mekaniksel özelliklerden faydalanılabilir. Toprak fiziksel özelliklerinin değişiminde etkili olan ve ıslanma kuruma süreci içinde ortaya çıkan kabuk oluşumu, çatlama, şişme büzülme, sıkışma gibi olaylar toprağın mekaniksel özelliklerinin etkisi altındadır (Canpolat ve ark; 1999) . Killi bir toprağa artan miktarlarda su ilave ettikçe önce toprak yumuşayarak plastik bir kıvam almakta su ilavesi devam ettikçe akışkan bir hal almaktadır. Atterberg (1911) bu değişimi tanımlamak için önerdiği metod da toprağın akmaya başladığı andaki nem değerini likit limit (LL), toprağın yarı - katı durumdaki nem değerini ise plastik limit (PL) olarak tanımlamıştır. Likit ve plastik limit olarak tanımlanan metod daha sonra Casagrande (1934, 1958) tarafından geliştirilerek standart uluslararası test olarak kabul edilmiştir. Bu limitler arasındaki rakamsal fark plastiklik indeksi (Ip) olarak tanımlanmıştır ve ince taneli zeminlerin karakterize edilmesi, sınıflandırılması ve mühendislik özelliklerinin tahmininde çok faydalıdır. Plastiklik killi toprakların en önemli özelliğidir. Killi toprakların her hangi bir mühendislik yapı için kullanımdan önce rutin olarak bakılan bir özelliktir ve diğer tüm mühendislik özelliklerinin iyi bir göstergesidir. Bir toprağın plastisitesini etkileyen faktörlerin onun diğer mühendislik özelliklerini de etkilediği bilinmektedir. Bu bağlamda kil minerallerinin tipinin ve oransal miktarlarının bilinmesi önem taşımaktadır. Killi toprakların mühendislik özellikleri minerolojik bileşimi, özelliklerde kil minerolojisi sınıfının belirtilmesi toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yorumlanmasının yanı sıra toprağın davranışlarının tahminine ve yönetime verdiği tepkinin belirlenmesi için de faydalıdır. Ancak hakim kil minerallerinin davranışı, kil farksiyonunun çeşidi ve

oranıyla birlikte düşünülmelidir. Örneğin killi toprakların en önemli özellikleri olan plastiklik, sıkışabilirlik ve şişme potansiyelleri, kil minerali içeriğinin miktarına ve türüne bağlıdır (Grim, 1949; Seed ve ark., 1962; Terzaghi ve Peck; Gillot, 1987). Canbolat ve ark. (1998), Erzurum-Daphan ovası topraklarının mekaniksel özellikleri ile pedolojik özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve toprağın mekaniksel özelliklerinin tarımsal yönden önemini değerlendirmek amacıyla yürüttükleri araştırmalarında, ova topraklarının yüksek derecede şişme-büzülme zararına sahip olduğu, yüksek plastiklik gösterdiği, mekaniksel kuvvetlere ve suyun gevşetici-dispersleştirici etkisine karşı dirençli olduğunu saptamışlardır. De Jong ve ark. (1990), üç farklı horizonttan (A, B ve C) aldıkları toprak örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada, kıvam limitleri üzerine kil içeriği etkisinin B ve C horizonunda (ortalama kil içeriği, %28) A horizonundan (ortalama kil içeriği, %22) daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Literatürde toprakların kil boyutu içeriğinin bir fonksiyonu olarak değişen Atterberg limitlerine ilişkin çalışmalara da rastlanmaktadır. Dumbleton ve West (1966) montmorillonit ve kaolonit topraklar ile bunların karışımlarının kil içeriği ile plastikliğini incelemiş ve karşılaştırmışlar, Sivapullahiah ve Sridharan 1985; Tan ve ark., 1994; Nagaraj ve ark 1995; ise çalışmalarında kaolonit, illit, montmorillonit kil minerallerini sırasıyla kum ile karıştırarak sonucunda düşük olmayan kil yüzdeleri için kil boyutu ve Atterberg limitleri arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. Bu çalışmada amaç, Vertisol ordosuna ait dört farklı toprağın XRD analizleri sonucu elde edilen kil minerali tipi ve içeriği ile kıvam limitleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma alanı Orta Karadeniz Bölgesi içerisinde yer alan Samsun ilinde gerçekleştirilmiş olup; Atakum İlçesi yerleşim alanının mücavir alan sınırı içerisinde kalan ve Samsun-Ankara karayoluna cephe olan üzerinde Yeşilkent beldesi, Toybelen, Beypınarı, Kuşçulu ve Çivril köy ve mahallelerinin yer aldığı alan olarak seçilmiştir Çalışma alanı 1:25.000 ölçekli F36a3 ve F36b4 paftalıtopyografik haritalar içerisinde ve 266000-273000 D ve 4572000-4576000 K (UTM-m) koordinatları arasında kalmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası

Çalışma alanında marn ve bazalt iki farklı ana materyal üzerinde oluşmuş dört toprak profili incelenmiştir. Toprak profillerinden genetik horizon esasına göre morfolojik tanımlamalar yapılmış ve bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Arazide toprakların morfolojik özelliklerinin incelenmesi amacıyla dikkate alınan kriterler, örneklemeler ve sınıflandırma için Soil Survey Staff (1993 ve 1999) kullanılmıştır. Alınan toprak örneklerinde;

Toprak örneklerinin bünye analizleri çöktürme metodu ile (Bouyoucos 1951), pH1:5 toprak-su süspansiyonunda cam elektrotlu pHmeter ve elektriksel iletkenlik 1:5 toprak-su süspansiyonunda ve organik madde Jackson'a göre (1958), CaCO₃ Çağlar (1958), katyon değişim kapasitesi (KDK) US Salinity Lab. Staff' (1954) göre yapılmıştır. Atterberg limitleri (likit limit, plastik limit, büzülme limiti) Casagrande (1958) ve Head'de (1984) tanımlanan esaslar dahilinde Casagrande aleti ile yapılmıştır. Plastiklik indeksi; likit limitten plastik limitin çıkarılmasıyla birleşmiştir. Kil aktivitesi ise plastiklik indeksinin, kil yüzdesine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Skempton 1953). Elde edilen likit limit ve plastiklik indeksi değerlerinde Casagrande plastiklik kartı kullanılarak sınıflandırılması yapılmıştır.

XRD analizleri tüm toprak örnekleri kil

minerallerin belirlenmesi amacıyla preparatlar hazırlanmış ve XRD eğrileri elde edilmiştir (Saka 1997). XRD çekimleri MTA Genel Müdürlüğü XRD laboratuvarında X-Işını difraktometre cihazı ile gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toprakların Morfolojik, Fiziksel, Kimyasal Özellikleri ve Sınıflandırılması

Toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve morfolojik özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Tipic Calcicustert olarak sınıflandırılan Profil 1'e ait toprakların pH' sı 8.06 ila 8.23 arasında olup, hafif alkalin reaksiyonludur. Toprakların kireç içerikleri yüzeyde %16.3 iken derinlikle artmakta ve %47'lere ulaşmaktadır. Bu durum toprak rengine de yansımakta olup yüzeyde value değerleri 3 iken derine doğru arttığı dolayısıyla rengin açıldığı görülmektedir. Profil içerisindeki organik madde içerikleri % 2.8 ila % 0.3 arasında değişmektedir ve profil içerisinde yüzeyden derine doğru inildikçe azalma göstermektedir. Katyon değişim kapasiteleri 60.5-37.7 cmol.kg⁻¹ arasında değişmektedir. Marn ana materyal üzerinde oluşmuş olan

Çizelge 1. Çalışma alanı topraklarının bazı fiziksel kimyasal ve morfolojik özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	pH	EC (dS.m ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	O.M (%)	Renk			Kıvam	Strüktür	Özel Görünüm
						KDK (cmol.kg ⁻¹)	Kuru	Nemli			
<i>Profil 1- TypicCalcicustert/ CalcaricVertisol</i>											
Ap	0-19	8.06	0.39	16.3	2.8	60.5	2.5Y 3/2	2.5Y 3/2	h st pt	2cgr	çatlaklık
Bss1	19-46	8.33	0.41	20.9	1.1	47.7	2.5Y 4/2	2.5Y 3/2	h st pt	2msbk	kayma yüzeyleri
Bss2	46-76	8.44	0.61	19.8	1.1	51.2	2.5Y 4/2	2.5Y 4/3	h st pt	3msbk	kayma yüzeyleri
2Ck	76+	8.23	1.91	47.0	0.3	37.7	2.5Y 5/6	2.5 Y 5/6	h st pt	m	kireçmislleri
<i>Profil 2- CalcicHaplustert/ CalcaricVertisol</i>											
Ap	0-16	7.98	0.29	7.7	4.5	67.8	2.5Y 3/2	2.5Y 3/2	h st pt	3mgr	-
Bss	16-58	8.22	0.33	13.7	1.4	62.8	2.5Y 4/2	2.5Y 3/2	h st pt	2sbk	kayma yüzeyleri
BC	58-103	8.34	0.36	14.4	0.9	56.4	2.5Y 4/4	2.5Y 4/3	h st pt	sbk ve m	kayma yüzeyleri
Ck	103+	8.35	0.53	22.4	0.1	52.9	2.5Y 6/6	2.5Y 5/6	h st pt	m	kireçmislleri
<i>Profil 3- EnticHaplustert/ HaplicVertisol</i>											
A	0-25	8.08	0.41	12.8	1.3	47.9	2.5Y 5/4	2.5Y 4/4	h st pt	3mgr	-
Bss	25-57	7.76	2.44	19.2	0.2	41.8	2.5Y 6/6	2.5Y 5/6	h st pt	2msbk	kayma yüzeyleri
C1	57-85	7.77	3.31	18.6	0.1	39.7	2.5Y 6/4	2.5Y 5/6	h st pt	sg	-
C2r	85+	7.82	3.67	20.3	0.2	41.1	2.5Y 6/4	2.5Y 5/4	h st pt	m	-
<i>Profil 4- ChromicHaplustert/ ChromicVertisol</i>											
Ap	0-24	7.96	0.59	12.7	2.4	57.9	2.5Y 4/3	2.5Y 4/4	h st pt	3mgr	-
Bss	24-45	8.11	0.63	16.1	1.3	53.1	2.5Y 4/3	2.5Y 5/3	h st pt	2msbk	kayma yüzeyleri
BC1	45-79	8.21	0.82	21.0	0.5	51.4	2.5Y 6/4	2.5Y 5/6	h st pt	2msbk	-
BC2	79-110	8.10	1.59	21.5	0.3	41.1	2.5Y 6/3	2.5Y 5/3	h st pt	m	-
Cg	110+	8.05	1.73	25.4	0.2	41.4	2.5Y 6/4	2.5Y 5/4	h st pt	m	gleyleşme

Strüktür: 1 = zayıf; 2 = orta; 3 = kuvvetli; sg = tek dane; m = masif; vf = çok ince; f = ince; m = orta; c = kaba; gr = granüler; pr = prizmatik; abk = köşeli blok; sbk = yarıköşeli blok. Kıvam : (Kuru) lo = gevşek; so = yumuşak; sh = hafif sert; h = sert; (Islak) so = yapışkan değil; ss = hafif yapışkan; st = yapışkan; po = plastik değil; ps = hafif plastik; pt = plastik

Calcic Haplustert (Profil 2) toprakların pH' sı 7.98 ila 8.35 arasında olup, hafif alkalin reaksiyonludur. Profil içerisindeki katyon değişim kapasiteleri 67.8-52.9 cmol.kg⁻¹ arasında, organik madde içerikleri ise % 4.5

ila % 0.1 arasında değişmekte olup profil içerisinde yüzeyden derine doğru inildikçe azalma göstermektedir. Profil 3 ile temsil edilen Entic Haplustert topraklar diğer topraklarda olduğu gibi hafif alkalin reaksiyonludur.

Fakat profil içerisinde kalsifikasyon olayı belirlenmemiştir. Kireç içeriği profil içerisinde çok fazla değişkenlik göstermemekte bu durum renk değişiminde de fazla fark yaratmamaktadır. Chromic Haplustert ait toprakları diğer vertisollerde olduğu gibi şişme özelliğindeki killerin miktarı çok fazla (profil boyunca % 50 ve daha fazla), derin çatlaklara sahip olmaları ve profil içerisinde yer yer kayma yüzeylerin görülmektedir. Topraklarının pH' sı 7.96 ila 8.21 arasında olup, hafif alkalın reaksiyonludur. Organik maddenin ise yüzeyde % 2.4 olup derinlere doğru azaldığı belirlenmiştir. Katyon değişim kapasiteleri 41.1-57.9 cmol.kg⁻¹ arasında değişmektedir. 4 profilde de tuzluluk problemleri bulunmamaktadır.

Çalışma alanı toprakları arazide yapılan morfolojik

3.2. Kil Minerolojisi

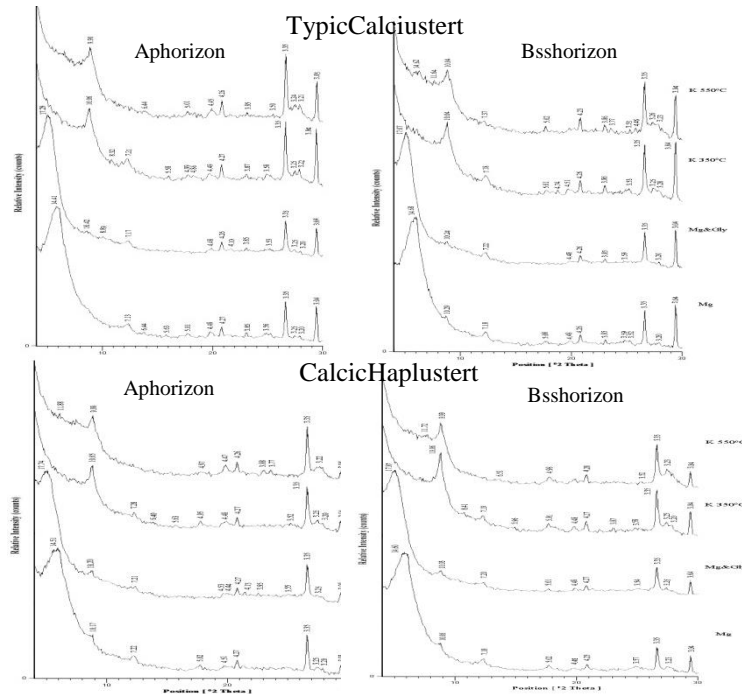
Killi toprakların jeoteknik karakteristikleri, onların minerolojik kompozisyonlarını özellikle kil minerolojilerini etkilemektedir. Sıkışabilirlik, plastiklik, şişme potansiyeli gibi indeks özellikler yüzde olarak simektit kil minerali miktarları arttıkça artış göstermektedir. Çalışma alanındaki dağılım gösteren

çalışmaların yanı sıra laboratuvar analiz sonuçları da dikkate alınarak Toprak Taksonomisine (Soil Taxonomy, 1999) göre 1 ordo, 1 altordo, 2 büyük grup ve 4 alt grup içerisine yerleştirilmiştir (Çizelge 2). Araştırma alanında yer alan toprakların rutubet rejimleri ustic ve sıcaklık rejimleri ise mesiciter. Toprakların toprak taksonomisine göre sınıflandırılması, toprakların pedogenetik özellikleri ile üst tanı horizonları (epipedon) ve bunların altında bulunan yüzey altı tanı horizonları ve özelliklerine göre yapılmıştır. Toprakların oluşum süreci sonrasında oluşan bazı yüzey üstü ve yüzey altı tanı horizonları saptanmış ve hepsi Vertisol ordosu içerisinde tanımlanmıştır. FAO/ISRIC (2006) göre ise yine Vertisol' dür.

farklı toprakların minerolojik bileşimlerini belirleyebilmek amacıyla yüzey ve derinden toplam örnek üzerinde X-ışınları çözümlenmeleri (XRD) yapılmıştır (Şekil 2). Çalışma alanında hakim kil minerali simektit grubu 2:1 tipi şişen kil minerallerinden montmorillonit olup ikinci ve üçüncü derecede yaygın olarak gözlenen kil mineralleri ise nontronit ve kaolinit olarak belirlenmiştir.

Çizelge 2. Çalışma alanı toprak serilerinin Toprak Taksonomisine (Soil Taxonomy, 1999) ve FAO-WRB (2006) göre sınıflandırması

Toprak Taksonomisi (1999)				FAO-WRB (2014)
Ordo	Alt Ordo	Büyük Grup	Alt Grup	
Vertisol	Ustert	Haplustert	CalcicHaplustert	CalcaricVertisol
			EnticHaplustert	HaplicVertisol
			ChromicHaplustert	ChromicVertisol
		Calciustert	TypicCalciustert	CalcaricVertisol



Şekil 2. Typic Calciustert ve Calcic Haplustert topraklara ait yüzey ve yüzey altı horizonlarının kil pikleri

3.3. Toprakların Kıvam İndeks Özellikleri

Kıvam limitleri, ince taneli toprakların sınıflandırılmasında, şişme ve aktivite özelliklerinin belirlenmesinde, minerolojik özellikleri hakkında fikir vermesi açısından önemli parametreler olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle bu çalışma kapsamında 17 adet toprak örneği üzerinde kıvam limitleri ve plastisite indeks değerleri belirlenerek

değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar toplu olarak çizelge 3'de sunulmuştur. Toprakların likit limit ve plastiklik indeksi değerleri sırasıyla (%53-70) ve (%27-40) arasında değişim göstermektedir. Tane büyüklük dağılımı analiz sonuçları elde edilen kum silt ve kil tane boyut dağılımı çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede de ifade edildiği gibi tane büyüklük dağılımının tamamını killi tekstür oluşturmaktadır.

Çizelge 3. Çalışma topraklarına ait tane büyüklük dağılımı ve kıvam indeks değerleri

Horizon Derinlik	Bünye (%)	Atterberg limitleri (%)											
		C	Si	S	Sımf	LL	PL	Ip	A	USCH	Şişme	Plastiklik	
Typic Calciustert	Ap	0-19	75	18	7	C	65	32	33	0.44	CH	yüksek	yüksek
	Bss1	19-46	68	18	14	C	60	33	27	0.40	CH	orta	yüksek
	Bss2	46-76	73	23	5	C	58	30	28	0.39	CH	orta	yüksek
	2Ck	76+	56	24	20	C	53	25	28	0.50	CH	orta	yüksek
Calci Haplustert	Ap	0-16	66	24	11	C	69	36	33	0.50	CH	yüksek	yüksek
	Bss	16-58	70	18	12	C	68	34	34	0.49	CH	yüksek	yüksek
	BC	58-103	78	18	4	C	70	32	38	0.49	CH	yüksek	Çok yüksek
	Ck	103+	59	27	14	C	61	29	32	0.55	CH	orta	yüksek
Entic Haplustert	A	0-25	72	27	1	C	64	28	36	0.50	CH	yüksek	yüksek
	Bss	25-57	74	20	6	C	58	26	32	0.43	CH	Orta	yüksek
	C1	57-85	64	27	9	C	58	26	32	0.50	CH	Orta	yüksek
	C2r	85+	53	31	16	C	53	26	27	0.51	CH	Orta	yüksek
Chromic Haplustert	Ap	0-24	61	23	17	C	65	30	35	0.58	CH	yüksek	yüksek
	Bss	24-45	58	25	17	C	66	28	38	0.65	CH	yüksek	yüksek
	BC1	45-79	72	27	1	C	65	25	40	0.55	CH	yüksek	yüksek
	BC2	79-110	68	24	7	C	63	26	37	0.54	CH	yüksek	yüksek
	Cg	110+	70	29	1	C	62	25	37	0.53	CH	yüksek	yüksek

C: Kil, S: Sand, Si: Silt, LL: Likit Limit, PL: Plastik Limit, Ip: Plastiklik İndeksi, USCH: Birleştirilmiş toprak sınıflama sistemi

3.4. Kil Minerallerinin Kıvam İndeks Özellikler İle Olan İlişkisi

Kıvam limitleri, ince taneli zeminlerin sınıflandırılmasında, aktivite, şişme ve kil tipi gibi durumlarının tahmin edilmesinde kullanılan temel parametrelerdir. Likit limit ve plastik limit arasındaki ilişki iki limit arasındaki fark olarak tanımlanan plastiklik indeksi dikkate alınarak tanımlanır ve toprağın plastiklik gösterdiği nem içeriğini temsil eder. Likit limite karşılık gelen plastiklik indeksi plastiklik kartı olarak ifade edilir (Wagner 1957). Plastiklik kartı üzerinde bulunan A çizgisi likit limiti % 20 nem içeriğinden keser ve eğimi 0.73 dür. Plastisite kartı üzerinde işaretli bulunan toprakların genel mühendislik durumları hakkında fikir vermektedir.

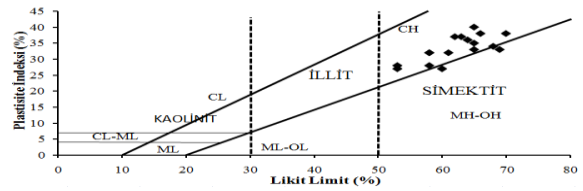
Vertisol ordosu içerisinde tanımlanan (Calci

Haplustert Entic Haplustert, Chromic Haplustert, Typic Calciustert) toprak örnekleri vertisol toprağın önemli bir kriteri olan yüksek kil içeriğini karşılayacak şekilde (%53-78) tamamen kil bünye sahip olmakta ve likit limit ve plastiklik indeksi değerleri sırasıyla (%53-70) ve (%27-40) arasında değişim göstermektedir. Profil ve horizonlardaki bu değişimin nedeni örneklerin içerdiği kil oranı, kil mineralinin tipi ve fraksiyon içindeki dağılımlarıdır. Profilinde en yüksek (%78) kil içeriğine sahip olan Calci Haplustert (%70) ile de en yüksek likit limit değeri vererek çok yüksek plastiklik göstermiştir. Entic Haplustert alt grubunda ise en düşük kil içeriğinde (%53) yine en düşük (%53) likit limit değerini alarak yüksek plastiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalıştığımız Vertisol topraklar içerisinde çok uç değerlere rastlanmaması hem profillerdeki % kil değerlerini hem de sahip oldukları kil mineral tiplerinin

aynı olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma alanı toprakları plastisite kartı yani likit limit ve plastisite indeksi değerleri kullanılarak örnekler kart üzerine yerleştirilmiş ve birleştirilmiş toprak sınıflama sistemine göre sınıflandırıldığında ise örneklerin sahip olduğu bu indeks değerlerinin plastisite kartındaki dağılımları Şekil 3’de verilmiştir. Şekil 3 üzerinde de görüldüğü üzere, zemin özellikleri bakımından tüm toprak profillerinde Birleşik sınıflama Sistemine göre (CH) yüksek plastisiteli inorganik killer sonucuna ulaşılmıştır. Boyraz ve Sarı (2012) yaptığı çalışmasında topraklarını Entisol, İnceptisol ve Ventisol Ordoları içerisinde tanımlamış genelde kil tekstüre sahip olan örneklerde likil limit ve plastik limit değerlerini (% 84-19) ve (% 42-16) olarak belirlemiştir. Profilde ve horizonlarda meydana gelen bu farklılığı kil oranları ve mineral tiplerindeki farklılık olarak açıklamıştır ve (CL) düşük plastisiteli , (CH) yüksek plastisiteli killer olarak sınıflandırmıştır. Yılmaz (2009) da Türkiye de beş aluviyal depozitten aldığı killi toprak örneklerinde yaptığı çalışmada; örneklerini birleştirilmiş toprak sınıflama sistemine göre sınıflamış ve %50 sini CH (inorganik kil, yüksek plastisite), % 50 sini ise CL (inorganik kil, düşük plastisite) olarak tanımlamıştır. Ayrıca toprak örneklerinde gerçekleştirilen plastik ve likit limit analizleri ile kil tipi hakkında da destekleyici veri elde edilebilmektedir (Atterberg, 1912; Casagrande, 1934; Campbell, 1911). Çalışma alanı topraklarının % 100’ünün likit limit değeri % 50 nin üzerinde pilastiklik insinin ise % 76’ sı % 30 ün üzerindedir. Kil düzeyi % 40’ın üzerinde olan örnekte yapılan plastik ve likit limit analiz sonuçları pilastiklik indisi 30’un üzerinde, likit limit 50’nin üzerinde saptanırsa söz konusu toprağın hakim kil mineralininin smektit grubu kil minerali olduğu söylenebilir (Kapur ve Akça, 2015). Şekil 3’de görüldüğü gibi XRD sonuçlarının da ortaya koyduğu şekilde toprak profil örneklerimizin tamamının plastisite kartı üzerinde yoğunlaştığı bölge, hakim kil mineralinin smektit gurubu kil minerali olduğunu işaret eden bölge olarak görülmektedir. Ayrıca Gougazeh ve Al-Shabatat (2013) alüvyal ve heyelanlı toprak materyallerini minerolojik ve fiziksel özelliklerini inceleyerek alüvyal materyalin likit limit değerini %20-40, pilastiklik indeksi değerinin ise % 7.3-16.3 arasında, heyelanlı materyalin ise sırasıyla likit limit ve pilastiklik indeksi değerlerinin %28-58 ile %12-43 arasında değiştiğini bularak XRD analiz sonuçlarına göre de bu durumu destekler şekilde hakim kil mineralinin heyelanlı materyalde smektit grubu kil minerali olduğunu tespit etmişlerdir.

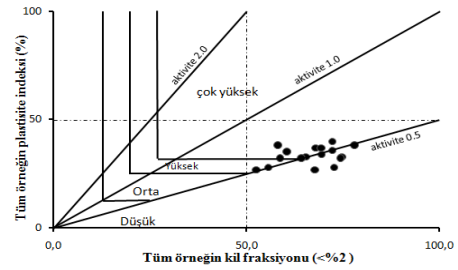
Plastisite indisinin kil %’sine oranlanmasıyla elde edilen aktivite parametreleri, topraktaki kil miktarı ile kil mineral tipinin toprağın mühendislik özellikleri üzerine olan etkisinin ayrımlılığını yansıtır (Altınbaş ve Zorba, 1990). Altınbaş ve Zorba (1990), toprakların mühendislik özellikleri üzerine yaptıkları araştırmada aktivite ile plastik limit arasında pozitif, kil arasında negatif ve kum arasında ise pozitif ilişkiler

saptamışlardır. Çalışma alanı aktivite değerleri ise Skempton (1953); Gillot (1987)’e göre sınıflandırması yapılmış ve bu sınıflamaya göre değerler vertisolordosu içindeki tüm alt ordolarda 0.39-0.65 arasında değişim göstererek; aktif olmayan killer olarak ifade edilmiştir. Bu durum kil yüzdesi fazla ve hakim kil mineralinin smektit grubu kil minerali olmasına karşın; yine smektit grubu bir kil minerali olan nontronit kil mineralinin varlığından kaynaklanmaktadır. Bu mineral smektit grubu olmasına karşın su tutma ve diğer özellikler bakımından montmorillonit gibi özellikler göstermemektedir (Mitchell, 1993). A. M.A. Esraa (2011) yılında Irak Thi-Qra Üniversitesi topraklarında yaptığı çalışmasında toprakların fiziksel ve minerolojik özelliklerini incelemiş ve yaygın kil mineralinin montmorillonit olarak belirlemiş, bunu illit ve kaolinit olduğunu saptamıştır. Aktivite değerlerini ise ortalama da (%80) aktif olmayan ve (%20) normal aktif killer olarak belirlemiştir. Toprakların şişme potansiyelleri de aktivite ile yakından ilişki göstermektedir.



Şekil 3. Toprak örneklerinin plastisite kartı üzerindeki dağılımları ve Atterberg plastik ve likit limit değerleri ile kil mineralojisi ilişkisi

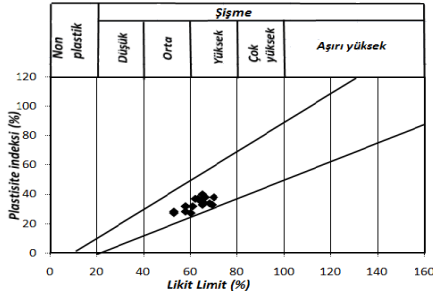
Toprak örneklerin Van Der Merve (1964)’ün şişme potansiyeli sınıflama abağı üzerindeki dağılımları şekil 4 ve şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 4. toprak örneklerinin VAN DER MERVE (1964)’ün şişme potansiyeli abağı üzerindeki dağılımları (van der Merwe 1964).

Her iki şekilde de görüldüğü gibi örneklerin yaklaşık olarak tamamı orta ve yüksek şişme potansiyeli bölgelerinde yer almaktadır. O’Neill ve Poormoayed şişme potansiyelinin belirlendiği sınıflandırma da (Çizelge 3) ise Vertisol Ordosunda yer alan; Typic Calcicustert ve Entic Haplustertlerin yüzey horizonu

hariç diğer tüm horizonlarında ve Calcic Haplustert in sadece (Ck) horizonunda orta şişme potansiyeline, geri kalan tamamı ve Chromic Haplustert alt grubunun yine tüm horizonlarında yüksek şişme potansiyeli tespit edilmiştir. Karacan ve Aslan (2001);Sivas-Şarkışla Kanak Barajı inşaatında kullanılacak olan geçirimsiz toprak malzemelerin mineralojik ve fiziksel incelemeleri sonucu egemen olan kil mineralinin simektit olduğunu ve örneklerin yaklaşık olarak tamamının düşük-orta şişme potansiyeline sahip olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 5. toprak örneklerinin Dakshanam ve Raman (1973) ün şişme potansiyeli abağı üzerindeki dağılımı.

Killerin jeoteknik karakteristikleri; onların mineralojik yapılarıyla özellikle de kil kompozisyonları ile ilişkili olduğunu söylemek mümkündür. Örneğin killerin simektit yüzdeleri arttıkça plastisite ve şişme potansiyelleri de artmaktadır (Yılmaz ve Karacan, 1997)

4. Sonuç

Kil minerali tiplerinin toprak bileşimindeki içeriği, kil minerallerinin toprak özelliklerinin belirlemesi açısından önemlidir. Kil minerali, kil fraksiyonun da yüksek düzeyde bulunsa dahi, eğer topraktaki kil fraksiyonu yüzdesi çok düşükse bu kil mineralinin toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisini çok da yansıtmayabilir. Kil minerallerinin kil fraksiyonun dan ziyade toprak bileşimindeki miktarı bitki yetiştiriciliği ve zemin mühendisliği açısından önem taşımaktadır. Smektitin Vertisol (Calcic Haplustert, Entic Haplustert, Chromic Haplustert, Typic Calcicustert) ordolarında fazla oranda bulunması, yapılan zemin mekaniği analiz sonuçları ile de uyumlu bulunmuştur. Samsun bölgesinde yer alan Vertisol Ordoları üzerinde yapılan bu çalışmada % 60 in üzerinde kil bulduran içerdikleri kil mineralleri tipi nedeniyle kuruma sonrasında toprak yüzeyinde büzülme sonucu ortaya çıkan çatlaklara rastlanması ve genişleyebilen kil minerallerini içeren topraklar olduğu için kurak dönemlerde büzülme sonrası, toprak yüzeyinden başlayarak profil derinliğinde devam eden geniş ve derin çatlakların toprakta oluşması Vertikal özellikleri sağlayan simektik grubu kil minerallerin hakim durumda olması ve bu durumun diğer analizler

ile desteklenmesi, vertisol toprak özellikleri ile zemin mekanik analiz sonuçlarının tutarlılığını ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmada bu toprakların birleştirilmiş toprak sınıfının CH (Yüksek likit limitli kil) grubunda yer alması yüksek olasılıkla ortamdaki smektitin yüksekliğinden kaynaklanmaktadır. Topraklarının yüksek derecede şişme-büzülme zararına sahip olduğu ve yüksek plastisite gösterdiği de tespit edilmiştir. Simektit gurubu kil minerallerini içeren toprakların zemin açısından sorunlu olabileceği, bu açıdan gerekli kültürel önlemlerin alınması ve zemin mekaniği araştırmalarının daha detaylandırılması gerektiği öneri olarak düşünülebilmektedir.

Kaynaklar

- Abdulaemman Mandhour Alfatlawi, E., 2011. Swelling Potential and Mineralogy Of Thi-Qar University Soil. Journal of Thi-Qar University. 1(7): 1-15 pp.
- Ahmad, N., 1983. Vertisols. In Wilding, L.P., Smect, N.E. & Hall, G.F. (Eds), Pedogenesis and Soil Taxonomy, The Soil Orders. Developments in Soil Science. Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo, IIB, Elsevier, pp. 91-123.
- Altınbaş, Ü. ve Zorba, M., 1990. Yamanlar Dağı Yöresi (İzmir) Kireçsiz Kahverengi Büyük Toprak Grubunun Zemin Mekaniği Yönünden Kimi Mühendislik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt:26, Sayı:1, Bornova.
- Atterberg, A., 1911. Dieplastizität der tone, Intern Mitteil Bodenkunde, 1, 4-37.
- Atterberg, A., 1912. Diemecanische Bodenanal yeseunddie klassifikation der mineralboden sechwedens. Int. Mitt. Bodenk., 2, 312-342.
- Bouyoucos, G.J., 1951. A Recalibration of Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agronomy Journal. 43:9
- Boyras, D., Sarı, H., (2012), Tekirdağ Değirmenaltı-Muratlı Kavşağı Çevre Yolunu Oluşturan Katenadaki Toprakların Fiziksel ve Zemin Özelliklerinin Değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. 9(3), 68-78.
- Campbell, D.J., 1911. Liquid and plastic limits. In 'Soil analysis - physical methods' (Eds KA Smith, CE Mullins) Dekker Inc., 367-398 New York.
- Canbolat, M.Y., Barik, K., Özgül, M., 1999. Erzurum Yöresinde Farklı Ana Materyaller Üzerinde Oluşmuş Üç Toprak Profilinin Kıvam Limitleri ve Şişme-Büzülme Karakteristikleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. 30 (2): 121-129.
- Canbolat, M.Y., Özataş, T., Akgül, M., Barik, K., 1998. Erzurum Daphan Ovası Topraklarının Mekaniksel Özellikleri. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, Erzurum.
- Casagrande, A., 1958. Classification and Identifications of Soils Trans. Am. Soc. Civil Eng. 113:901-930
- Casagrande, A., 1934. Dieaerometer-methode zur Bestimmung der Kornverteilung von Boden und Anderen Materialien. Springer J.
- Çağlar, K.Ö., 1958. Toprak İlmi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları. No:10 Ankara
- De Jong, E., D.F. Acton, H. B. Ststone house, 1990. Estimating the Atterberg Limits of Southern Saskatchewan Soils From Texture and Carbon Contents. Can. J. Soil Sci., 70: 543- 554.
- Dumbleton, M. J., West, G., 1966. Some Factors Affecting

- The Relation Between The Clay Minerals in Soils and Their Plasticity. 6, 179.
- FAO-WRB., 2014. World References Base For Soil Resources World Soil Rep., No, 106. Rome, 203p.
- Gillot E.J., 1987, Clay in Engineering Geology. Elsevier, Amsterdam, 468p.
- Gougazeh, M., Al-Shabatat, A., 2013. Geological and Geotechnical Properties of Soil Materials at Tannur Dam, Wadi Al Saha, South Jordan. Journal of Taibah University for Science. 216-222
- Grim, R.E., 1949, Minerological composition in relation to the properties of certain soils: Geotechnique, 1, 139-147
- Head, K.H., 1984. Manual of Soil Laboratory Testing Volume I. Soil Classification and Compaction Tests. Ele International Ltd. Patech Press, London.
- Jakson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Kapur, S., Akça, E., 2015. TC. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü. Toprak Etüd Haritalama El Kitabı. Minerolojik ve Mikromorfolojik Özellikler. 210-223.
- Karacan, E., Arslan, A.T., 2001. Kanak Barajı (Sivas-Şarkışla) İnşaatında Kullanılacak Olan Geçirimsiz Toprak Malzemelerin Minerolojisi ve Jeoteknik Özellikleri. Yer Bilimleri Dergisi, C.14, S. 15-26
- Mitchell, J.K., 1993. Fundamentals of Soil Behaviour, 2nd ed. Wiley, New York.
- Nagaraj, T.S., Jayadeva M.S., 1983. Critical reappraisal of plasticity index of soils, J. Geotech. Eng. Div. ASCE, 109(7): 994-1000
- Saka, A.H., 1997. Minerolojik analizler. x-ışınları toz kırınım yöntemlerinin temel prensipleri ve laboratuvar şartlarının standardizasyonu. MTA Min. Araş. Koor. s, 235. Ankara.
- Seed, H.B., Woodward, R.J., Lundgren, R., 1962. Prediction of swelling potential for compacted clays: Jour. Soil Mech. and Found. Division, ASCE 88: 57-88.
- Sivapullah, P.V., and Sridharan, A., 1985. Liquid Limid Of Soil Mixtures, Geotech, Testing., 8(3): 11-116.
- Skempton, A.W., 1953. The colloidal activity of clays. Proc. 3rd Intl. Conf. Soil Mechs. Found. Eng., Zurich, I, 57-61
- Soil Survey Staff. 1983. USDA National Handbook 20013, Washington D.C
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. U.S.D.A Handbook No: 436, Washington D.C.
- SSSA, 1997. Glossary of soil science terms. SSSA, Wisconsin.
- Tan, T.S., Goh, T.C., Kuranaretne, G.P., Lee, S.L., 1994. Shear strength of very soft clay-sand mixtures, Geotech, Testing., 17(1): 27-37.
- Terzaghi, K., and Peck, R.B., 1967, soil mechanics in engineering practice: new York, John Wiley and Sons, Inc., 729p.
- US Salinity Laboratory Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Agri. Handbook. No:60, USDA.
- Wagner, A.A., 1957. The use of the Unified Soil Classification System by the Bureau of Reclamation: Proceedings, 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering (London), Vol. 1, p. 125.
- Wan Der Merwe, D.H., 1964. The prediction of heave from the plasticity index and percentage clay friction of soils. Civil Engineering in South Africa, 6(6): 103-106.
- Yılmaz, I., 2009. Swell Potential and Shear Strength Estimation of Clays. Applied Clay Science. 46, 376-384.
- Yılmaz, I., Karacan., E., 1997. Geotechnical properties of alluvial soils: an example from south of Sivas (Turkey). IAEG, Bulletin of International Association of Engineering Geology, France No., 55.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

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

doi: 10.7161/omuanajas.342904

Mikrodalga fırın ile kurutulan yenedünya (*Eriobotrya japonica* L.) meyvesinin kuruma kinetiği ve kalitesinin belirlenmesi

Hakan Polatcı *, Muhammed Taşova

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü

*Sorumlu yazar/corresponding author: hakan.polatci@gop.edu.tr

Geliş/Received 11/10/2017

Kabul/Accepted 25/02/2018

ÖZET

Yeni dünya meyvesinin doku yapısının hassas ve nem içeriğinin yüksek olmasından dolayı bozulmadan uzun süre depolanamamaktadır. Bu çalışmada mikrodalga yöntemi ile kurutulan yenedünya meyvesinin kuruma kinetiği ve renk kriteri açısından en uygun son kalite değerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ürün 360, 540, 720 ve 900 W güçlerinde kurutularda yenedünya meyvesinin kuruma performans değerleri, en uygun ince tabakalı kuruma modeli, efektif difüzyon değeri ve renk değerleri belirlenmiştir. Ürün nemi yaş baza göre % 10-13 aralığına düşene kadar kurutulmuş ve ortalama kuruma süreleri 360, 540, 720 ve 900W güç değerleri için sırasıyla 28, 15.5, 12 ve 10 dakika olarak belirlenmiştir. Kuruma sırasında üründen uzaklaşan birim zamandaki nem değerleri ince tabakalı kurutma modellerinde işlenerek kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden matematiksel model belirlenmiştir. Eğriler oluşturulurken literatürde de en yaygın olarak kullanılan Page, Midilli-küçük, Yağcıoğlu ve Modified-Page modelleri seçilmiştir. Kullanılan tüm modellerin güvenilirlik değerleri $p < 0,05$ olarak belirlenmiştir. Belirlenen R^2 değerleri içerisinde 1'e en yakın olan eşitlik kuruma eğrilerini en iyi tahmin ince tabakalı matematiksel model olarak kabul edilmiştir. Uygulanan kuruma modelleri içerisinde en iyi tahmin eden ince tabakalı kuruma modelleri 360, 540, 720 ve 900W güç değerleri için sırasıyla Midilli-küçük (0.9996), Midilli-küçük (0.9991), Midilli-küçük (0.9989) ve Midilli-küçük (0.9983) olarak belirlenmiştir. Yenedünya meyvesine uygulanan tüm kurutma şartları içerisinde Midilli-küçük modeli en uygun ince tabakalı matematiksel model olarak belirlenmiştir. Kurutma işlemlerinde belirlenen efektif difüzyon ($Deff$) değerleri ise 2.28×10^{-6} ile $6.66 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Yenedünya meyvesi için ticari açıdan önemli bir renk değeri olan kroma değeri taze ürünün kroma değerine en yakın 360 W güçte yapılan kurutma işleminde belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Yenedünya
Kurutma
Kuruma performansı
Ektif difüzyon ve
renk değerleri

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

ABSTRACT

Because of the texture of the japanese medlar is a fruit sensitive and high moisture content which cannot be stored for a long time without deterioration. In this study was aimed to determine the most suitable final quality value in terms of drying kinetics and color criterion of japanese medlar fruit dried by microwave method. Drying performance values, optimum thin layer drying curve, effective diffusion and color values of japanese medlar fruit dried at 360, 540, 720 and 900W with microwave were determined in the study. The mean dry times of the japanese medlar dried up to an average of 10-13 % by wet weight were determined as 28, 15.5, 12 and 10 minutes at 360, 540, 720 and 900W, respectively. Moisture values that drift away from the unit during the first nip during drying are processed in thin layer drying equations and a mathematical model which predicts drying curves best is determined. When creating curves, the most commonly used Page, Midilli-Küçük, Yağcıoğlu and Modified-Page models were chosen. The usability of all used models was found to be appropriate and the reliability values were determined as $p < 0.05$. The best estimate of equilibrium drying curves, which is closest to 1 in the determined R^2 values, is determined as a thin layered mathematical model. The best estimating thin layer drying models are for Midilli-Küçük (0.9996), Midilli-Küçük (0.9991), Midilli-Küçük (0.9989), and Midilli-Küçük for the values of 360, 540, 720 and 900W respectively (0.9983). In the thin layer drying models of japanese medlar, the Midilli-Küçük model was determined to be the most suitable for all drying conditions. The

Keywords:
Japanese medlar
Drying
Drying performance
Effective diffusion and
color values

effective diffusivity (Deff) values determined under the drying conditions were determined to vary between 2.28×10^{-6} and $6.66 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$. It was determined that japanese medlar received the most chromium value for the commercial value of the chrome value fresh fruit in the drying process of 360W power value.

1. Giriş

Yenidünya meyvesi (*Eriobotrya japonica* L.) çok eski zamanlardan bir çok kimse tarafından beğenilen fakat yaygın bir şekilde tüketilmemesine rağmen içerdiği besin ve tıbbi değerleri açısından her zaman ilgi çeken bir meyve olmuştur (Zhou ve ark., 2007; Cao ve ark., 2009). Rosaceae ailesinden olan yenidünya meyvesi yaygın olarak oval, yuvarlak şekillerde ve sarı, turuncu renklerde yetişmektedir (Lin ve ark., 1999; Ercişli ve ark., 2012).

Yenidünya meyvesi dünya üzerinde genelde ılıman iklimde sahip bölgelerde yetişmesine rağmen daha çok Çin, Japonya, Hindistan, Pakistan, Kıbrıs, Mısır, Yunanistan, Tunus ve Türkiye'de yetişmektedir (Lin, 2008; Pareek ve ark., 2014). Meyvenin kendine özgü tatlılığı ve kokusunun yanında karatoneid, fenolik bileşikler, mineraller ve zengin vitamin değerlerini içermesinden dolayı özel bir tropik meyvedir (Xu ve Chen, 2011). Yenidünya meyvesi sağlık açısından iltihap söktürücü, tümör oluşumunu engelleyici ve hipoglisemik gibi hastalıkların yanında bronşit ve böbrek rahatsızlıklarının tedavisinde önemli etkisinin olduğu bilinmektedir (Singh ve ark., 2010). Yüksek nem içeriğine sahip yaş sebze ve meyveler besin değerlerini uzun süre muhafaza edemediğinden dolayı kısa süre içerisinde bozulmaktadırlar. Karim ve Hawalder (2005)'e göre özellikle gelişmekte olan ülkelerde uygun muhafaza ortamlarının yetersizliğinden dolayı taze ürünlerin yaklaşık % 30-40'ı bozulup çöpe atılmaktadır.

Yaş baza göre ortalama % 85-90 civarında yüksek bir nem içeriğine sahip olan yenidünya meyvesi kendine özgü doku yapısından dolayı hasat sonrası 20-25 °C sıcaklıktaki bir ortamda ancak 10 gün kadar bozulmadan kalabilmektedir (Yang ve ark., 2008). Bu nedenle ürün içerisinde bulunan yüksek nemin büyük bir kısmı kontrollü bir şekilde uzaklaştırılması gerekmektedir. Bundan dolayı hem ilk yatırım maliyeti ve enerji tüketimi açısından ekonomik olması hem de ürünün uzun süre bozulmadan kalabilmesi açısından genelde ürünler kurutularak muhafaza edilmesi daha yaygındır.

Kurutma işlemi tarımsal ürünlerin uzun süre saklanması için tercih edilen en eski yöntemlerden biri olup, ürünün nemin büyük bir kısmın uzaklaştırıldığı aynı zamanda da ürünün aktivitesi değerinin düşürülerek mikroorganizma faaliyetlerin çoğalması engellenmekte ve ürünün raf ömrü uzatılmaktadır (Pisalkar ve ark., 2011). Ürünlerin kurutulması için genel olarak doğal kurutma ve zorlanmış sıcak hava ile yapılan kurutma yöntemleri tercih edilmektedir. Ancak bu kurutma yöntemlerinde kuruma işlemi uzun sürmekte ve bundan dolayı da ürün uzun süre ısıya maruz kalmaktadır. Bu şekilde hem enerji tüketimi hem de kurutulmuş materyalin kalite değerleri açısından bazı

olumsuzluklar oluşmaktadır. Bu nedenle kurutma işleminin daha kısa sürede ve daha az enerji tüketerek gerçekleşmesi gerekmektedir. Bunun yanında da kurutulmuş son ürünün doku, renk ve fitokimyasal özelliklerinden az kayba neden olan kurutma yöntemleri tercih edilmelidir.

Mikrodalga ile yapılan kurutma işlemleri diğer kurutma yöntemlerine göre daha kısa sürede kurutma, daha az enerji tüketimi ve son ürünün kalite değerlerinde daha fazla korumanın gerçekleşmesine neden olmaktadır. Literatürde yeni dünya meyvesi ile ilgili Akhtar (2010), depolama süresinde kalsiyum klorit uygulamasının meyvenin kalitesine olan etkisinin belirlenmesi, Ghasemzhad ve ark. (2011), kitosan uygulamasının yenidünya meyvesinin hasat sonrası kalitesine olan etkisinin belirlenmesi, Shao ve ark. (2013), yenidünya meyvesinin soğukta depolama esnasında ısı etkili soğuma toleransının çözülebilir şeker içeriğine ve metabolizmasına olan etkisinin belirlenmesi, Abbasi ve ark. (2013), hasat sonrası yenidünya meyvesinin kalitesinin devam ettirilebilirliği, Xu ve ark. (2014), altı çeşit yenidünya meyvesinin fenolik bileşikleri ile antioksidan kapasiteleri açısından kıyaslanması gibi konular çalışılmıştır. Ancak yenidünya meyvesinin bazı kuruma özelliklerinin ve uygun kurutma koşulunun belirlenmesi konusunda çok sınırlı sayıda çalışmayla karşılaşılmıştır.

Bu nedenle çalışmada mikrodalgada dört farklı güç değeri uygulanarak kesikli kurutma şeklinde yapılan kurutma işlemlerinde yenidünya meyvesinin kuruma kinetikleri, kuruma sonrasındaki ürünün en uygun renk değerleri, kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden ince tabakalı kurutma modelleri ve ürünün kuruma esnasındaki efektif difüzyon değerleri belirlenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Kurutulacak ürün

Çalışmada kullanılan yenidünya meyvesi Tokat'ta bulunan yerel bir pazardan satın alındıktan sonra Gaziosmanpaşa Üniversitesi Biyosistem Mühendisliği bölümü kurutma laboratuvarına getirilmiştir. Kurutma işlemleri tamamlanana kadar ürün $+4 \pm 0.5$ °C sıcaklığa ayarlanmış buz dolabında saklanmıştır.

2.2. Nem tayini

Taze yenidünya meyvesinin nem içeriğini belirlemek için dörder tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiş ve her tekerrürde ortalama 40'ar gr örnek kullanılmıştır. Nem tayini 70 °C sıcaklığa ayarlanmış etüvde belirli aralıklarda ürünler tartılarak ağırlıklarındaki değişim

sabitlenene kadar kurutulmuştur (Yağcıoğlu, 1999).

2.3. Kurutma yöntemi

Kurutma işlemine başlamadan önce materyal yıkandıktan sonra kötü olan meyveler ayıklanmıştır. Daha sonra meyveler ikiye bölünerek çekirdekleri çıkartılmıştır. Kurutma işlemleri güç değeri ve bekletme süresi ayarlanabilir bir mikrodalga kurutucuda, 360, 540 ve 720, 900 W güç değerlerinde gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemleri 3'er tekerrür şeklinde yapılarak ve her tekerrürde ortalama $70 \pm 1,0$ g kadar ürün kullanılmıştır. Kurutma işlemlerinde belirli süre aralıklarında 0,01 hassasiyete sahip bir hassas terazi ile ürün ağırlıkları tartılmıştır. Ürün nemi yaş baza göre % 10-13 seviyesinedüşene kadar kurutma işlemine devam edilmiştir.

2.4. Mikrodalga kurutucu

Bu çalışmada Vestel marka ve MD-GD23 model mikrodalga fırın kullanılmıştır. Mikrodalga fırın toplam 900 W çıkış gücüne sahip olup boyutları yükseklik×genişlik×derinlik değerleri sırasıyla 305 mm ×508 mm × 385 mm 'dir. Ayrıca ürünler fırın içerisinde bulunan döner bir cam tabak üzerinde kurutulmuştur.

2.5. Renk ölçümü

Taze ve kurutulmuş yenidoğru meyvesininL, a, b birincil renk değerleri ölçülmüştür. Renk ölçümleri için Minolta marka CR300 model renk ölçer kullanılmıştır. L, a ve b değerleri ürünlerin renkleri hakkında bazı bilgiler vermektedir. Bunlar;" L " materyalin parlaklık değerini ifade ederken 0-100 arasında değerler almaktadır. L değeri 0 olduğunda siyah rengi yani yansımanın hiç olmadığını, L değeri 100 olduğunda ise ürün renginin beyaz olduğunu yani yansımanın tam olduğunu ifade etmektedir. " a " kırmızı - yeşil, " b " sarı - mavi renkleri ifade ederken sırasıyla (+,-) değerleri almaktadır. Renk değerleri a = 0 ve b = 0 olduğu durumda ise ürün renginin gri olduğunu ifade etmektedir (McGuire, 1992).

Bir başka renk değeri olan kroma ise rengin tonunu ifade etmektedir.Solgun renklerde kroma değeri düşük değerler alırken canlı renklerde ise yüksek değerler almaktadır. Kroma değeri ve Hue açısı değerleri 1 ve 2 numaralı eşitlikler kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$C = (a^2 + b^2)^{1/2} \quad (1)$$

$$h^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b}{a}\right) \quad (2)$$

Kahverengilik indeks değeri olan " BI " ile " x " değerleri ise 3 ve 4 numaralı eşitlikler kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$BI = \frac{[100(x - 0,31)]}{0,17} \quad (3)$$

$$x = \frac{a + (1,75 \times L)}{[(5,645 \times L) + (a - (3,012 \times b))]} \quad (4)$$

2.6. Kuruma modeli

Kurutulan yenidoğru meyvesinin zamana bağlı olarak ayrılan nem oranı değeri 5 numaralı eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

$$ANO = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} \quad (5)$$

ANO: Ayrılabilir nem oranı

M: Kurutulan materyalin anlık nem içeriği

Me: Kurutulan materyalin verilen durumdaki denge nemi

Mo: Kurutulan materyalin ilk nem içeriği

$$MR = \frac{M - M_e}{M_o - M_e} = \frac{8}{\pi} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} \exp\left[-(2n+1)^2 \frac{\pi^2 D_{eff} t}{4L^2}\right] \quad (6)$$

Kuruma eğrilerini oluşturmak için yaygın olarak kullanılan Page, Midilli - Küçük, Yağcıoğlu ve Modified-Page matematiksel modelleri seçilmiştir. Modellerin eşitlikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. İnce tabakalı kuruma modelleri

No	Model İsmi	Eşitlik
1	Page	$MR = \exp(-h \cdot (t^j))$
2	Midilli küçük	$MR = h \cdot \exp(-j \cdot (t^k)) + (1 \cdot t)$
3	Yağcıoğlu	$MR = k \cdot \exp(-h \cdot t) + j$
4	Modified-Page	$MR = \exp(-(k \cdot t)^h)$

2.7. Efektif difüzyon değerinin ($Deff, m^2 s^{-1}$) belirlenmesi

Üründen nemin uzaklaşması Fick yasasının ikinci kanunu olan süreye bağlı olarak uzaklaştığı alan miktarı diğer bir adı ile efektif difüzyon değeri belirlenmiştir. Efektif difüzyon değeri belirlenirken ürünün doku yapısının korunduğu ve nemin sadece difüzyon ile ortamdan uzaklaştığı varsayımı kabul edilerek 6 numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Crank, 1979).Eşitlikte Deff efektif difüzyon değerini ($m^2 s^{-1}$), L değeri ürünün dilim kalınlığının yarısını ifade etmektedir. Çalışmada mikrodalga fırında yapılan kurutma işlemlerinde difüzyon tek yönlü gerçekleşmiştir. 6 numaralı eşitlik matematiksel kurallara göre düzenlendikten sonra 7 numaralı eşitlik elde edilmiştir.

$$\ln MR = \ln \frac{8}{\pi^2} - \frac{\pi^2 D_{eff} t}{4L^2} \quad (7)$$

Belirlenen boyutsuz nem oranı (MR) değerleri kuruma süresine göre bir doğru oluşturulduğunda doğrunun eğiminden her güç değerleri için ayrı ayrı Deffdeğerleri hesaplanmıştır (Zakipour ve Hamidi, 2011).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kuruma verileri

Yenidünya meyvesinin ortalama nem içeriği yaş baza göre % 89,70 olarak belirlenmiştir. Kurutma işlemlerinde ürünün nem içeriği yaş baza göre % 10-13 aralığına düşene kadar kurutulmuştur.

Ürünün kurutma şartları altında belirlenen ortalamakuruma değerleri, renk değerleri, ince tabakalı kurutma modellerine ait sayısal değerler ve kurutma işlemlerinde belirlenen efektif difüzyon değerleri çizelgelerde verilmiştir. Uygulanan güç değerlerinin ürünün kuruma performansını etkilediği ve güç değerinin artmasıyla da kuruma sürelerinin azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 2). Kaya ve ark. (2015), Trabzon hurmasının kuruma özelliklerinin belirlenmesi konulu çalışmalarında kurutma sıcaklığının artması ile kuruma oranının arttığı ve kuruma süresinin kısalacağını ifade etmişlerdir. Taşova (2016), sıcaklık kontrollü mikrodalga kullanarak gerçekleştirdiği elma kurutma çalışmasında kurutma sıcaklığının artması ile kuruma süresinin azaldığını ifade etmiştir. Yoğurtçu (2016), 90-600 W güç değerinde değişen kurutma şartlarında kuruttuğu Tunceli sarımsağının kuruma sürelerinin güç değerinin artması ile kuruma sürelerinde önemli seviyede bir azalmanın olduğunu ifade etmiştir. Çelen ve ark. (2017), elma dilimlerinin farklı mikrodalga güçlerinde yaptığı kurutma çalışmasında güç değerinin artması ile kuruma sürelerinde bir azalmanın gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.

3.2. Kuruma modellerinin tahminleme başarısı

Kurutma işlemlerinde süreye bağlı ayrılabilir boyutsuz nem oranlarını belirlemek için kuruma eğrileri

oluşturulmuştur. Kuruma eğrilerine ait katsayılar, varyans analiz değerleri (p) ve modellerin kararlılık katsayısı (R²) değerleri Çizelge 3, 4, 5 ve 6'da verilmiştir. Uygulanan tüm kurutma şartlarında modellerin kullanılabilirliğinin güvenilir (p<0,05) olduğu belirlenmiştir. Modellere ait belirlenen en yüksek R² değerleri hepsinde de 360 W güç değerinde belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada yenidünya meyvesinin kuruma eğrilerini en iyi tahmin eden ince tabakalı matematiksel kuruma modelin Midilli-Küçük olduğu belirlenmiştir.

3.3. Renk değerleri

Taze ve kurutulmuş yenidünya meyvesine ait L, a, b değerleri ölçülerek ikincil renk değerleri olan kroma, hue açısı ve kahverengileşme indeks değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca taze ve kurutulmuş yenidünya meyvesine ait ölçülen ve hesaplanan renk değerlerinin istatistiksel açıdan aralarında farkın olup olmadığını belirlemek için Duncan testi uygulanmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7'e göre taze materyalin parlaklık (L) değerine göre tüm güç değerlerinde ölçülen kuru ürünün parlaklık değerleri azalmıştır. Tazeye göre L değerinin en az 900 W güç değerinde korunduğu belirlenirken en az fazla korunmanın ise 360 W güç olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin yüksek güç değerinde ürün hızlı kuruyarak renk değerini muhafaza edemediği düşünülmektedir. Alibaş (2012a), mikrodalga ile üç farklı güç yoğunluğunda kuruttuğu asma yaprağının tazeye göre L renk değerindeki en fazla değişim uygulanan en yüksek güç yoğunluğunda belirlendiğini ifade etmiştir. Çelen (2010), farklı güç seviyelerinde uygulanan kurutma şartlarının domates ve elmanın L renk değerlerinde tazeye göre en fazla uzaklaşmanın en yüksek güç değerlerinde tespit ettiğini ifade etmiştir.

Çizelge 2. Yenidünya meyvesinin kuruma performans değerleri

Güç Değerleri	Ortalama Son Nem Değerleri (%)	Kurutma Süreleri (dk)
360 W	% 10.15	28
540 W	% 10.05	15.5
720 W	% 10.00	12
900 W	% 11.00	10

Çizelge 3. Page eşitliğine ait katsayılar, "R²" ve "p" değerleri

Mikrodalga ile Kurutma	k	h	R ²	p
360 W	0.0148	1.6354	0.9991	<0.0001
540 W	0.0378	1.6277	0.9981	<0.0001
720 W	0.0591	1.6650	0.9986	<0.0001
900 W	0.0705	1.7258	0.9982	<0.0001

Çizelge 4. Midilli-Küçük eşitliğine ait katsayılar, “R²” ve “p” değerleri

Mikrodalga ile Kurutma	k	h	j	m	R ²	p
360 W	1.5353	1.0082	0.0179	-0.0013	0.9996	<0.0001
540 W	1.5010	1.0151	0.0452	-0.0031	0.9991	<0.0001
720 W	1.6071	1.0137	0.0655	-0.0006	0.9989	<0.0001
900 W	1.6836	1.0077	0.0747	-0.0009	0.9983	<0.0001

Çizelge 5. Yağcıoğlu eşitliğine ait katsayılar, “R²” ve “p” değerleri

Mikrodalga ile Kurutma	k	h	j	R ²	p
360 W	1.6842	0.0359	-0.6309	0.9924	<0.0001
540 W	1.7484	0.0606	-0.6919	0.9909	<0.0001
720 W	1.5126	0.1055	-0.4442	0.9862	<0.0001
900 W	1.6113	0.1123	-0.5478	0.9818	<0.0001

Çizelge 6. Modified-Page eşitliğine ait katsayılar, “R²” ve “p” değerleri

Mikrodalga ile Kurutma	k	h	R ²	p
360 W	0.0760	1.6354	0.9991	<0.0001
540 W	0.1337	1.6278	0.9981	<0.0001
720 W	0.1829	1.6649	0.9986	<0.0001
900 W	0.2150	1.7258	0.9982	<0.0001

Çizelge 7. Renk değerlerine ait Duncan test sonuçları

Kurutma Şartları	L*	a*	b*	C*	h ^o *	BI*
Taze	45.56 ^a	9.73 ^{b,c}	14.90 ^a	17.8 ^b	56.63 ^a	55.93 ^b
360 W	42.15 ^{a,b}	13.1 ^a	17.22 ^a	21.80 ^a	51.87 ^a	74.36 ^a
540 W	38.28 ^{b,c}	10.68 ^b	7.9 ^b	13.37 ^c	35.70 ^b	42.73 ^c
720 W	38.18 ^{b,c}	10.31 ^b	8.37 ^b	13.76 ^c	32.35 ^b	43.67 ^{b,c}
900 W	34.80 ^c	8.52 ^c	6.34 ^b	11.83 ^c	18.10 ^c	34.53 ^c

Taze ürüne göre kırmızılık değerinin en az 360 W güç değerinde korunduğu belirlenirken en fazla korunduğu güç değerinin ise 900 W olmuştur. Düşük güç değerinde yapılan kurutma işlemi ürünün kırmızılık değerinin muhafazasına olumsuz etki ederken yüksek güç değerinde yapılan kurutma işleminin ise olumlu etki ettiği belirlenmiştir. Taze ürüne göre sarılık değerinin en az 900 W güç değerinde korunduğu belirlenirken en fazla korunduğu güç değerinin ise 360 W olmuştur. Yüksek güç değerinde yapılan kurutma işlemi ürünün sarılık değerinin muhafazasına olumsuz etki ederken düşük güç değerinde yapılan kurutma işleminin ise olumlu etki ettiği belirlenmiştir.

Kurutulmuş ürünlerin kroma değerlerinin taze ürünün kroma değerine göre tüm kurutma güç değerlerinde

uzaklaştığı belirlenmiştir. Taze ürüne göre kuru ürünlerin kroma değerinde en fazla uzaklaşma 900 W güç değerinde gerçekleşmiştir. Bunun nedeni a ve b değerlerinde oluşan değişim diğer kurutma şartlarına göre daha fazla gerçekleşmiş olmasıdır. Alibaş (2012b), mikrodalga ile yaptığı çilek kurutması çalışmasında güç değerinin artması ile kroma değerinin azaldığını ifade etmiştir. Alibaş (2015), mikrodalga ile mango dilimlerinin kurutulması çalışmasında uygulanan en yüksek güç değerinde tazeye göre kroma değerinde en fazla uzaklaşmanın gerçekleştiği kurutma şartı olarak belirlenmiştir.

Taze ürünün hue renk değerinden en fazla uzaklaşmanın 900 W güç değerinde yapılan kurutma işlemi olurken en az uzaklaşmanın ise 360 W güç

değerinde yapılan kurutma işlemi olduğu belirlenmiştir. Taze ürünün kahverengileşme değerine göre uygulanan güç değerlerinin hepsinde bir değişme gerçekleşmiştir. Taze ürüne göre kahverengileşme değerindeki en fazla değişim 900 W güç değerinde yapılan kurutma işlemi olurken en az değişim ise 360 W güç değerinde yapılan kurutma işleminde olduğu belirlenmiştir. Polatçı ve Tarhan (2009), mikrodalga gücünün artması ile kahverengileşme indeksi değerinde azalmanın olduğu ve uygulanan en yüksek güç değerinde ise kahverengileşme değerinin en fazla değiştiğini belirlemişlerdir. Taşova (2016), sıcaklık kontrollü mikrodalga ile yaptığı elma kurutma çalışmasında sıcaklık değerinin artması ile taze ürüne göre kahverengileşme değerinde sürekli bir azalma olduğu belirlenmiştir.

3.4. Efektif difüzyon (D_{eff}) değeri

Yenidünya meyvesinin uygulanan kurutma şartlarında belirlenen efektif difüzyon değerleri çizelge 8'de verilmiştir. Çalışmada güç değerinin artması ile efektif difüzyon değerinin arttığı belirlenmiştir. En yüksek efektif difüzyon değeri 900 W güç değerinde $6,66 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ olarak belirlenirken en düşük efektif difüzyon değeri ise 360 W güç değerinde $2,28 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 8. Yenidünya meyvesinin kurutma şartlarındaki efektif difüzyon değerleri

Mikrodalga ile Kurutma	Efektif Difüzyon (D_{eff}) Değerleri ($\text{m}^2 \text{ s}^{-1}$)
360 W	$2,28 \times 10^{-6}$
540 W	$4,28 \times 10^{-6}$
720 W	$5,37 \times 10^{-6}$
900 W	$6,66 \times 10^{-6}$

Literatürde bazı ürünlerin uygulanan kurutma şartları altındaki efektif difüzyon değerlerinin belirlendiği çalışmalar yapılmıştır. Aloe vera 50-95 °C sıcaklık aralığında değişen kurutma şartları altındaki efektif difüzyon değerlerinin $5,30-17,33 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Kurutma havası sıcaklık değerlerinin artmasıyla ürünün efektif difüzyon değerlerinin de arttığı ifade edilmiştir. Bu durum konvektif şartlarda mikrodalgaya göre uzaklaşan nemin daha yavaş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Miranda ve ark., 2009). Patatesin mikrodalga bantlı kurutucuda 1500 W ve 2100 W güç değerlerinde üç farklı bant hızında kurutulduğunda ürünün efektif difüzyon değerlerinin $2,958 \times 10^{-7} - 3,587 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Yenidünya meyvesine göre kıyaslandığında değerlerin yakın olduğu görülmektedir. Ancak uygulanan güç değerlerinin daha yüksek olmasından dolayı efektif difüzyon değerinin de yenidünya meyvesine göre daha büyük olması beklenirken, patatesin yenidünya meyvesine göre aynı şartlar altında daha düşük efektif difüzyon değerine sahip

olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Çelen ve ark., 2015). Zeytin pirinasının mikrodalga ile 170-540 W güç değerlerinde yaptığı kurutma çalışmasında efektif difüzyon değerlerinin $3,55 - 20,47 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Yenidünya meyvesine göre aynı güç değerlerin daha düşük değerler aldığı ve bu durum zeytin pirinasından uzaklaşan nem oranının daha yavaş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Sadi ve Meziane, 2015). Patlıcanın mikrodalga ile 180-720 W güç değerlerinde yaptığı kurutma çalışmasında efektif difüzyon değerlerinin $1,75-21,66 \times 10^{-8} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu durum yenidünya meyvesine göre aynı güç değerlerinde patlıcandan daha yavaş nemin uzaklaşmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Kutlu ve İşçi, 2016).

4. Sonuç

Çalışmada mikrodalga ile kurutulan yenidünya meyvesinin kuruma karakteristikleri, renk değerleri, en uygun ince tabakalı kuru modelleri ve uygulanan kurutma şartları altındaki efektif difüzyon değerleri belirlenmiştir.

Bu kurutma şartları altında yenidünya meyvesi kurutulduğunda elde edilebilecek sonuçlar kısaca;

Mikrodalga gücünün ürünün kurumasında etkili bir kriter olduğu ve güç değerinin artması ile kuruma süresinin azalacağı belirlenmiştir. Belirlenen bu güç değerleri altında en uzun kuruma 28 dakika ile 360 W güç değerinde belirlenirken, en kısa kurumanın 10 dakika ile 900 W güç değerinde olacağı belirlenmiştir. Belirlenen değerlere göre yenidünya meyvesi kroma değeri açısından 360 W güç değerinde kurutulursa daha renk tonunda kurutulmuş ürünler elde edilebileceği belirlenmiştir. Kurutma işlemlerini kontrol etmek veya yeni bir kurutucu geliştirmek için yenidünya meyvesinin belirlenen kurutma şartları altında en uygun ince tabakalı matematiksel kurutma modelinin Midilli-Küçük modelinin seçilmesinin uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yenidünya meyvesinin yapılan bu kurutma şartları altındaki efektif difüzyon değerinin artması ile efektif difüzyon değerini arttığı ve $2,28 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ile $6,66 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ arasında değişen değerler alabileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Abbasi, N.A., Akhtar, A. ve Hussain, A., 2013. Maintaining Quality Of Loquat (*Eriobotrya Japonica* Lindl.) Fruit After Harvest. Pak. J. Bot., 45(1): 247-251.
- Akhtar, A., Abbasi, N. ve Hussain, A., 2010. Effect Of Calcium Chloride Treatments On Quality Characteristics Of Loquat Fruit During Storage. Pak. J. Bot., 42 (1): 181-188.
- Alibaş, İ., 2012a. Asma Yaprağının (*Vitis vinifera* L.) Mikrodalga Enerjisiyle Kurutulması ve Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi. 18: 43-53.
- Alibaş, İ., 2012b. Microwave drying of strawberry slices and the determination of the some quality parameters. Journal of agriculture machinery science, 8(2): 161-170.

- Alibaş, İ., 2015. İnce tabaka mango dilimlerinin mikrodalga tekniği ile kurutulması. *Anadolu Tarım Bilim. Derg.* 30: 99-109.
- Cao, S., Zheng, Y., Wang, K., Rui, H., Tang, S., 2009. Effect of 1- methylcyclopropene treatment on chilling injury, fatty acid and cell wall polysaccharide composition in loquat fruit. *J Agric Food Chem.*, 57: 8439–8443.
- Crank, J., 1979. *The mathematics of diffusion.* Oxford university press, London.
- Çelen, S., 2010. Mikrodalga ve Vakum Kurutucuda Bazı Gıda Ürünlerinin Kurutulması Ve Modellenmesi. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Çelen, İ.H., Çelen, S., Moralar, A., Buluş, H.N., Önlü, E., 2015. Mikrodalga Bantlı Kurutucuda Patatesin Kurutulabilirliğinin Deneysel Olarak İncelenmesi. *Electronic Journal of Vocational Colleges, Özel Sayı*, 57-69.
- Çelen, S., Haksever, A., Moralar, A., 2017. The Effects of Microwave Energy to the Drying of Apple (Gala) Slices. *Karadöğüş Fen ve Müh. Derg.*, 7(1): 228-236.
- Ghasemnezhad, M., Nezhad, M.A., Gerailoo, S., 2011. Changes in Postharvest Quality of Loquat (*Eriobotrya japonica*) Fruits Influenced by Chitosan. *Hort. Environ. Biotechnol.*, 52(1): 40-45.
- Ercişli, S., Gözlekçi, S., Şengül, M., Hegedus, A., Tepe, S., 2012. Some physicochemical characteristics, bioactive content and antioxidant capacity of loquat (*Eriobotrya japonica* (Thunb.) Lindl.) fruits from Turkey. *Scientia Horticulturae*, 148: 185–189.
- Karim, M.A., Hawlader, M.N.A., 2005. Mathematical modelling and experimental investigation of tropical fruits drying. *Int. J. Heat Mass Transfer*, 48: 4914-4925.
- Kaya, A., Kamer, M.S., Şahin, H.E., 2015. Trabzon Hurmasının (*Diospyros Kaki* L.) Kuruma Davranışının Deneysel İncelenmesi. *Gıda* 40 (1): 15-21. doi: 10.15237/gida.GD14047.
- Kutlu, N., İsci, A., 2016. Farklı Kurutma Yöntemlerinin Patlıcanın Kurutma Karakteristikleri Üzerine Etkisi ve Kurutmanın Matematiksel Modellenmesi. *Akademik Gıda* 14 (1): 21-27.
- Lin S, *Eriobotrya japonica* (loquat), in *The Encyclopedia of Fruit andNuts*, ed. by Janick J and Paull R. CABI, Wallingford, pp. 642–651.
- Lin, S., Sharpe, R.H., Janick, J., 1999. Loquat: botany and horticulture. *Horticult. Rev.* 23: 233–276.
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *Hort Science*, 27, 1254 - 1255.
- Miranda, M., Maureira, H., Rodriguez, K., Vega-Galvez, A. (2009), Influence of temperature on the drying kinetics, physicochemical properties, and antioxidant capacity of Aloe Vera (*Aloe Barbadosensis* Miller) gel, *Journal of Food Engineering*, 91: 297-304.
- Pareek, S., Benkeblia, N., Janic, J., Cao, S. ve Yahia, E., 2014. Postharvest physiology and technology of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruit. *J Sci Food Agric.*, 94: 1495–1504
- Pisalkar, P. S., Jain, N. K. ve Jain, S. K., 2011. Osmo-air drying of aloe vera gel cubes. *Journal of food science and technology-mysore*, 48(2): 183-189.
- Saberian, H., Amooi, M. ve Esfahani, Z.H., 2014. Modelling of vacuum drying of loquat fruit. *Nutrition ve Food Science*, 44: 24-31.
- Sadi, T., Meziane, S., 2015. Mathematical modelling, moisture diffusion and specific energy consumption of thin layer microwave drying of olive pomace. *International Food Research Journal*, 22(2): 494-501.
- Sao, X., Zhu, Y., Cao, S., Wang, H., Song, Y., 2013. Soluble Sugar Content And Metabolism As Related To The Heat-Induced Chilling Tolerance Of Loquat Fruit During Cold Store. *Food Bioprocess Technol.*, 6: 3490-3498.
- Singh, B., Gairola, S., Kumar, D., Gupta, V., Bansal, P., 2010. Pharmacological potential of *Eriobotrya japonica*-an overview. *Int. Res. J. Pharm.*, 1: 95-99.
- Taşova, M., 2016. Sıcaklık Kontrollü Bir Mikrodalga Kurutucu Geliştirilmesi Ve Performansının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Yağcıoğlu, A., 1999. Tarımsal Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi ziraat fakültesi yayınları No: 536. Bornova, İzmir.
- Yang, S.L., Sun, C.D., Wang, P., Shan, L.L., Cai, C., 2008. Expression Of Expansin Genes During Postharvest Lignifications And Softening Of 'Luoyangqing' And 'Baisha' Loquat Fruit Under Different Storage Conditions. *Postharv. Biol. Technol.*, 49: 46-53.
- Yoğurtçu, H., 2016. Determination of Drying Kinetics of Tunceli Garlic with Microwave Drying Technique. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22: 237-248.
- Xu, H. ve Chen, H., 2011. Commercial quality major bioactive compound content and antioxidant capacity of 12 cultivars of loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) fruits. *J. Sci. Food Agric.*, 91: 1057-1063.
- Xu, H., Yang, Y., Xie, L., Li, X., Feng, C., Chen, J., 2014. Involvement Of Multiple Types Of Dehydrins In The Freezing Response In Loquat (*Eriobotrya japonica*). *PLoS One*, 9:87575.
- Zakipour, E. ve Hamidi, Z., 2011. Vakum Drying Characteristic Of Some Vegetables. *Iranian Journal of Chemistry and Engineering*, 4(30): 97-105.
- Zhou, C.H., Xu, C.J., Sun, C.D., Li, X. ve Chen, K.S., 2007. Carotenoids In White-And Red-Fleshed Loquat Fruits. *J Agric Food Chem.*, 55: 782.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

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

doi:10.7161/omuanajas.347626

Atık su arıtma çamurunun süs lahanası yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği

Fatih Akın^a, Özgür Kahraman^{b*}

^aÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı ABD, Terzioğlu Yerleşkesi, Çanakkale

^bÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Terzioğlu Yerleşkesi, Çanakkale

*Sorumlu yazar/corresponding author: ozgurkahraman@comu.edu.tr

Geliş/Received 29.10.2017

Kabul/Accepted 25.02.2018

ÖZET

Dünya nüfusundaki hızlı artış, kırsaldan kentlere göç ve sanayileşme atık su miktarını günden güne arttırmaktadır. Atık sularla birlikte atık su arıtma çamuru miktarında da hızlı bir artış meydana gelmektedir. Atık su arıtma çamuru tarım, orman, maden ocakları ve peyzaj alanlarında tekrar kullanılabilir. Bu araştırma süs lahanası bitkisinin atık su arıtma çamurunda yetiştirme olanağını belirlemek için açık alanda Kasım 2015 ile Şubat 2016 ayları arasında gerçekleştirilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak; % 0 arıtma çamuru + % 100 toprak (S1), % 25 arıtma çamuru + % 75 toprak (S2), % 50 arıtma çamuru + % 50 toprak (S3), % 75 arıtma çamuru + % 25 toprak (S4) ve % 100 arıtma çamuru + % 0 toprak (S5) karışımları kullanılmış, bitkiler açık alanda plastik saksılar içinde yetiştirilmiştir. Denemeden EC, pH, gövde çapı, kök ağırlığı, kök uzunluğu, bitki boyu, bitki çapı, baş ağırlığı, değerlendirilemez yaprak sayısı ve toplam yaprak sayısı gibi parametreler elde edilmiştir. En yüksek baş ağırlığı ve toplam yaprak sayısı S2 (103.99 g, 40.42 adet) ve S5 (90.53 g, 38.42 adet) ortamlarından elde edilmiştir. Bu yetiştirme ortamları süs lahanası yetiştirilğinde kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler:

Arıtma çamuru

Süs lahanası

Süs bitkileri

Tekrar kullanım

Yetiştiricilik

The availability of sewage sludge in ornamental kale cultivation

ABSTRACT

The rapid increasing of the world population, migrations from rural to urban areas and industrialization are enhancing the amount of waste water day by day. The amount of sewage sludge along with waste water also shows a rapid increase. Sewage sludge can be reused in agriculture, forest, mines and landscape areas. The research was conducted to designate the chance of ornamental kale cultivation in sewage sludge in open area between November 2015 and February 2016. As growing media, 0% sewage sludge + 100% soil (S1), 25% sewage sludge + 75% soil (S2), 50% sewage sludge + 50% soil (S3), 75% sewage sludge + 25% soil (S4) and 100% sewage sludge + 0% soil (S5) were used in the research. Plants were grown in plastic pots in open area. Some parameters like EC, pH, stem diameter, root weight, root length, plant height, plant diameter, head weight, unusable leaf number and total leaf number was obtained from the research. The highest head weight and total leaf number were determined at S2 (103.99 g, 40.42 number) and S5 (90.53 g, 38.42 number) growing media. These growing media may be used in the ornamental kale cultivation.

Keywords:

Sewage sludge

Ornamental kale

Ornamental plants

Reuse

Cultivation

© OMU ANAJAS 2018

1. Giriş

Dünya üzerinde yaşayan canlılar ekosistem içerisinde birbiriyle doğrudan ya da dolaylı etkileşim içindedir. Canlıların canlı veya cansız çevresel etmenlerden uzak yaşaması oldukça zordur. Canlılar sıcaklık, nem, rüzgâr, ışık, su ve besin elementleri gibi cansız etmenlerin etkisi altındadır. Özellikle su canlılar için yaşamsal öneme sahiptir. Su kaynaklarının temiz ve kullanılabilir nitelikte olması gerekir. Dünya üzerinde temiz, içilebilir su kaynakları gün geçtikçe

azalmaktadır. Su kaynakları endüstriyel, kentsel ve tarımsal kirleticilerle veya doğal etmenlerle kirletilmektedir. Evsel ve endüstriyel atık sular su kaynaklarını kirleten unsurların başında gelmektedir. Atık suların kontrolsüz bir şekilde doğrudan ya da atık su arıtma tesislerinde standartlara uygun olarak arıtıldıktan veya düşük arıtma süreçlerinden geçtikten sonra deniz, göl, ırmak, çay, dere gibi alıcı ortamlara deşarj edilmektedir. Kirlenmiş su kaynaklarını kullanan bitki ve hayvanların büyüme ve gelişmesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Temiz su kaynaklarına deşarj

edilen atık sular ağır metal veya toksik madde içeriyorsa; bu maddeler bitkilerin toleransına göre gelişimlerinde yavaşlama, gerilemeye, boya kısalmaya hatta bitki ölümlerine neden olabilmektedir. Atık suların, atık su arıtma tesislerinde arıtılması esnasında oluşan sıvı ya da yarı katı halde bulunan arıtma çamuru; depolanması ve bertarafı oldukça zor olan, % 0.25 ile % 12 oranında katı madde içeren katı atıktır (Yıldız, 2009; Öztürk ve ark., 2015). Atık su arıtma çamuru kötü koku ve çevreye zararlı maddelerden arındırılmadan % 0-2.4 S, % 1-1.5 P, % 6.5-7.3 H, % 15-18 N, % 21-24 O, % 50-70 C içermektedir. Atık su arıtma çamurları; patojenler, besin maddeleri, organik maddeler, mikroorganizmalar ve yüksek oranda su barındırdıklarından dolayı arıtılması gerekir (Yıldız, 2009). Atık su arıtma çamurunun su içeriği presleme, santrifüj ve kurutma gibi işlemlerle azaltılabilmektedir. Türkiye’de yıllık evsel atık çamur miktarı yaklaşık 1380000 ton’dur. Bunların çoğu ya arazide ya da depolama alanlarında bertarafı gerçekleştirilmektedir (Aksu, 2008). Atık su arıtma çamurları tarım, orman, maden ocakları ve peyzaj alanları gibi yerlerde toprağa karıştırılarak bertaraf edilebilmektedir (Küçükhemek ve ark. 2005; Uzun ve Bilgili, 2011; Bozdoğan, 2012; Bozdoğan ve ark., 2012). Biyolojik arıtma süreçlerinden oluşan atık su arıtma çamurları tarla tarımı, sebzeçilik ve süs bitkisi yetiştiriciliği yapılan tarım alanlarında farklı oranlarda toprağa karıştırılarak kullanılabilen ancak sebze ve meyve üretimi yapılan yerlerde kullanılması tüketiciler tarafından pek kabul görmemektedir. Biyolojik arıtma süreçlerinden oluşan atık su arıtma çamurunun içeriğindeki besin elementleri ve organik maddeler, arıtma çamurunun süs bitkileri yetiştiriciliğinde kullanım şansını arttırmaktadır. Atık su arıtma çamurunun süs bitkileri yetiştiriciliğinde değerlendirildiği değişik türler üzerine birçok araştırma yapılmıştır.

Dendrocalamus strictus, *Eucalyptus tereticornis*, *Populus alba*, *Prosopis juliflora*, *Terminalia arjuna*, (Shukla ve ark., 2011), *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens*, *Cupressus arizonica* (Apaolazaa ve ark., 2005), *Eucalyptus camaldulensis* Dehn., *Pinus brutia* Ten., *Eucalyptus grandis* W. Hillebrand, (Tüfekçi ve ark., 2008), *Limonium sinuatum* 'Compindi White' (Akat ve ark., 2015ab), Palmiye (Dede ve ark., 2012), *Clarkia amoena* (Demirkan ve ark., 2014), *Freesia* spp. (Ünal ve ark., 2011), *Cupressus macrocarpa* 'Gold Crest' (Özdemir ve ark., 2005), *Capsicum annum* cv. Karaisalı, *Solanum melongena* cv. Adana Topağı, *Ocimum basilicum* (Bozdoğan ve İkiz, 2011), *Cynodon dactylon*, *Alyssum maritimum* (Bozdoğan ve ark., 2012) biyolojik arıtma süreçlerinden oluşan atık su arıtma çamuru ile diğer yetiştirme ortam karışımlarının denendiği türlerdir.

Atık su arıtma çamuru ile ilgili yapılan birçok çalışma; atık su arıtma çamurunun tek başına ya da farklı oranlarda diğer yetiştirme ortamları ile birlikte kullanılabilceğini ifade etmektedir. Bu çalışma, süs lahanası bitkilerinin farklı oranlardaki atık su arıtma

çamurunda yetiştirilebilirliğini ortaya koymak için gerçekleştirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Kasım 2015 ile Şubat 2016 ayları arasında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi’ne ait açık alanda saksı kültüründe yürütülmüştür. Denemede bitkisel materyal olarak kış aylarında yoğunlukla tercih edilen süs lahanası (*Brassica oleracea* var. *acephala* DC.) bitkileri kullanılmıştır. Süs lahanası fideleri Yalova’da fidancılık faaliyeti gösteren özel bir firmadan temin edilmiştir. Süs lahanası tohumları fidanlık ortamında Ağustos ayı içerisinde kasalara ekim işlemleri gerçekleştirilmiş, daha sonrasında da fideler büyüüp yaprakları birbirine değmeye başladığı aşama da ise siyah polietilen torbalara (tüplere) şaşırtılmıştır.

Yetiştirme ortamı olarak biyolojik arıtma süreçlerinden geçmiş olan atık su arıtma çamuru ve toprak kullanılmıştır. Atık su arıtma çamuru Çanakkale ili, Kepez Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisinde biyolojik olarak arıtılmış, kek dilimleri halinde susuzlaştırılmış, tesis içinde polietilen plastik üzerinde Temmuz-Ağustos aylarında Güneşte kurutulmuştur.

Güneşte kurutulmuş atık su arıtma çamurları iyice parçalanıp ufaldıktan sonra hacim olarak toprak ile farklı oranlarda karıştırılmıştır. Denemede; hacim olarak % 0 arıtma çamuru + % 100 toprak (S1), % 25 arıtma çamuru + % 75 toprak (S2), % 50 arıtma çamuru + % 50 toprak (S3), % 75 arıtma çamuru + % 25 toprak (S4) ve % 100 arıtma çamuru + % 0 toprak (S5) karışımları olmak üzere 5 farklı yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Hazırlanan yetiştirme ortamlarının her biri 75x25x21 cm ebatlarındaki 26 litrelik 3 plastik saksıya, üstten 2 cm kalacak şekilde doldurulmuştur. Süs lahanası fidelerinin dikimi 8 Kasım 2015 tarihinde, her saksıda 4 adet fide olacak biçimde yapılmıştır. Bitkilerin sökümlü ise 23.02.2016 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Deneme tesadüf parselleri desenine göre 3 tekrarlı kurulmuş, her tekrarda (saksıda) 4 bitki yer almıştır.

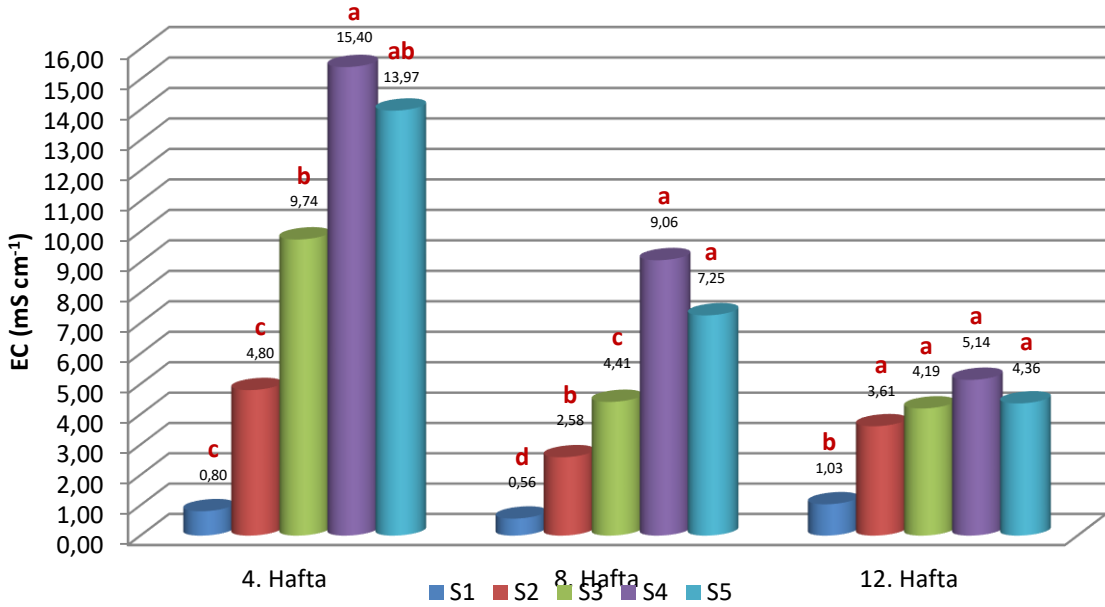
Dikim sonrası fidelere su verilmiş, araştırma süresince saksılarda çıkan yabancı otlar köküyle birlikte elle çıkarılmıştır. Dört hafta bir yetiştirme ortamlarından drene olan sular alınıp, pH ve EC (mS cm^{-1}) değerleri ölçülmüştür.

Farklı oranlardaki atık su arıtma çamurunda yetiştirilen süs lahanasını bitkilerinin gelişimlerini saptamak için bitkilerde; gövde çapı, kök ağırlığı, kök uzunluğu, bitki boyu, bitki çapı, baş ağırlığı, değerlendirilemez yaprak sayısı ve toplam yaprak sayısı ölçümleri yapılmıştır. SPSS 23 istatistik yazılımı ile parametrelere varyans analizi yapılmış, yetiştirme ortamlarını karşılaştırmak için Duncan çoklu karşılaştırma testi ($p=0.05$ göre) uygulanmıştır. Parametreler arası ilişkileri belirlemek için Pearson korelasyon testi gerçekleştirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Yetiştirme ortamlarından dört haftalık aralıklarla alınan drenaj sularının EC ve pH değerleri Şekil 1 ve Şekil 1'de gösterildiği gibi gerçekleşmiştir. Yetiştirme ortamlarının 4., 8. ve 12. hafta EC değerleri üzerine etkisi % 1 önem düzeyinde olmuştur. EC değerleri genel olarak yetiştirme ortamına katılan atık su arıtma çamuru miktarı ile birlikte artış göstermiş, ilerleyen haftalarda ise bu değerlerde düşme görülmüştür (Şekil 1). EC değerindeki bu düşüşün; yağmur suyu ile yetiştirme ortamlarının yıkanmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Özellikle 12. hafta sonunda atık su arıtma çamuru ilave edilen S2, S3, S4 ve S5 ortamlarında yıkanma sonucu EC değerinde bir gerileme tespit edilmiştir. % 75 ve % 100 atık su arıtma

çamuru kullanılan yetiştirme ortamlarında 4. hafta EC değeri 13.97-15.40 mS cm⁻¹ arasında iken 12. hafta sonunda ise bu değerler 4.36-5.14 mS cm⁻¹ kadar düşüş göstermiştir. 12. hafta sonunda en yüksek EC değerleri aynı istatistiksel grupta yer alan, atık su arıtma çamuru ilave edilmiş (S2, S3, S4 ve S5) yetiştirme ortamlarında meydana gelmiştir. Yetiştirme ortamına atık su arıtma çamuru ilave edilmemiş S1 (toprak) ikinci istatistiksel grupta yer almıştır. S1 yetiştirme ortamında 4. hafta sonunda EC 0.80 mS cm⁻¹, 12. hafta sonunda ise 1.03 mS cm⁻¹ olmuştur. Yetiştirme ortamlarının 4., 8. ve 12. hafta sonlarında pH üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Yetiştirme ortamlarının pH değeri 4. hafta 7.53-8.07, 8. hafta 7.09-8.00, 12. hafta sonunda ise 4.75-7.55 arasında değişim göstermiştir (Şekil 2)



Şekil 1. Yetiştirme ortamlarından drene olan suların EC değerleri

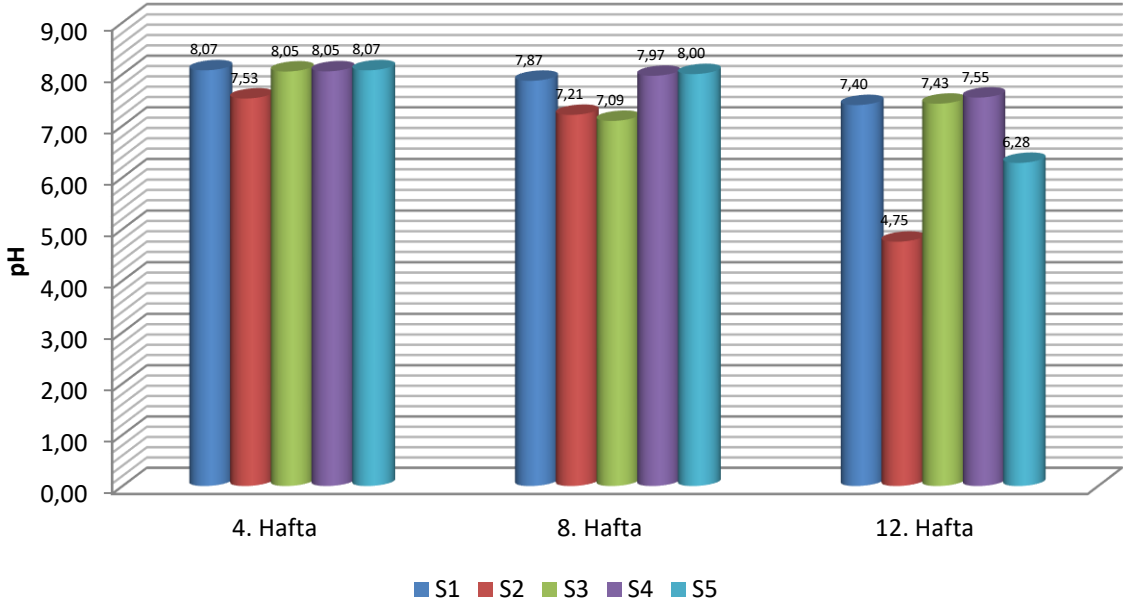
Farklı arıtma çamuru oranları uygulamasının, yapılan varyans analizleri sonucunda süs lahanasının gövde çapı, kök ağırlığı ve kök uzunluğu üzerinde etkisi önemsiz bulunmuştur. Gövde çapı değerleri 12.93 mm ile 15.39 mm arasında değişmiştir (Şekil 3). Tüfekçi ve ark. (2008); kızılçam ve okaliptüs fidanları yetiştirmek için arıtma çamuru, perlit, andezit tufü, akarsu kumu ve mısır kompostundan hazırladıkları 12 farklı yetiştirme ortamı arasında fidan kök boğaz çapı bakımından fark tespit etmemişlerdir. Bu çalışmada da yetiştirme ortamlarının gövde çapı üzerine etkisi önemsiz olmuştur. Dede ve ark. (2012), yetiştirme ortamı olarak; torf, fındık zurufu, % 25 fındık zurufu + % 75 arıtma çamuru, %50 fındık zurufu + % 50 arıtma çamuru, % 75 fındık zurufu + % 25 arıtma çamuru kullandıkları araştırmada; palmye yetiştiriciliğinde gövde çapının

fındık zurufu içine % 50 ve % 75 oranında arıtma çamurunun katıldığı ortamlarda daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada gövde çapı yönünden ortamlar arasında fark bulunmamış ancak atık su arıtma ilave edilen yetiştirme ortamlarında gövde çapı daha yüksek olmuştur.

Kök ağırlığı değerleri 38.10 g ile 58.32 g arasında, kök uzunluğu değerleri ise 13.92 cm ile 17.04 cm arasında tespit edilmiştir (Şekil 3). Akat ve ark. (2015b), aynı oranda atık su arıtma çamuru ilave ettikleri ortamlar arasında *Limonium sinuatum* 'Compindi White' çeşidi yetiştiriciliğinde kök ağırlığı yönünden istatistiksel bir fark olmadığını ancak yetiştirme ortamlarının kök uzunluğunu % 5 önem düzeyinde etkilediğini ifade etmişlerdir. Demirkan ve ark. (2014), *Clarkia amoena* (Yer Açelyası) türünde atık su arıtma çamurunu toprağa

dört farklı dozda ilave ettikleri çalışmalarında kök ağırlığı bakımından herhangi bir farklılık saptanmadıklarını, kök uzunluğunun uygulama dozlarından % 5 önem düzeyinde etkilendiklerini bildirmişlerdir. Korboulesky ve ark. (2002), *Diplotaxis erucoides* türünde arıtma çamurunun daha büyük bir kök sistemi oluşturduğu bildirmiştir. Kök ağırlığı bakımından bu çalışmada elde edilen değerler

Akat ve ark. (2015b) ve Demirkan ve ark. (2014)'nın sonuçları ile örtüşmektedir. Kök uzunluğu yönünden Akat ve ark. (2015b), Demirkan ve ark. (2014) ile Korboulesky ve ark. (2002) aksine farklı atık su arıtma çamuru uygulamaları süs lahanası yetiştiriciliğinde kök uzunluğu üzerinde herhangi bir fark oluşturmamıştır.



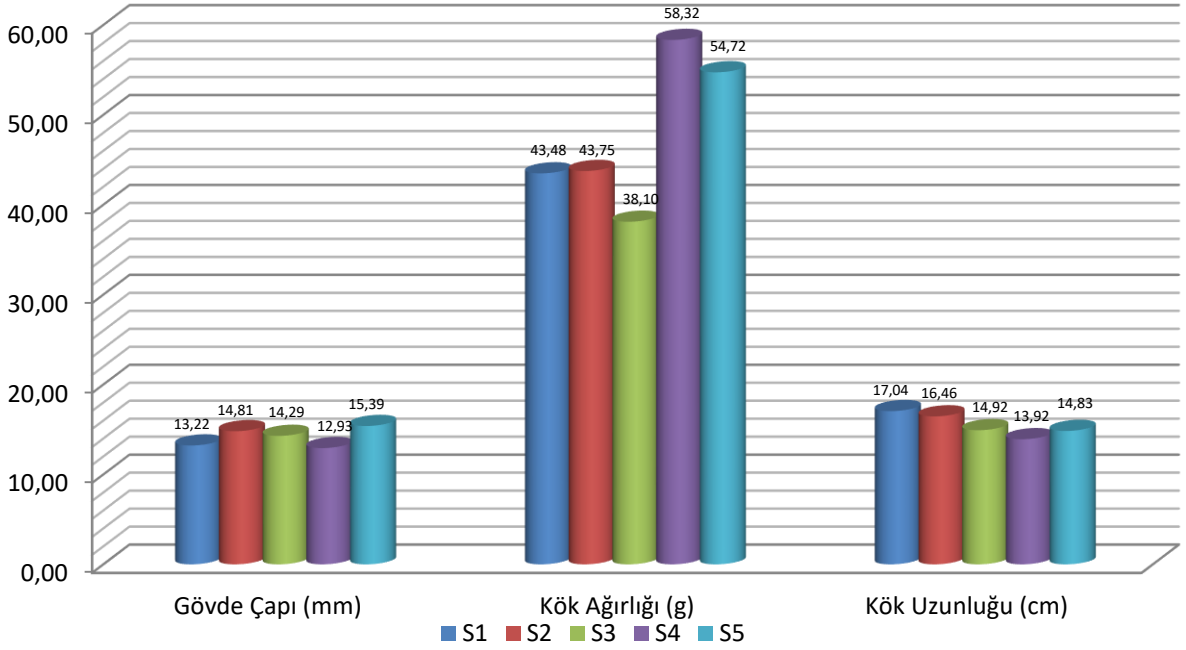
Şekil 2. Yetiştirme ortamlarından drene olan suların pH değerleri

Yapılan varyans analizleri sonucunda yetiştirme ortamlarının bitki boyu ve bitki çapı üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Şekil 4). Bitki boyu 11.58 cm ile 13.83 cm arasında gerçekleşmiş, bitki çapı ise 14.75 cm ile 17.08 cm arasında olmuştur. Ünal ve ark. (2011); Arpa zambacı yetiştiriciliğinde toprağa farklı oranlarda arıtma çamuru ilave ettikleri çalışmada; bitki boyları arasında istatistiksel bir fark saptamamışlardır. Bu çalışma bitki boyu yönünden Ünal ve ark. (2011)'nin çalışmasıyla örtüşmektedir. Atık su arıtma çamurunun ilave edildiği yetiştirme ortamlarının bitki boyunu etkilediği farklı çalışmalar da bulunmaktadır. Demirkan ve ark. (2014), *Clarkia amoena* (Yer açelyası) türünde toprağa farklı dozlarda karıştırdıkları çalışmalarında en yüksek sürgün uzunluğu değerlerini % 50 ile % 75 atık su arıtma çamurunda tespit etmişlerdir. Apaolaza ve ark. (2005); *Pinus pinea*, *Cupressus sempervirens* ve *Cupressus arizonica* türlerini ağaç kabuğu, Hindistan cevizi lifi, ortamlarına % 15 ve % 30 arıtma çamuru kompostu karıştırdıkları çalışmalarında; bitki boyu bakımından en iyi sonuçların *C. sempervirens* türünde Hindistan cevizi lifine ağaç kabuğuna % 30 arıtma çamuru kompostu katılan karışımlarda, *C. arizonica* türünde ise; Hindistan cevizine % 15 ve %30 arıtma çamuru kompostu karıştırılan karışımlardan elde ettiklerini ifade

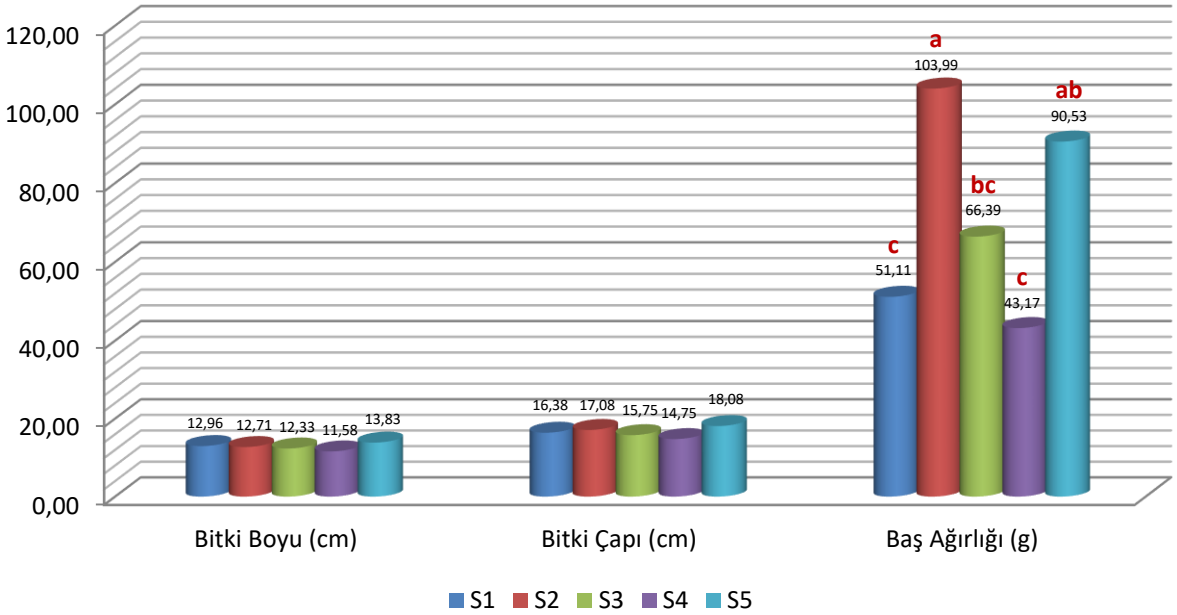
etmişlerdir. *Pinus pinea* türünde ortamlar arasındaki farkı önemsiz bulmuşlardır. Bu çalışmalar ve denemeden elde ettiğimiz sonuçlar yetiştirme ortamına ilave edilen atık su arıtma çamurunun bitki boyu üzerine etkisinin türler bazında farklılık olduğunu göstermektedir.

Yetiştirme ortamlarının baş ağırlığı üzerine etkisi % 1 önem düzeyinde gerçekleşmiştir. İstatistiksel olarak üç grup oluşmuştur. En yüksek süs lahanası baş ağırlıkları S2 (103.99 g) ve S5 (90.53 g) ortamlarında saptanmıştır. İkinci grupta ise S3 ve S5 ortamları yer almıştır. Demirkan ve ark. (2014), yer açelyası türünde en yüksek üst aksam yaş ağırlığını toprağa % 50 ile % 75 atık çamur karıştırdıkları ortamlardan elde etmişlerdir. Bu çalışmada ise arıtma çamurunun % 25 (S2) ve % 100 (S5) ilave edildiği yetiştirme ortamlarında baş ağırlığı en yüksek değerlere ulaşmıştır. Korboulesky ve ark. (2002), arıtma çamurunun *Diplotaxis erucoides* türünde yaş ağırlık artışı sağladığını bildirmişlerdir. Demirkan ve ark. (2014) ve Korboulesky ve ark. (2002)'nin çalışmalarını ve bu çalışma benzer nitelikte olmasına karşın atık su arıtma çamuruna tepkisi farklılık göstermektedir.

Yetiştirme ortamları değerlendirilemez yaprak sayısı üzerine etkisi % 5 önem düzeyinde, toplam yaprak sayısı üzerine ise % 1 önem düzeyinde etkili olmuştur.



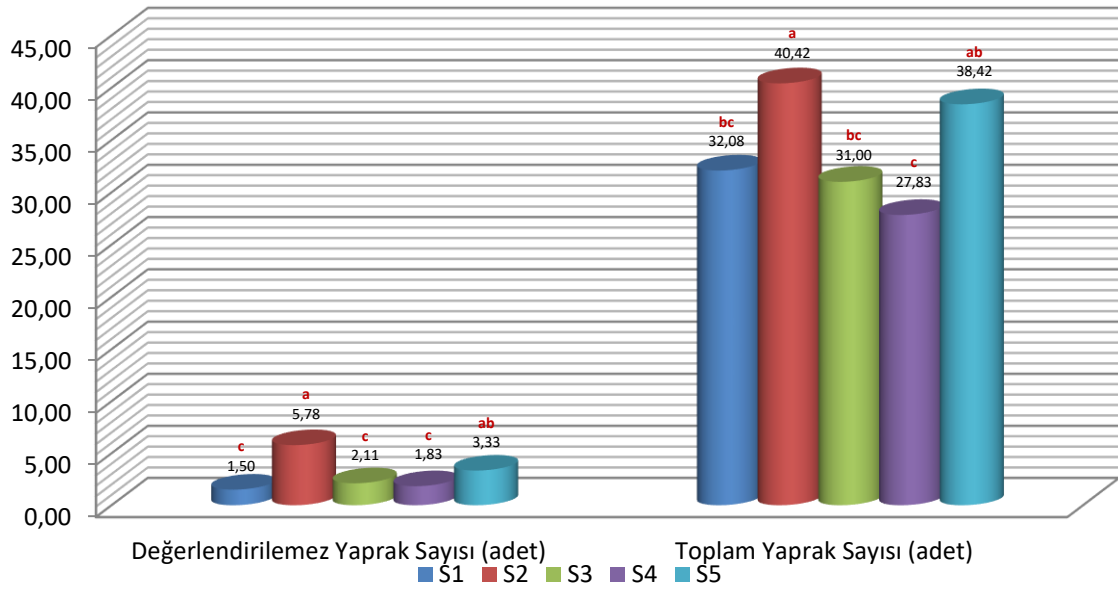
Şekil 3. Farklı arıtma çamuru oranlarının gövde ve kök özellikleri üzerine etkisi



Şekil 4. Farklı arıtma çamuru oranlarının bitki boyu, bitki çapı ve baş ağırlığı üzerine etkisi

Değerlendirilemez yaprak sayısı ve toplam yaprak sayısı bakımından en yüksek değerler, aynı istatistiksel grupta yer alan S2 ve S5 yetiştirme ortamlarından elde edilmiştir (Şekil 5). En düşük değerlendirilemez yaprak sayısı S1 (1.50 adet), S4(1.83 adet) ve S3 (2.11 adet)

ortamlarında tespit edilmiştir. En yüksek toplam yaprak sayısı aynı istatistiksel grupta bulunan S2 (40.42 adet) ve S5 (38.42 adet)'de gerçekleşmiştir.



Şekil 5. Farklı arıtma çamuru oranlarının yaprak sayısı üzerine etkisi

3.1. Bitki Gelişim Özellikleri Arası İlişki

Süs lahanası gövde çapı ile toplam yaprak sayısı ($r=0.468$), kök ağırlığı ($r=0.381$) ve baş ağırlığı ($r=0.386$) arasında % 99 güvenle pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Gövde çapı ile kök uzunluğu ($r=0.281$) arasında % 99 güven düzeyinde pozitif ilişki saptanmıştır. Gövde çapı ile bitki çapı ve bitki boyu arasında istatistiksel bir önem bulunmamıştır (Çizelge 1). Toplam yaprak sayısı ile bitki boyu ($r=0.456$), baş

ağırlığı ($r=0.731$), bitki çapı ($r=0.470$) arasındaki ilişki pozitif çıkmıştır ($p=0.01$). Toplam yaprak sayısındaki artış baş ağırlığını önemli düzeyde arttırmıştır. Bitki çapı ile bitki boyu ($r=0.587$) ve baş ağırlığı ($r=0.516$) arasındaki ilişki % 99 güvenle pozitif ilişki tespit edilmiştir. Bitki boyundaki artışla birlikte kök uzunluğunda artış meydana gelmiştir ($r=0.352$, $p=0.01$). Genel olarak toplam yaprak sayısındaki artış diğer parametrelerde artışa neden olmuştur.

Çizelge 1. Gelişim özellikleri arası ikili ilişkiler

	Gövde Çapı	Toplam Yaprak Sayısı	Bitki Boyu	Bitki Çapı	Baş Ağırlığı	Kök Ağırlığı	Kök Uzunluğu
Gövde Çapı	1						
Toplam Yaprak Sayısı	0.468**	1					
Bitki Boyu	0.216	0.456**	1				
Bitki Çapı	0.238	0.470**	0.537**	1			
Baş Ağırlığı	0.396**	0.731**	0.495**	0.516**	1		
Kök Ağırlığı	0.381**	0.064	0.145	0.136	0.207	1	
Kök Uzunluğu	0.281*	0.155	0.352**	0.219	0.175	0.247	1

*: % 95 güvenle önemli **: % 99 güvenle önemli

4. Sonuç

Sonuç olarak; atık su arıtma çamurunun toprağa

karıştırılması ile süs lahanası yetiştiriciliğinin yapılabileceği gözlenmiştir. Özellikle peyzaj alanlarında kullanımında ön plana çıkan bitki çapı ve bitki boyu parametreleri arıtma çamurunun bulunduğu ortamlarda

yüksek değerlere ulaşmıştır. S2 ve S5 ortamlarında ise bitki baş ağırlığı ve toplam yaprak sayısı değerleri en yüksek değerlerin bulunduğu grupta yer almıştır. Atık su arıtma çamuru karışımlarında yetişen süs lahanası bitkileri açık alanda daha canlı ve daha gösterişli dururken, bu bitkilerdeki değerlendirilemez yaprak sayısında azda olsa bir artış meydana gelmiştir. Atık su arıtma çamuru oranlarının artışı, bitkinin dibinde biriken yağışların drenajını yavaşlatmıştır. Süs lahanası bitkisi aşırı yağışlardan ve olumsuz drenaj şartlarından etkilenmemiştir. Kış aylarında kullanılan süs lahanası bitkilerinin peyzaj alanlarında kullanıldıktan sonra diğer mevsimlerde aynı alanda kullanılabilir diğer süs bitkilerinin belirlenmesi atık su arıtma çamurunun peyzaj alanlarında kullanım şansını arttıracaktır.

Teşekkür

Bu makale Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Ana Bilim Dalı “Atık Su Arıtma Çamurunun Süs Lahanası Bitkisinde Kullanımı” başlıklı Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir.

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Ana Bilim Dalı Başkanlığı'na katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akat, H., Demirkan, G., Akat, Ö., Yağmur, B., Yokaş, İ., 2015a. Arıtma çamuru uygulamalarının *Limonium sinuatum* 'compindi white' çeşidinde bitki gelişimi, verim ve çiçek kalitesi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 52 (1):107-114.
- Akat, H., Demirkan, G.Ç., Akat, Ö., Yokaş, İ., 2015b. *Limonium sinuatum* yetiştiriciliğinde farklı ortamlara ilave edilen atık su arıtma çamurunun süs bitkisi yetiştirme materyali karışımı olarak kullanımı. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 12(1):81-90.
- Aksu, T., 2008. Isparta Belediyesi Atık Su Arıtma Tesisi'nde oluşan çamurun bertaraf stratejilerinin araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2008.
- Apaolazaa, L.H., Gascob, A.M., Gascoa, J.M., Guerrerroa, F., 2005. Reuse of waste materials as growing media for ornamental plants. Bioresource Technology, Volume 96, Issue 1, Pages 125–131.
- Bozdoğan, E., İkiz, Ö., 2011. Arıtma çamurlarının tohum ekim ortamı olarak kullanılabilirlik olanakları. Türkiye IV. Tohumculuk Kongresi, 14-17 Haziran 2011, Samsun, Bildiriler Kitabı-2, s: 486-493.
- Bozdoğan, E., 2012. Investigation of reuse possibilities of sewage sludge on urban and rural areas. XIth International Symposium on Flower Bulbs and Herbaceous Perennials. March 28th-April 1st 2012, Antalya, Abstract Book, pp: 144
- Bozdoğan, E., Söğüt, Z., Çetinkale, G., Güler, S., 2012. *Cynodon dactylon* ve *Alyssum maritimum* türlerinin arıtma çamurlarında büyüme ve gelişme özelliklerinin belirlenmesi. 4. Ulusal Katı Atık Yönetimi Kongresi, 17-20 Ekim 2012, Antalya.
- Dede, Ö.H., Dede, G., Özdemir, S., 2012. The use of hazelnut husk and biosolid in substrate preparation for ornamental plants. Vol.7(43), pp. 5837-5841.
- Demirkan, G.Ç., Akat, H., Yokaş, İ., 2014. Atık su arıtma çamurunun *Clarkia amoena* (Yer Açelyası) türünde bitki gelişimi ve çiçeklenme üzerine etkisi. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 28, Sayı 2, 49-57.
- Korboulewsky, N., Bonin, G., Massiani, C., 2002. Biological and ecophysiological reactions of white wall rocket (*Diplotaxis erucoides*) grown on sewage sludge compost. Environmental Pollution, 117 (2): 365-370.
- Küçükhemek, M., Gür, K., Uyanöz, R., Çetin, Ü., 2005. Arıtma çamuru ve çiftlik gübresinin çim bitkisi verimine ve renk özelliğine etkisi. Dokuz Eylül Üniversitesi, I. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu, Bildiri Kitabı, İzmir, 25-26 Mart 2005: 375-384.
- Özdemir, S., Köseoğlu, G., Dede, Ö.H., 2005. Arıtma çamurlarının süs bitkisi toprağı hazırlanmasında kullanımı. Dokuz Eylül Üniversitesi, I. Ulusal Arıtma Çamurları Sempozyumu Bildiri Kitabı, s: 557-564, 25-26 Mart İzmir.
- Shukla, O.P., Juwarkar, A.A., Singh, S.K., Khan, S., Rai U.N., 2011. Growth responses and metal accumulation capabilities of woody plants during the phytoremediation of tannery sludge. Waste Management 31(1): 115–123.
- Tüfekçi, S., Gülbaba, G., Tokgönül, F., 2008. Tarsus evsel arıtma çamurunun Okalipütüs ve Kızılcım fidanları üretiminde kullanılması. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 368 ISBN: 978-605-393-042-6 DOA Yayın No: 49
- Uzun, P., Bilgili, U., 2011. Arıtma çamurlarının tarımda kullanılma olanakları. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, 135-146.
- Ünal, M., Karaca, A., Camcı, Ç.S., Çelik, A., 2011. İçme suyu tesisi arıtma çamurunun arpa zambağı (*Freesia* spp.) bitki gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. Selçuk Üniversitesi, Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 25 (2): 46-56.
- Öztürk, İ., Çallı, B., Arıkan, O. Altınbaş, M., 2015. Atık su arıtma çamurlarının işlenmesi ve bertarafı (El Kitabı), Türkiye Belediyeler Birliği, Korza Yayıncılık, 218s, Ankara
- Yıldız, Ş., Yılmaz, E., Ölmez, E., 2009. Evsel nitelikli arıtma çamurlarının stabilizasyonla bertaraf alternatifleri: İstanbul örneği. Türkiye'de Katı Atık Yönetimi Sempozyumu (TÜRKAY 2009), s:1-8, 15-17 Haziran, 2009, İstanbul.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

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

doi: 10.7161/omuanajas.381414

Karpuzda (*Citrullus lanatus*) meyve kalitesi ve aroma özellikleri üzerine anaçların etkisi

Onur Karaağaç^{a*}, Ahmet Balkaya^b, Nesibe Ebru Kafkas^c

^aTarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu, Amasya

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun

^cÇukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana

*Sorumlu yazar/corresponding author: onurkaraagac@gmail.com

Geliş/Received 19/01/2018

Kabul/Accepted 09/03/2018

ÖZET

Aşılı karpuz fideleri kullanımı, stres koşullarına tolerans sağlaması ve verim potansiyelini olumlu yönde etkilemesi nedeniyle son yıllarda hızla artmaya başlamıştır. Sebzelede aşılama, kullanılan anaçlara bağlı olarak, meyve kalitesinde olumlu ya da olumsuz değişimler meydana gelebilmektedir. Bu amaca yönelik olarak yapılan araştırma sayısı ise sınırlı düzeydedir. Aşılı karpuz üretiminde, anacın meyve kalitesi üzerine etkisi tam olarak ortaya konulmamıştır. Bu çalışmada, karpuz anaç ıslah programında yer alan saf hat (bir adet *Cucurbita moschata* ve dört adet *Cucurbita maxima*) ve türler arası melez (beş adet *C. maxima* × *C. moschata*) kabak anaç genotiplerinin karpuzun kalite ve aroma içeriklerine etkisi incelenmiştir. Kontrol olarak aşısız Crisby F₁ karpuz çeşidi, bir adet su kabağı anacı (Argentario F₁) ve iki adet türler arası ticari hibrit anaç (Obez F₁, Shintosa F₁) kullanılmıştır. Tüm aşılı karpuzlarda; meyve eti, aşısız karpuz (10.73 N) göre daha sert olarak bulunmuştur. Anaç x kalem kombinasyonlarında meyve eti sertlik değerleri 13.75 N (K6/C) ve 22.53 N (M6/C) ve meyve kabuk kalınlığı değerleri 16.05 (K9/C) - 18.24 mm (Argentario/C) arasında değişim göstermiştir. Aşılı kombinasyonların büyük bir bölümünde meyve kabuk kalınlığı değerleri artmıştır. Kullanılan farklı anaçların, karpuzun meyve şekline etki etmediği tespit edilmiştir. Çalışmada bir anaç kombinasyonu hariç, tüm kombinasyonlarda aşısız karpuz göre daha yüksek suda çözünabilir kuru maddenin (% SÇKM) olduğu belirlenmiştir. En yüksek SÇKM oranı, M6/C (% 12.87), M3/C (% 12.53) ve B1/C (% 12.50) kombinasyonlarında ölçülmüştür. Kullanılan anaca göre, C vitamini değerleri belirgin olarak değişmiştir. Aşılı karpuzlarda bu içerik; aşısız karpuz göre, % 30.30 azalış (M3/C) ile % 17.09 (Argentario/C) artış göstermiştir. İncelenen anaç/kalem kombinasyonlarının; 8 tanesinin aşısız Crisby F₁ karpuz çeşidinden daha yüksek ve 4 tanesinin ise daha düşük likopen içerdiği tespit edilmiştir. Tat analizi sonucunda; M2/C (4.87), M3/C (4.53), B1/C (4.35), Argentario/C (4.29) ve Obez/C (4.14) kombinasyonlarının aşısız karpuz göre (4.08) daha yüksek puan aldıkları belirlenmiştir. Ancak, incelenen anaç/kalem kombinasyonlarının büyük bir kısmında (9 adet) hafif derecede lifli yapının oluştuğu saptanmıştır. Karpuzda anaç kullanımının, uçucu aroma bileşiklerinin miktarı üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bileşikler arasında (Z,Z)-3,6-nonadien-1-ol (karpuz kokusu) bileşiği yönünden yüksek ve (Z)-6-nonen-1-ol (kabak kokusu) bileşiği yönünden düşük değerlere sahip M6/C kombinasyonu ön plana çıkmıştır. Tüm kalite ve aroma sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; M6 ve M2 anaç genotiplerinin aşılı karpuz için en iyi yerli anaç adayları olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Anaç ıslahı
Kışlık kabak
Meyve kalitesi
Karpuz
Aroma
Headspace/GC/MS

Effect of rootstocks on fruit quality and aroma characteristics of watermelon (*Citrullus lanatus*)

ABSTRACT

In recent years, grafted watermelon seedling use has been rapidly increasing due to providing tolerance to stress conditions and positively affecting on yield potential. Fruit quality was varied depending on the rootstock used positively or negatively in grafted vegetables. The number of research is limited in this topic. The effect of the rootstocks on fruit quality has not been fully revealed in grafted watermelon production. In this study, the using of the inbred lines (one *Cucurbita moschata* and four *Cucurbita maxima*) and interspecific cross (five *C. maxima* × *C. moschata*) rootstocks were investigated for fruit

Keywords:

Rootstock breeding
Winter squash
Fruit quality
Watermelon
Aroma

quality and aroma characteristics on the watermelon. Non-grafted Crisby F₁ watermelon cultivar, one bottle gourd (Argentario F₁) and two interspecific rootstock cultivars (Obez F₁, Shintosa F₁) were used as control commercial cultivars. In all grafted watermelon, the fruit flesh firmness was higher than non-grafted watermelon (10.73 N). According to the rootstock x scion combinations, the fruit firmness was varied between 13.75 N (K6/C) and 22.53 N (M6/C). The rind thickness was changed between 16.05 (K9/C) - 18.24 mm (Argentario/C). In the most of the grafted combinations, the rind thickness increased. Rootstocks did not effect on fruit shape. Higher total soluble solids were determined in all graft combinations than non-grafted watermelon. The highest soluble solids contents were determined in the combination of M6/C (12.87%), M3/C (12.53%) and B1/C (12.50%). The vitamin C contents were significantly affected by rootstocks. These values in grafted watermelons increased by 30.30% (M3/C) and 17.09% (Argentario/C) reduction was observed compared to non-grafted watermelon. The lycopene content of eight combinations were found higher and four of them less than non-grafted watermelon. As a result of degustation panel tests, it was determined that M2/C (4.87), M3/C (4.53), B1/C (4.35) Argentario/C (29.4) and Obez/C (4.14) combinations scores were higher than non-grafted watermelon (4.08). However, they were determined that the majority of combinations (9) have slightly fibrous flesh structure. The use of grafted watermelon was found to be effective on the amount of volatile aroma compounds. M6 / C combination having high (Z,Z)-3,6-nonadien-1-ol (watermelon smell) compound and low (Z)-6-nonen-1-ol (squash smell) compound values was come into prominence. According to evaluated all fruit quality and aroma results; M6 and M2 genotypes were selected as the suitable local rootstock candidates for grafted watermelon production.

1. Giriş

Kalite genel olarak; bir üründe tüketicinin değer verdiği özelliklerin bir arada olma derecesini ifade etmektedir (Balkaya ve Özcan, 1997). Gerek dünyada ve gerekse ülkemizde sebzelere kalite standartları daha çok ürünün dış görünüşüne göre yapılmaktadır. Örneğin, ülkemizde Türk Standartları Enstitüsü (TSE) standartlarına göre karpuzun 1. sınıf ürün olabilmesi için meyvenin; çeşide özgü renk ve şeklini alması, hafif iyileşmiş çatlak ya da hafif renk bozukluğu dışında kabuk kusurunun bulunmamış olması yeterlidir. Sebzelerin, tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğini etkileyen çok sayıda kalite kriteri bulunmaktadır. Leonardi ve ark. (2017), sebzelere kalite özelliklerini; görünüş (irilik, şekil, renk, dış kusur), tekstür, organoleptik özellikler (tat ve aroma) ve fonksiyonel özellikler (karotenoidler, vitaminler, fenolik bileşikler ve mineraller) olmak üzere dört ana gruba ayırmışlardır.

Son yüzyılda bitki çeşit ıslahı çalışmalarının ana hedefi; üreticinin birim alandan daha fazla gelir elde edebilmesi ve giderek artan tüketim talebinin karşılanabilmesi amacıyla verim unsurlarının artırılması üzerine olmuştur. Çeşit ıslah programlarında, ticari kaygıdan dolayı, tat, aroma, besin içeriği gibi kalite özellikleri büyük ölçüde yer almamış ve genelde kalite kriterleri göz ardı edilmiştir. Türkiye de dâhil olmak üzere pek çok ülkede, belirtilen çeşit ıslah çalışmaları kapsamında geliştirilen verim potansiyeli yüksek ancak daha az lezzetli ve besin değeri düşük ticari çeşitlere karşı, zamanla tüketiciler tarafından önemli düzeylerde olumsuz tepkiler oluşmuştur. Bunun sonucunda özellikle son yıllarda, alım gücünün ve sağlık bilincinin artması ile birlikte tüketiciler; antioksidanlar ve vitamin içeriği yüksek fonksiyonel özelliklere sahip sebze tür ve çeşitlerini daha fazla talep etmeye başlamıştır. Bu nedenle, karpuz gibi meyvesi yenilen sebzelere de kalite

ıslahına verilen önem artmış ve buna yönelik olarak ıslah programlarının sayıları artmaya başlanmıştır.

Karpuzda suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriği, tadı etkileyen en önemli kalite kriterlerinden birisidir. Karpuz ıslahçıları uzun yıllardır SÇKM oranı yüksek olan hibrit karpuz çeşitlerini geliştirmeye çalışmışlardır (Gusmini ve Wehner, 2005a). Sebzeler içerisinde, en önemli karotenoidlerden olan likopen, en fazla karpuzda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda; likopenin sadece renk yönünden çekicilik kazandırmadığı, ayrıca beslenme ve sağlık üzerine de yararlı etkilerinin olduğu belirlenmiştir (Perkins-Veazie ve Collins, 2004; Collins ve Perkins-Veazie, 2006; Perkins-Veazie ve ark., 2006). Karpuz, C vitamini içeriği yönünden de; lahanagiller, biber ve domatesten sonra en zengin sebze türleri içerisinde yer almaktadır (USDA, 2017). Karpuz çiğ olarak ve diğer sebzelere göre hacmen daha fazla tüketilmesi nedeniyle C vitamini bakımından oldukça değerli bir sebzedir. Karpuzda kaliteyi oluşturan en önemli unsurlardan biri de aromadır. Farklı bileşiklerden oluşan aroma, gıdaların duyuşal özelliklerini belirleyen önemli bir kalite ölçütüdür. Karpuz meyvelerinde bulunan ve tadı etkileyen aroma bileşikleri aldehit, alkol, keton ve furan grupları içerisinde yer almaktadır (Beaulieu ve Lea, 2006).

Ülkemizde aşılı karpuz fidesi kullanımı avantajlarından dolayı son yıllarda büyük artış göstermiştir. 2015 yılı itibariyle üretilen karpuz fidelerinin yaklaşık %90'ı aşılı olarak üretilmiştir (Yetişir, 2017). Son yıllarda sebzelere aşılı fide kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte, verim artışı ve birçok olumsuz stres faktörlerine dayanım yönünden önemli avantajlar elde edilmiştir. Aşılı fide kullanımı ile karpuz çeşit ıslahı programları kapsamında toprak kökenli hastalık ve zararlılar gibi birçok seleksiyon

kriteri göz ardı edilmeye başlanmıştır. Diğer taraftan, aşılı fide üretiminde kullanılan anacın kalite üzerine olan etkileri de tartışılmaya başlanmıştır. Birçok çalışmada, anacın kalite üzerine etkisinin olup olmadığı konusunda araştırmacılar arasında ortak bir fikir birlikteliği bulunmamaktadır. Bu farklılıklar; çevre, yetiştirme tekniği ve kullanılan farklı anaç kalem kombinasyonundan kaynaklanabilmektedir (Davis ve ark., 2008b; Roupael ve ark., 2010; Balkaya, 2013; Guler ve ark., 2014). Ülkemizde özellikle son yıllarda aşılı karpuzların, meyve kalitesinin düşük ve sağlıksız olduğu yönünde bilimsel veriye dayanmayan spekülatif görüşler bulunmakta ve basında oldukça fazla yer almaktadır.

Ülkemizde karpuz için yerli bal ve kestane kabağı anacı geliştirme çalışmaları; 2005 yılından itibaren 104O144 numaralı TÜBİTAK projesinden elde edilen yerel genetik kaynakların bu amaca yönelik seleksiyonu ile başlamıştır (Balkaya ve ark., 2008). Karpuz anaç olarak geliştirilen saf hat ve türler arası melezler; verim, biyotik streslere dayanım ve aşı uyumu yönünden değerlendirilmiştir (Karaağaç, 2013). Ülkemizde aşılı karpuz kullanımının meyve kalitesi ve aroma miktarları üzerine etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu çalışmada, yerli kabak anaç çeşit ıslah programı kapsamında geliştirilen anaç adaylarının karpuzun meyve kalitesi üzerine olan etkilerinin ayrıntılı olarak belirlenmesi ve kalite açısından en uygun anaçların tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma; Samsun Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü sera ve arazisinde, Ondokuz Mayıs

Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama laboratuvarlarında ve Çukurova Üniversitesi Biyoteknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde yürütülmüştür.

2.1. Materyal

Çalışmada anaç olarak; *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* etmenine dayanıklı (Karaağaç, 2013), aşı başarı oranı yüksek (Karaağaç ve Balkaya, 2016), türler arası melezlenebilirlik (Karaağaç ve Balkaya, 2013) ve vejetatif büyüme durumu (Karaağaç, 2013) yönünden seleksiyon ıslahı ile seçilmiş olan 10 kabak anaç aday kullanılmıştır (Çizelge 1).

2.2. Metot

Yumurta tavuklarının canlı ağırlık değişimleri, yem Çalışmada kalem olarak kullanılan Crisby F₁ karpuz çeşidinin tohumları 15.04.2011 tarihinde, anaç tohumları ise bir hafta sonra torf: perlit (3:1) ortamı bulunan viyollere ekilmiştir. Aşılama işlemi, eğimli kesik aşı yöntemi (Davis ve ark., 2008b) kullanılarak 29.04.2011 tarihinde tarafımızca gerçekleştirilmiştir. Deneme alanına (41°14'02.31 N ve 36°29'21.63 E) ait toprak analiz sonuçlarına göre 15 kg.da⁻¹ P₂O₅, 30 kg.da⁻¹ K₂SO₄ ve 50 kg.da⁻¹ Ca(NO₃)₂ taban gübresi verilmiştir. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekerrürlü ve her parselde 10 bitki olacak şekilde kurulmuştur. Aşılı ve aşısız fideler 3.0 × 1.0 m sıra arası ve sıra üzeri mesafeyle 15.05.2011 tarihinde dikilmişlerdir. Bu aşamadan sonra biyotik stres etmenleriyle kimyasal mücadele yapılmış ve gerekli besin element takviyeleri düzenli olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan anaç ve kalem materyaller

Tür (Anaç ve kalem)	Kod / Çeşit	Generasyon
<i>C. moschata</i>	B1	S ₄
	K6	S ₆
	K9	S ₅
	K10	S ₄
	K11	S ₆
<i>C. maxima</i>	M2	F ₁ (K11 × B8)
	M3	F ₁ (K9 × B8)
	M5	F ₁ (K12 × B8)
	M6	F ₁ (K4 × B8)
	M7	F ₁ (K2 × B10)
Anaç çeşitler (Kontrol)		
	<i>C. maxima</i> x <i>C. moschata</i>	Obez Shintosa
<i>Lagenaria siceraria</i>	Argentario	F ₁ (Syngenta, İsviçre)
<i>C. lanatus</i> (kalem)	Crisby	F ₁ (Nunhems, Hollanda)

B: Bal kabağı, K: Kestane Kabağı, M: Türler arası melez (*C. maxima* × *C. moschata*)

Meyve hasatları, 20.07 – 10.08.2011 tarihleri arasında tamamlanmıştır. Çalışmada aşağıda belirtilen meyve kalite ve aroma özellikleri incelenmiştir.

Meyve kabuk kalınlığı (mm): Her meyvenin üç farklı yerinden dijital kumpas ile ölçüm yapılarak tespit Meyvede kuru madde (%): Meyvenin farklı iki yerinden alınan 125 cm³ hacimli küp şeklindeki meyve eti örnekleri kullanılmıştır (Bruton ve ark. 2009). Analiz için her kombinasyona ait 20 meyveden elde edilen 40 adet meyve örneğinin taze ağırlıkları alındıktan sonra etüvde 80 °C sıcaklıkta 72 saat süreyle bekletilmiştir. Süre sonunda örneklerin ağırlıklarının stabil olup olmadıkları kontrol edilerek kurutma işlemine son verilmiştir.

Meyve eti sertliği (N): Her kombinasyona ait 20 meyvede, ekvatorial ve dış bölgelerden alınan küp şeklinde iki örnek (125 cm³) kullanılmıştır (Bruton ve ark., 2009). Meyve eti sertliğinin tespit edilmesinde 8.0 mm uca sahip penetrometreden faydalanılmıştır. Her küpün karşı kenarlarından ikişer kez penetrometre ile meyve eti sertliği belirlenmiştir.

Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) (%): Analiz için örnekler Bruton ve ark. (2009)'a göre hazırlanmıştır. Her kombinasyona ait 20 meyveden elde edilen 40 adet meyve örneğinin suyu çıkarılmıştır. SÇKM değerinin ölçülmesinde el refraktometresi kullanılmıştır.

Meyve et rengi: Minolta CR-410 dijital renk ölçer aleti kullanılarak belirlenmiştir. Renk ölçümü CIE L*a*b* renk sınıflandırma sistemine göre yapılmıştır. Renk ölçümüne başlamadan önce tam beyaz renkteki tabla (L* = 97.70, a* = - 0.48, b* = 2.23) kullanılarak cihazın kalibrasyonu yapılmıştır (Perkins-Veazie ve Collins, 2004). Renk okuması, her kombinasyona ait 20 meyvede yapılmıştır. Her meyvede orta, alt, üst ve kenar kısımlarından olmak üzere toplam dört adet okuma yapılarak ortalamaları alınmıştır (Tlili ve ark., 2011). “L*”, 0-100 birimleri arasında rengin parlaklık değerini, “a*”, yeşil tonları (-) ve kırmızı tonları (+) arasındaki renk değerini ve “b*” ise sarı tonları (+) ile mavi tonları (-) arasındaki renk değerini belirtmektedir. Ayrıca a* ve b* verilerini kullanarak hue (H°) ve chroma (C*) değerleri de bulunmuştur. Hue değeri, trigonometrik düzlemde gerçek renk değerini belirtmekte olup 0°-90° arası kırmızı-mor tonları ifade etmektedir. Chroma ise rengin yoğunluğunun sayısal olarak tespit edilmesinde kullanılmaktadır. H° ve C* değerleri, aşağıdaki denklemlerin uygulanması ile elde edilmiştir (Saftner ve ark., 2007).

$$H^{\circ} = \tan^{-1}(b/a) \quad C^* = \sqrt{a^2 + b^2}$$

C vitamini (mg 100g⁻¹): Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı (Agilent Technologies 1100) kullanılarak, Bozan ve ark. (1996)'nın geliştirmiş olduğu tekniğe göre belirlenmiştir. Ekstraksiyonda metafosforik asit kullanılmıştır. Veriler, 242 nm dalga boyunda HPLC/UV detektör kullanılarak tespit edilmiştir.

Likopen içeriği (mg 100g⁻¹): Yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) cihazı kullanılarak (Agilent Technologies 1100), Barua (2001)'nin uyguladığı

edilmiştir.

Meyve şekil indeksi: Parseldeki her bitkiden hasat edilen meyvelerin ekvatorial bölgelerinin çapı ile sap çukuru - çiçek burnu arasındaki mesafenin oranlanmasıyla belirlenmiştir.

metoda göre likopen analizleri yapılmıştır. Ekstraksiyon aşamasında 1.0 g meyve örneğine 0.6 mL tetrahydrofuran eklenmiştir. Elde edilen homojenat, iki dakika süre ile 1300 xg hızında ve oda sıcaklığı koşullarında santrifüj edilmiştir. Elde edilen üst faz, turbo vap evaporator cihazı ile yaklaşık 2.5 ml kalana kadar uçurulmuştur. Mobil faz olarak; acetonitril: tetrahydrofuran: metanol: %1 amonyum asetat (65:25:6:4) kullanılmıştır. Örnekler 0.45 µm filtreden geçirilerek HPLC cihazına enjekte edilmişlerdir. Akış hızı 0.5 ml/dakika olmuştur. Analiz 15 dakika sürmüştür. Kolon olarak C18 kolonu kullanılmıştır. UV detektör ile 484 nm dalga boyunda okumalar yapılmıştır.

Duyusal analiz: Soteriou ve ark. (2016)'a göre yapılmıştır. Analizde her genotipe ait toplam dokuz meyve kullanılmıştır. Duyusal analizlerde yirmi kişi panelist olarak yer almıştır. Panelistler, karpuz tadına yönelik olarak 0 (çok kötü) – 5 (çok iyi) skalasını kullanmışlardır. Ayrıca panelistler, karpuzda kabak kokusu varlığı ve liflilik durumlarına yönelik olarak da değerlendirme yapmışlardır.

Aromatik bileşikler: Kafkas (2004) tarafından modifiye edilen headspace katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) tekniği uygulanmıştır. Uçucu aroma bileşiklerinin belirlenmesinde Gaz Kromatografisi Kütle Spektrofotometresi (GC/MS) cihazı kullanılmıştır. Meyvenin farklı kısımlarından alınan 5.0 g meyve örneği cam tüp içerisine konulmuş ve NaCl solüsyonu eklenmiştir. Otosampler ünitesine yerleştirilen örneklerden; SPME katı faz mikro ekstraksiyon şırıngasıyla aroma maddeleri adsorbe edilmiş ve apolar kolonun kullanıldığı GC-MS cihazının enjektör kısmına desorbe edilmişlerdir. Örnekler, GC/MS cihazında 70 dakika bekletilmiştir. Tanımlama işlemleri, Wiley ve NIST Kütüphane Tarama Yazılımları kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Shalit ve ark., 2001). Aroma maddelerinin tanısında GC/MS'de belirlenen piklerin kütle spektrumunun referans bileşiklerle veya bilgisayar hafızasındaki kütle spektrumlarıyla karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır.

İstatistiksel analiz: Öncelikle verilerin normal dağılıma uygunluğunun tespiti için normalite testi yapılmıştır. Ardından % değerler için arcsin transformasyonu ve “0” içeren veri setleri için ise karekök transformasyonu uygulanmıştır. Ardından veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Duncan çoklu karşılaştırma testine göre %0.5 ya da %0.1 önemlilik sınırları üzerinde yer alan kombinasyonlar arasında harflendirme yapılmıştır. Deneme hatasının oranını gösteren doğruluk katsayıları (CV) hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Aşısız ve aşılı kombinasyonlar arasında kabuk kalınlıkları yönünden istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Kabuk kalınlığı değerleri, 16.05 (K9/C) - 18.24 mm (Argentario/C) arasında değişim göstermiştir. İstatistiksel olarak önemli bulunmamakla birlikte birçok anacın, meyve kabuk kalınlığını yaklaşık 1 mm seviyesinde arttırdığı belirlenmiştir (Çizelge 2).

Bu konuda yapılan araştırma sonuçları incelendiğinde, elde edilen sonuçların farklılık gösterdikleri görülmüştür. Bazı çalışmalarda (Alan ve ark., 2007; Huitrón ve ark., 2007; Edelstein ve ark., 2014; Liu ve ark., 2017) karpuzdaki meyve kabuk kalınlığının, istatistiksel olarak anaç kullanımından dolayı önemli düzeyde etkilenmediği bildirilirken, diğer bazı çalışmalarda (Alexopoulos ve ark., 2007; Proietti ve ark., 2008; Karaca ve ark. 2012; Huang ve ark., 2016; Fredes ve ark., 2017) ise meyve kabuk kalınlığı değerlerinin aşılardan etkilendiği belirtilmiştir. Davis ve Perkins-Veazie (2005), Fita ve ark. (2007), Sakata ve ark. (2007) ve Bigdelo ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmalarda, meyvelerdeki kabuk kalınlığının kullanılan anaca bağlı olarak değiştiği vurgulanmıştır. Davis ve ark. (2008a), bu durumun farklı ekolojik koşullar altında ele alınan anaç/kalem kombinasyonu ve uygulanan kültürel işlemlerden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

İncelenen genotiplerde, aşılama sonucunda; farklı kabak anaçlarının, meyve şekil indekslerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz olduğu bulunmuştur. Meyve şekil indeksi değerleri, 0.88 ile 1.00 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 2). Literatürde, aşılamanın karpuzun meyve şekil indeksini etkilemediği vurgulanmıştır (Davis ve Perkins-Veazie, 2005; Proietti

ve ark., 2008; Roupael ve ark., 2008; Bigdelo ve ark., 2017; Fredes ve ark., 2017; Soteriou ve ark., 2017). Karpuzda meyve şeklinin kalıtımının “O” geni tarafından kontrol edildiği bilinmektedir. “O” geni yönünden homozigot dominant bitkiler uzun, homozigot resesif bitkiler yuvarlak ve heterozigot bitkiler de oval şekilli olmaktadır. Meyve şekil indeksinin monogenik kalımlı olması nedeniyle, farklı ekolojik koşullardan çok fazla etkilenmemektedir (Gusmini ve Wehner, 2005b). Ancak bazı anaç × kalem kombinasyonlarında, aşı uyumsuzluğundan dolayı meyve şeklinde bozulmalar olabileceği ve meyve şekil indeksinin de kısmen değişebileceği bildirilmiştir (Sakata ve ark., 2007; Davis ve ark., 2008a).

Çalışmada aşısız ve farklı anaçlara aşılı karpuz genotiplerinde, meyvede kuru madde içerikleri yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde herhangi bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Meyvede kuru madde içeriği, aşısız karpuzda ortalama % 8.58, aşılı karpuzlarda ise %9.0 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Meyvede kuru madde içeriği en fazla; M3/C (%9.46), K11/C (%9.39) ve M 6/C (% 9.35) kombinasyonlarında tespit edilmiştir. Bu değer yönünden en düşük içerikli genotipler ise sırasıyla M7/C (% 8.55) ve Shintosa/C (% 8.58) olarak belirlenmiştir. Karpuz (Colla ve ark., 2006; Colla ve ark., 2007; Proietti ve ark., 2008; Roupael ve ark., 2008; Petropulos ve ark., 2014) ve hıyar (Li ve ark., 2006; Huang ve ark., 2009; Roupael ve ark., 2016) türlerinde yapılan birçok çalışmada, farklı anaçların ve aşılama işleminin meyvede kuru madde içeriği üzerine etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları belirtilen literatürlerle benzerlik göstermiştir.

Çizelge 2. Aşılı ve aşısız karpuzlara ait meyvelerde kabuk kalınlığı, şekil indeksi, kuru madde ve et sertliği değerleri

Kombinasyonlar	Kabuk kalınlığı (mm)	Meyve şekil indeksi	Kuru madde (%)	Meyve eti sertliği (N)
B1/C	16.09	0.95	9.12	18.73 cd
K6/C	17.90	0.96	9.28	13.75 g
K9/C	16.05	0.93	8.62	17.61 ef
K10/C	16.17	0.94	8.74	18.22 de
K11/C	17.45	0.91	9.39	17.75 e
M2/C	18.13	0.97	9.05	20.42 b
M3/C	18.17	0.88	9.46	18.47 de
M5/C	17.79	0.93	8.85	16.75 f
M6/C	17.55	0.98	9.35	22.53 a
M7/C	17.18	0.95	8.55	12.73 h
Argentario/C	18.24	0.98	9.05	20.46 b
Obez/C	17.48	0.93	8.92	18.96 cd
Shintosa/C	17.83	0.93	8.58	19.60 bc
C	16.30	1.00	8.65	10.73 i
P	ÖD	ÖD	ÖD	**
CV (%)	12.13	6.04	7.05	3.10

B: Bal kabağı, K: Kestane Kabağı, M: Türler arası melez (*C. maxima* × *C. moschata*), C: Aşısız Crisby F₁, **: P>0.01; ÖD: Önemli değil

Meyve eti sertliği, kalsiyum içeriği ile ilişkili bir karakterdir. Ancak su içeriği, transpirasyon, hücre adezyonu ve hücre duvarının yapısı da bu özelliği etkilemektedir (Saladié ve ark., 2007). İncelenen aşısız ve aşılı kombinasyonlarda meyve eti sertliğinde istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıklar olduğu bulunmuştur. Tüm aşılı karpuzlarda meyve eti, aşısız karpuzla (10.73 N) göre daha sert bulunmuştur (Çizelge 2). M6/C kombinasyonu en yüksek meyve et sertliği değeri (22.53 N) ile tek başına bir istatistiksel grup oluşturmuştur. Argentario/C (20.46 N) ve M2/C (20.42 N) hibrit genotiplerinde de meyve eti sertliği yönünden yüksek değerler elde edilmiştir. Anaç olarak kestane kabaklarına aşılana karpuzlarda meyve eti sertliği ortalama 16.83 N değeri ile diğer anaç gruplarına göre daha yumuşak meyve etine sahip olmuşlardır.

Birçok araştırma sonucu, aşılamanın genel olarak meyve eti sertliğini artırdığını göstermiştir (Taylor ve ark., 2006; Huitrón-Ramírez ve ark., 2009; Edelstein ve ark., 2014). Soteriou ve Kyriacou (2015), karpuzda anaç kullanımının meyve eti sertliğini ortalama %44-55 oranında arttırdığını bildirmiştir. Meyve eti sert olan karpuzlarda iç boşalması daha geç olmakta ve daha uzun süre muhafaza edilebilmektedir (Arslan, 2010). Bu nedenle, birçok anaç × kalem kombinasyonunda meyve eti sertliğini artırması hem üreticiler ve hem de tüketiciler yönünden istenen bir özelliktir.

Karpuz ıslah programlarında en önemli seleksiyon kriterlerinden birisi de SÇKM oranıdır. Wehner (2008), ideal bir tat için karpuzda SÇKM oranının minimum %10 olması gerektiğini bildirmiştir. Çalışmada incelenen tüm kombinasyonlarda SÇKM oranı % 11'in üzerinde bulunmuştur. Kullanılan anaçlar, karpuzdaki SÇKM oranını istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilemiştir.

Anaç/kalem kombinasyonlarında, M5/C (% 11.0) kombinasyonu hariç tüm kombinasyonlarda aşısız karpuzla göre daha fazla SÇKM değerleri elde edilmiştir. Aşılı karpuzlarda ortalama SÇKM % 11.93 ve aşısız karpuzda ise %11.27 olarak belirlenmiştir. (Çizelge 3). En yüksek SÇKM oranı, M6/C (% 12.87), M3/C (% 12.53) ve B1 (% 12.5) kombinasyonlarından elde edilmiştir. Söz konusu anaçlar bu yönleriyle anaç ıslah programında değerlendirilmektedir. Birçok araştırmacı; aşılı karpuzlarda, aşısız karpuzlara göre SÇKM oranının, % 22.5 (Salam ve ark., 2002), %6 (Arslan, 2010) ve % 5.3 (Karaca ve ark., 2012) oranlarında daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Elde ettiğimiz sonuçlar, bu çalışmalarla büyük oranda (M5/C hariç) uyum göstermektedir. Ancak birçok literatürde, aşısız ve aşılı karpuzlar arasında SÇKM değeri yönünden önemli derecede farklılığın olmadığı da bildirilmiştir (Miguel ve ark., 2004; Roberts ve ark., 2005; Taylor ve ark., 2006; Colla ve ark., 2007; Proietti ve ark., 2008; Bruton ve ark., 2009; Soteriou ve Kyriacou, 2015; Alan ve ark., 2017; Soteriou ve ark., 2017). Birçok araştırmacı; aşılı karpuzlarda SÇKM oranının kullanılan anaçla bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini belirtmişlerdir (Yetişir ve Sarı, 2003; Davis ve Perkins-Veazie 2005; Huitrón ve ark., 2007; Çandır ve ark., 2013; Oluk ve ark., 2017).

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçların bu kadar değişkenlik göstermesi; SÇKM'nin poligenik bir karakter olması nedeniyle ekolojik koşullardan daha çok etkilenmesi (Gusmini ve Wehner, 2005b) ve anaç/kalem kombinasyonlarının uyum performanslarının farklılık göstermesinden kaynaklanabilir.

Çizelge 3. Aşılı ve aşısız karpuzlara ait meyvelerde SÇKM, C vitamini, likopen değerleri ve duyu analizi sonuçları

Kombinasyonlar	SÇKM (%)	C vitamini (mg 100g ⁻¹)	Likopen (mg 100g ⁻¹)	Tat skalası	Olumsuz görüşler
B1/C	12.50 ab	14.22 bc	6.7 ab	4.35 a-c	-
K6/C	12.11 b-e	11.54 ef	6.7 ab	3.50 f	KK, HL
K9/C	12.17 b-d	12.83 cd	5.7 d	3.85 de	HL
K10/C	11.63 c-e	11.75 e	5.8 d	3.66 ef	HL
K11/C	11.33 de	13.02 b-d	5.8 d	3.85 de	HL
M2/C	12.15 b-e	13.14 b-d	6.3 c	4.87 a	-
M3/C	12.53 ab	10.63 f	6.4 bc	4.53 ab	HL
M5/C	11.00 e	11.08 f	6.5 a-c	3.94 c-e	HL
M6/C	12.87 a	12.25 d	6.8 a	4.05 b-d	-
M7/C	11.63 c-e	12.30 d	6.3 c	3.47 f	KK, YL
Argentario/C	12.17 b-d	15.25 a	5.2 e	4.29 a-d	HL
Obez/C	11.73 c-e	14.47 b	6.3 c	4.14 a-d	HL
Shintosa/C	11.33 de	14.20 bc	6.5 a-c	3.93 c-e	HL
C	11.27 e	12.28 d	6.3 c	4.08 b-d	-
P	*	**	**	**	
CV (%)	4.93	10.07	3.76	9.11	

B: Bal kabağı, K: Kestane Kabağı, M: Türler arası melez (*C. maxima* × *C. moschata*), C: Aşısız Crisby F₁, KK: Kabak Kokusu, HL: Hafif lif varlığı, YL: Yoğun lif varlığı, **: P>0.01; *: P>0.05

Aşısız ve farklı kabak anaçlarına aşılı karpuz kombinasyonları arasında, C vitamini içeriği yönünden istatistiksel olarak önemli seviyede farklılıkların olduğu saptanmıştır. Aşısız karpuzun C vitamini içeriği, 12.28 mg 100g⁻¹ olarak belirlenmiştir. Aşılı karpuzlar ise aşısız karpuzla göre, %30.3 azalış (M3/C) ile %17.09 (Argentario/C) artış arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 3). Kabak anaçlarının 8 adedine ait aşılı karpuzlarda, aşısız karpuzla göre C vitamini içeriği artarken, 5 anaç/kalem kombinasyonunda ise azalış olduğu tespit edilmiştir. Su kabağı anacı Argentario, C vitamini içeriğini en çok artıran anaç olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Yerel anaçlar arasında, B1 bal kabağı anacına aşılı karpuzlar 14.22 mg 100 g⁻¹ değeriyle 3., M2/C kombinasyonu ise 13.14 mg 100 g⁻¹ ile 5. sırada yer almışlardır. Karpuzun C vitamini içeriğini; Leskovar ve ark. (2004) 4.23-6.98 mg 100 g⁻¹, Mélo ve ark. (2006) 57.62 mg 100 g⁻¹ ve Tlili ve ark. (2011) 10.5-23.9 mg 100g⁻¹ olarak tespit etmişlerdir.

Proietti ve ark. (2008), *C. maxima* × *C. moschata* anaçlarına aşılı karpuzda C vitamini içeriğinin % 7.3 oranında artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Qin ve ark. (2014) karpuzda farklı anaç kalem kombinasyonlarında C vitamini içeriklerini inceledikleri çalışmada anaçlara göre artış veya azalışlar olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca hıyarda, aşılamanın C vitamini üzerine etkisinin olumlu olduğu tespit edilmiştir (Zhu ve ark., 2006; Huang ve ark., 2009).

Sebzeler arasında karpuz, en çok likopen içeren ürün olma özelliğini göstermektedir (USDA, 2017). Likopen içeriği; her ne kadar domates ile özdeşleştirilmiş olsa da karpuz, domatesten yaklaşık iki kat fazla likopen içeriğine sahiptir. Karpuzun içeriğinde bulunan toplam karotenoidlerin % 92'si likopenden oluşmaktadır. Likopen içeriğinin fazla ve beta karoten içeriğinin düşük olması; meyvede kırmızı rengin, tam tersi durumda ise sarı ya da turuncu rengin ortaya çıkmasına katkı sağlamaktadır (Lewinsohn ve ark., 2005). Araştırma sonuçlarına göre, farklı anaç/kalem kombinasyonları arasında likopen içeriği yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır. En yüksek likopen içeriği sırasıyla; M6/C (6.8 mg 100g⁻¹), B1/C (6.7 mg 100g⁻¹) ve K6/C (6.7 mg 100g⁻¹) kombinasyonlarında saptanmıştır (Çizelge 3). Argentario/C kombinasyonu (5.2 mg 100g⁻¹) ise likopen içeriği yönünden en son sırada yer almıştır. İncelenen anaç/kalem kombinasyonlarının; 8 tanesinin aşısız Crisby F₁ karpuz çeşidinden daha yüksek, 4 tanesinin ise daha düşük likopen içeriğine sahip oldukları tespit edilmiştir. Bir çok çalışmada, karpuzda aşılamanın likopen içeriğini olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Davis ve Perkins-Veazie, 2005; Taylor ve ark., 2006; Davis ve ark., 2008a; Proietti ve ark., 2008; Kyriacou ve ark., 2016). Çandır ve ark. (2013), incelemiş oldukları karpuzla aşılamanın 21 adet su kabağı anacından, 13 tanesinde likopen içeriğinin artış gösterdiğini belirlemişlerdir. Anaç kullanımının karpuzdaki likopen içeriğine etkisinin incelendiği çalışmalarda; anaç × kalem × lokasyon × yıl interaksyonlarına bağlı olarak

farklı sonuçlar elde edilmiştir (Bruton ve ark., 2009; Kyriacou ve ark., 2016; Özdemir ve ark., 2016; Liu ve ark., 2017). Benzer şekilde, Bang ve ark. (2010) karpuzdaki likopen içeriğinin; çeşit, olgunluk durumu ve ekolojik koşullara göre değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Panel testi puanları yönünden incelenen genotipler arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Aşılı kombinasyonlar içerisinde M2/C, M3/C ve B1/C kombinasyonları sırasıyla 4.87, 4.53 ve 4.35 puanları ile tat yönünden en beğenilen genotipler olmuşlardır (Çizelge 3). Duyusal analiz sonucunda, aşısız karpuz çeşidine ait meyvelere panelistler tarafından ortalama 4.08 puan verilmiştir. İncelenen anaçların kullanıldığı kombinasyonların; 5 tanesinin tat puanları, aşısız karpuzdan daha fazla olurken, 8 tanesinin ise daha düşük puan aldıkları belirlenmiştir. İncelenen genotiplere ait SÇKM oranları ile tat puanları arasında belirgin bir ilişki bulunmamıştır. Örneğin en yüksek tat puanını alan M2/C kombinasyonunun, SÇKM değeri yönünden orta sırada yer aldığı görülmüştür. Bu durum, SÇKM değerinin tat kalitesinin oluşmasında tek başına yeterli bir kriter olmadığını göstermektedir. Karpuzun tadı üzerine aşılamanın etkisinin incelendiği birçok araştırmada; tadın kullanılan anaca bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir (Yamasaki ve ark., 1994; Atasayar ve ark., 2005; Karaca ve ark., 2012; Oluk ve ark., 2012; Huang ve ark., 2016; Özdemir ve ark., 2016). Ülkemizde aşılı karpuzların tatsız olduğu ve kabak aroması içerdiği şeklinde gerek basın ve gerekse toplumda yaygın bir söylenti mevcuttur. Davis ve ark. (2008a), tat kalitesinin birçok parametreye bağlı olduğunu ve sebzelerde aşılama ile tat kalitesinin pozitif veya negatif yönde etkilenebileceğini ya da hiç etkilenmeyeceğini belirtmiştir. Panelistlerden bazıları; tat yönünden en düşük puanların verildiği K6/C ve M7/C kombinasyonlarında, aynı zamanda, hafif derecede kabak kokusuna rastlamışlardır (Çizelge 3). Diğer, 10 anaç/kalem kombinasyonunda ise herhangi bir kabak kokusu varlığı tespit edilmemiştir. Aşılı karpuzlarda meyvenin boyuna kesitinin orta kısmına doğru değişen düzeylerde lif oluşumları görülebilmektedir. Panelistlerden karpuz meyvelerinde liflilik oluşumu hakkında değerlendirme yapmaları da istenmiştir. B1/C, M2/C, M6/C ve aşısız karpuz genotiplerinde herhangi bir liflilik durumu bulunmamıştır. Ancak incelenen anaç/kalem kombinasyonlarının büyük bir kısmında hafif derecede lifli yapının (9 adet) olduğu saptanmıştır. Panelistler tarafından M7/C kombinasyonunda ise belirgin bir lifli yapının varlığı gözlenmiştir. Duyusal analiz test sonuçları birlikte değerlendirildiğinde; B1 ve M2 genotiplerine aşılı karpuzlara ait meyvelerin hem tat puanlarının yüksek olması ve hem de lifli yapı oluşturmamaları nedeniyle daha fazla öne çıktıkları tespit edilmiştir.

Görsel olarak yapmış olduğumuz incelemelerde, meyve et rengi yönünden kombinasyonlar arasında belirgin bir farklılık tespit edilememiştir. Ancak renk

bileşenlerini daha detaylı ortaya koyan sayısal renk parametreleri yönünden, farklı anaçların karpuzda meyve eti rengini istatistiksel olarak önemli seviyede etkilediği belirlenmiştir (Çizelge 4). Aşı kombinasyonları arasında; M5/C, K6/C ve B1/C sırasıyla; 37.42, 34.63 ve 34.27 “L” değerleri ile diğer kombinasyonlardan daha parlak oldukları saptanmıştır. Aşısız karpuzda göre (L: 33.13), incelenen anaçların altısında meyve et rengindeki parlaklık azalırken, yedi tanesinde ise arttırıcı yönde olumlu etkide bulunmuştur. “a” değeri yönünden de incelenen kombinasyonlar arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. M6/C kombinasyonu en yüksek (30.64), K11/C ise en düşük “a” değerine (24.28) sahip olmuştur. Fekete ve ark. (2015) ve Soteriou ve ark. (2017), anaçların karpuzun meyve etinin “a” değerini arttırdığını bildirmişlerdir. Araştırmada “b” değerleri, 14.06 (K11/C) ve 19.45 (M7/C) arasında ve istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılık göstermiştir. Anaçlara göre chroma değerleri, 28.07 (K11/C) ve 36.21 (M6/C) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4). Araştırma sonuçları aşılamanın, meyve eti doymunluğunu arttırdığını göstermiştir. Fekete ve ark. (2015) ve Soteriou ve ark. (2017) aşılı karpuzlarda aşısızla göre meyve eti renk doymunluğu değerinde artışlar olduğunu bildirmişlerdir. Özdemir ve ark. (2016) ve Alan ve ark. (2017) ise karpuzda renk doymunluk değerinin kullanılan anaca bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Kombinasyonlar arasında hue° renk açısı da önemli derecede değişkenlik göstermiştir. Hue° renk açısının düşük olması, meyvede kırmızı rengin daha iyi görünmesine sebep olmaktadır. Bu bakımdan; M6/C, B1/C, M3/C ve M2/C kombinasyonlarının diğerlerinden

daha yoğun bir kırmızı renk tonuna sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4). Birçok araştırma bulgusu, sebzelerde aşılamanın meyve et rengini etkilediğini göstermiştir (Lee, 1994; Davis ve ark., 2008a; Davis ve ark., 2008b). Ayrıca aşılı karpuzda meyve et rengine ait hue değerlerinin, anaca bağlı olarak değişkenlik gösterdiği de birçok çalışma sonucunda ortaya konulmuştur (Davis ve Perkins-Veazie, 2005; Karaca ve ark., 2012; Özdemir ve ark., 2016; Alan ve ark., 2017). Çalışmada aşısız karpuz ile farklı anaçlara aşılamanın karpuz meyvelerine ait uçucu aroma bileşikler analizi sonucunda, 48 adet aromatik bileşimin olduğu tespit edilmiştir. Kütüphane tarama yazılımının sinonim olarak tespit ettiği bileşikler birleştirilerek verilmiştir. Ayrıca yorumlamanın daha kolay yapılabilmesi için yapısal olarak birbirine çok yakın olan bileşikler de birleştirilmiştir. İncelenen aşı kombinasyonlarına ait meyvelerdeki aromatik bileşiklerin ortalama %48.0’inin aldehit, % 31.9’unun alkol, % 5.5’inin keton, % 2.9’unun fenol ve geriye kalan %11.7’inin ise diğer bileşiklerden oluştuğu belirlenmiştir (Çizelge 5). İncelenen kombinasyonlarda, en çok (E,Z)-2,6-nonadienal, (Z)-6-nonen-1-ol ve (Z,Z)-3,6-nonadien-1-ol bileşikler tespit edilmiştir. Araştırma bulguları, önceki yıllarda elde edilen araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Yajima ve ark., 1985; Beaulieu ve Lea, 2006; Saftner ve ark., 2007; Genthner, 2010; Fredes ve ark., 2017). Aşı kombinasyonlarından hasat edilen meyvelerde bulunan (E,Z)-2,6-nonadienal, toplam bileşiklerin %31.1’ini kapsayarak en fazla içeriğe sahip aldehit olarak tespit edilmiştir. (E,Z)-2,6-nonadienal, hıyar kokusu ile özdeşleştirilmiş bir bileşiktir (Buescher ve Buescher, 2001).

Çizelge 4. Aşılı ve aşısız karpuzlarda sayısal meyve eti renk değerleri

Kombinasyonlar	L	a	b	C*	h°
B1/C	34.27 b	28.62 ab	18.64 ab	34.19 a-c	30.48 d
K6/C	34.63 b	28.91 ab	17.94 a-c	34.05 a-c	31.69 b-d
K9/C	32.48 cd	27.17 b-d	18.17 a-c	32.69 a-d	33.55 bc
K10/C	33.68 bc	25.21 cd	15.59 cd	29.66 de	32.93 bc
K11/C	32.49 cd	24.28 d	14.06 d	28.07 e	33.57 bc
M2/C	33.68 bc	28.85 ab	17.60 a-c	33.80 a-c	31.46 cd
M3/C	32.63 b-d	29.71 ab	18.06 a-c	34.73 a-c	31.27 cd
M5/C	37.42 a	29.60 ab	18.82 ab	35.10 ab	32.23 b-d
M6/C	33.27 bc	30.64 a	19.35 a	36.21 a	29.99 d
M7/C	31.83 e	27.95 a-c	19.45 a	34.08 a-c	32.29 b-d
Argentario/C	32.98 bc	26.55 b-d	15.65 cd	30.83 cd	34.77 a
Obez/C	32.78 b-d	27.54 a-d	17.36 bc	32.58 b-d	32.05 b-d
Shintosa/C	31.87 e	28.47 a-c	18.80 ab	34.15 a-c	31.64 b-d
C	33.13 bc	27.57 a-d	17.22 bc	32.52 b-d	31.99 b-d
P	**	*	*	*	*
CV (%)	5.76	7.10	9.24	7.35	6.97

B: Bal kabağı, K: Kestane Kabağı, M: Türler arası melez (*C. maxima* × *C. moschata*), C: Aşısız Crisby F₁, **: P>0.01; *: P>0.05

Çizelge 5. Farklı kombinasyonlara ait karpuzlarda tespit edilen aromatik bileşiklerin oransal dağılımı (%)

	Keton				Alkol				Aldehit			Fenol	Diğerleri	
	Σ	1	2	3	Σ	4	5	6	Σ	7	8	9	10	Σ
B1/C	6.7c	-e	6.7b	-g	33.2b-d	20.8a	3.2h	9.2g	42.8bc	12.9c	-1	29.9ef	2.2f	15.1
K6/C	3.9g	2.3c	1.3i	0.3f	28.4ef	18.1bc	1.2i	9.1g	53.8ab	15.2b	9.6c	29.0e-g	2.6e	6.9
K9/C	7.1b	7.1a	-j	-g	26.8fg	3.1h	5.1f	18.6a	50.9c-e	14.8b	1.0k	35.1bc	4.2b	10.5
K10/C	5.0ef	-e	5.0de	-g	29.1ef	19.2b	-j	9.9fg	47.8cd	16.7a	1.6j	29.5e-g	2.9d	11.8
K11/C	4.6f	0.7d	3.9gh	-g	33.9bc	16.6d	-j	17.3b	44.6fg	11.9c	-1	32.7cd	3.0d	14.0
M2/C	8.1a	-e	7.7a	0.4e	34.2bc	17.4cd	6.4d	10.4ef	43.0g	6.0f	11.9a	25.1i	9.4a	5.3
M3/C	7.6b	-e	6.0c	1.6a	34.0bc	11.9fg	10.6b	11.5de	41.4e-g	7.8e	2.3i	31.3de	1.7g	10.1
M5/C	4.9f	-e	3.6h	1.3b	30.8de	13.0ef	7.9c	9.9fg	53.4a	7.6e	8.9d	36.9b	1.0i	4.4
M6/C	4.7f	-e	4.7ef	-g	25.5g	4.0h	3.0h	18.5a	52.8c	10.0d	3.0h	39.8a	1.3h	15.8
M7/C	4.1g	-e	4.1g	-g	29.7e	16.8d	3.9g	9.0g	48.9ab	12.3c	7.7e	28.9e-h	2.1f	6.4
Argentario/C	5.5d	5.2b	0.3j	-g	38.6a	16.8d	5.8e	16.0c	46.5fg	9.1d	11.1b	26.3hi	2.4ef	5.4
Obez/C	5.1d-f	-e	5.1d	-g	35.3b	10.8g	12.8a	11.7d	51.1cd	16.4a	6.2g	28.5f-h	2.6e	9.7
Shintosa/C	5.4de	-e	4.3fg	1.1c	32.4cd	14.0e	6.3de	12.1d	51.4cd	9.1d	7.0f	35.3b	1.2hi	7.0
C	4.7f	-e	4.1g	0.6d	35.0bc	13.7e	5.2f	16.1c	43.6d-f	9.9d	6.7fg	27.0g-i	3.5c	8.6
P	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	5.0	11.0	5.7	8.6	5.0	5.3	6.1	5.2	5.0	5.3	6.2	7.8	6.1	

(1): 3.5.5-trimethyl 2-cyclohexen-1-one, (2): Geranyl acetone, (3): 3-buten-2-one, (4): (Z)-6-nonen-1-ol, (5): 1-nonanol, (6): (Z,Z)-3,6-nonadien-1-ol, (7): 2-nonenal, (8): Nonanal, (9): (E,Z)-2,6-nonadienal, (10): 2.6 bis (1.1dimethylethyl)-4-methyl phenol, B: Bal kabağı, K: Kestane Kabağı, M: Türler arası melez (*C. maxima* × *C. moschata*), C: Aşısız Crisby F₁, **: P>0.01

Bu bileşik, aşısız karpuzda % 27 oranında bulunurken aşılı karpuzlarda % 25.1 (M2/C) ve % 39.8 (M6/C) arasında dağılım göstermiştir. Bu yönden M2 anaç adayı ümitvar bulunmuştur. (Z)-6-nonen-1-ol bileşiği, % 3.1 ve % 20.8 arasında dağılım göstererek alkoller arasında içerik yönünden ilk sırada yer almıştır (Çizelge 5). Fredes ve ark. (2017), bu bileşiğin kabak kokusunu arttırdığı ve türler arası melez kabak anacına aşılı kombinasyonlarda daha fazla artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız çalışmada bu bileşik oranları, kontrole göre 8 anaçta artış ve 5 anaçta ise azalış göstermiştir. (Z)-6-nonen-1-ol bileşiği yönünden en düşük değer; M6 anacına aşılı karpuzlarda tespit edilmiştir. (Z,Z)-3,6-nonadien-1-ol alkol bileşiği yönünden ise en düşük değerler M7/C (% 9.0), K6/C (% 9.1) ve B1/C (% 9.2) en yüksek değerler ise K9/C (% 18.6) ve M6/C (% 18.5) kombinasyonlarında tespit edilmiştir.

Genthner (2010), (Z,Z)-3,6-nonadien-1-ol aromatik bileşiği ile karpuz kokusu arasında pozitif korelasyon olduğunu bildirmiştir. Aşılı kombinasyonlar, aşısız kontrol çeşide göre bu bileşik yönünden %28 daha az içeriğe sahip olmuştur (Çizelge 5). Guler ve ark. (2014), su kabağına aşılı karpuz kombinasyonlarında bu bileşikte düşüş olduğunu saptamışlardır. Ancak çalışmamızdaki anaç kombinasyonlar arasında (Z,Z)-3,6-nonadien-1-ol yönünden önemli seviyede varyasyon olduğu bulunmuştur. M6/C kombinasyonunun, (Z,Z)-3,6-nonadien-1-ol içeriği aşısız karpuzdan daha yüksek olarak belirlenmiştir. Karpuz aroması yüksek çıkan bu anacın, ıslah programlarında kullanılması planlanmaktadır.

Araştırma bulguları, aşılamanın aromatik bileşiklerin miktarı üzerine etkisinin önemli olduğunu göstermiştir.

Ancak yapılan diğer çalışmalarda olduğu gibi, bu çalışmada da aromatik bileşiklerin oranları kıyaslandığında oldukça değişken seviyelerde oldukları tespit edilmiştir. Bu durum, aromatik bileşik ölçümlerinin çok hassas olması, aroma içeriğinin çevre koşullarından ve uygulanan yetiştirme tekniklerinden etkilenmesi gibi nedenlerden dolayı verilerin stabil olmamasından kaynaklanmış olabilir. Aroma bileşiklerinin, meyve tadını etkileyen kriterlerle ilişkisi yada tat üzerine etkisinin tam olarak ortaya konulması halen mümkün görünmemektedir. Çünkü, tespit edilen aromatik bileşik sayısı ile bu bileşiklerin miktarları, farklı anaç/kalem kombinasyonlarında çok farklı sayı ve oranlarda bulunmuştur. Üstelik tat; aroma bileşikleri, karotenoidler, şekerler ve ekolojik koşulların birbirleriyle olan etkileşimleri sonucu oluşmaktadır. Bu durumun daha net olarak ortaya çıkarılabilmesi için; gelecekte daha az genetik materyal kullanılarak, daha spesifik ve teknolojik çalışmaların yapılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

4. Sonuç

Araştırma sonucunda karpuzda anaç kullanımının meyve kalitesini büyük oranda değiştirdiği belirlenmiştir. Genel olarak meyve eti sertliği, kırmızı et rengi yoğunluğu ve SÇKM değerlerinde anaç kullanımı ile artışların olduğu tespit edilmiştir. Aşılı karpuz meyveleri, daha kalın kabuklu olarak belirlenmiştir. Yine anacın meyve kuru maddesi ve meyve şeklini değiştirmede saptanmıştır. C vitamini, likopen, tat skala puanları ve aroma bileşikleri ise kullanılan anaca bağlı olarak artmış yada azalmıştır. Meyve eti sert, SÇKM ve

likopen miktarı yüksek, lifsiz yapılı, kabak kokusu az ve karpuz kokusu fazla uçucu aromatik bileşikler içerir. Karpuz meyvesinin elde edilmesini sağlayan M6 anacı, meyve kalitesini arttıran en iyi yerli anaç adayları olarak tespit edilmiştir. Ayrıca doktora çalışması kapsamında yürütülmüş olan verim denemesi sonuçlarına göre; en yüksek verim değerine ulaşan M2 anacı da en yüksek tat puanını almış, meyve eti sert ve yoğun kırmızı renge sahip olmuştur. Kalite yönünden ön plana çıkan M6 ve M2 türler arası melez anaç adaylarının farklı lokasyonlarda ve farklı karpuz çeşidi kombinasyonlarıyla verim ve kalite denemeleri sonucunda tescil aşamasına getirilerek ilk yerli anaçların geliştirilmesi hedeflenmektedir.

5. Teşekkür

Bu çalışma; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (PYO.ZRT.1901.09.015) ve Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM-BS-2009-29) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Alan, Ö., Özdemir, N., Günen, Y., 2007. Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality, *Journal of Agronomy*, 6 (2): 362-365.
- Alan, O., Sen, F., Duzyaman, E., 2017. The effectiveness of growth cycles on improving fruit quality for grafted watermelon combinations. *Food Science and Technology*, DDOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.20817> (Erişim Tarihi: 15 Aralık 2017).
- Alexopoulos, A.A., Kondylis, A., Passam, H.C., 2007. Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5 (1):178-179.
- Arslan, Ö., 2010. Crisby karpuz çeşidinde aşılı üretimin derim sonrası kalite ve raf ömrüne etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 73 s., Hatay.
- Atasayar, A., Polat, E., Onus, N., 2005. Türkiye’de aşılı karpuz fidesi kullanımı üzerine genel değerlendirme, Türkiye II. Tohumculuk Kongresi, 51-58, 9-11 Kasım, Adana.
- Balkaya, A., Özcan, M., 1997. Sebzelerde kalite ve kaliteyi etkileyen faktörler. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu. 295-311. 21-24 Ekim, Yalova.
- Balkaya, A., Kurtar, E.S., Yanmaz, R., Özbakır, M., 2008. Karadeniz Bölgesinde kışlık kabak türlerinde kestane kabağı (*Cucurbita maxima* Duchesne) ve balkabağı (*Cucurbita moschata* Duchesne) gen kaynaklarının toplanması, karakterizasyonu ve değerlendirilmesi. TUBITAK TOVAG. Proje No: 104O144, 172 s.
- Balkaya, A., 2013. Aşılı karpuz yetiştiriciliğinde meyve kalitesini etkileyen faktörler. Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi, 2: 6-9.

- Bang, H., Davis, A., Kim, S., Leskovar, D., King, S.R., 2010. Flesh color inheritance and gene interactions among canary yellow, pale yellow and red watermelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135 (4), 362-368.
- Barua, A.B., 2001. Improved normal-phase and reversed-phase gradient high-performance liquid chromatography procedures for the analysis of retinoids and carotenoids in human serum, plant and animal tissues. *Journal of Chromatography A*, 936: 71-82.
- Beaulieu, J.C., Lea, J.M., 2006. Characterization and semiquantitative analysis of volatiles in seedless watermelon varieties using solid-phase microextraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (20),: 7789-7793.
- Bigdelo, M., Hassandokht, M. R., Roupahel, Y., Colla, G., Soltani, F., Salehi, R., 2017. Evaluation of bitter apple (*Citrullus colocynthis* (L.) Schrad) as potential rootstock for watermelon. *Australian Journal of Crop Science*, 11(6): 727.
- Bozan, B., Tunali, Z., Koşar, M., Altıntaş, A., Başer, K.H.C., 1996. Türkiye piyasasında bulunan kuşburnu ürünlerinde C vitamini tayini, Editör: Coşkun, M., X. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, 258-266, 22-24 Mayıs, Ankara.
- Bruton, B.D., Fish, W.W., Roberts, W., Popham, T.W., 2009. The influence of rootstock selection on fruit quality attributes of watermelon. *The Open Food Science Journal*, 3: 15-34.
- Buescher, R. H., Buescher, R.W., 2001. Production and stability of (E, Z)-2, 6-Nonadienal, the major flavor volatile of cucumbers. *Journal of food science*, 66(2): 357-361.
- Colla, G., Roupahel, Y., Carderelli, M., 2006. Effect of salinity on yield, fruit quality, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted watermelon plants. *HortScience*, 41 (3): 622-627.
- Colla, G., Roupahel, Y., Cardarelli, M., Temperini, O., Fanasca, S., Pierandrei, F., Salerno, A., Rea, E., 2007. Salt tolerance and mineral relations for grafted and ungrafted watermelon plants grown in NFT. *Proceeding VIIIth IS on Protected Cultivation in Mild Winter Climates. Acta Horticulturae*, 747: 241-248.
- Collins, J.K., Perkins-Veazie, P., 2006. Lycopene: from plants to humans. *HortScience*, 41 (5), 1135-1144.
- Çandır, E., Yetişir, H., Karaca, F., Üstün, D., 2013. Phytochemical characteristics of grafted watermelon on different bottle gourds (*Lagenaria siceraria*) collected from Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(4): 443-456.
- Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., 2005. Rootstock effects on plant vigor and watermelon fruit quality. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 29: 39-42.
- Davis, A. R., Perkins-Veazie, P., Hassell, R., Levi, A., King, S. R., Zhang, X., 2008a. Grafting effects on vegetable quality. *HortScience*, 43(6): 1670-1672.

- Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., López-Galarza, S., Maroto, J.V., Lee, S.G., Huh, Y.C., Sun, Z., Miguel, A., King, S.R., Cohen, R., Lee, J.M., 2008b. Cucurbit grafting. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 27: 50-74.
- Edelstein, M., Tyutyunik, J., Fallik, E., Meir, A., Tadmor, Y., Cohen, R., 2014. Horticultural evaluation of exotic watermelon germplasm as potential rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 165: 196-202.
- Fekete, D., Stéger-Máté, M., Böhm, V., Balázs, G., Kappel, N., 2015. Lycopene and flesh colour differences in grafted and non-grafted watermelon. *Acta Universitatis Sapientiae, Alimentaria*, 8(1): 111-117.
- Fita, A., Pico, B., Roig, C., Nuez, F. 2007. Performance of *Cucumis melo* ssp. *agrestis* as a rootstock for melon. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82(2): 184-190.
- Fredes, A., Roselló, S., Beltrán, J., Cebolla-Cornejo, J., Pérez-de-Castro, A., Gisbert, C., Picó, M.B., 2017. Fruit quality assessment of watermelons grafted onto citron melon rootstock. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(5): 1646-1655.
- Genthner, E.R., 2010. Identification of key odorants in fresh-cut watermelon aroma and structure-odor relationships of Cis,Cis-3,6-nonadienal and ester analogs with Cis,Cis-3,6-nonadiene, Cis-3-nonene and Cis-6-nonene backbone structures. Master of Science, Food Science and Human Nutrition in the Graduate College, University of Illinois, p.105, Urbana-Champaign.
- Guler, Z., Candir, E., Yetisir, H., Karaca, F., Solmaz, I., 2014. Volatile organic compounds in watermelon (*Citrullus lanatus*) grafted onto 21 local and two commercial bottle gourd (*Lagenaria siceraria*) rootstocks. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(4): 448-452.
- Gusmini, G., Wehner, T.C., 2005a. Foundations of yield improvement in watermelon. *Crop Science*, 45: 141-146.
- Gusmini, G., Wehner, T.C., 2005b. Review of watermelon genetics for plant breeders. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 28-29: 52-61.
- Huang, Y., Tang, R., Cao, Q., Bie, Z., 2009. Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. *Scientia Horticulturae*, 122(1): 26-31.
- Huang, Y., Zhao, L., Kong, Q., Cheng, F., Niu, M., Xie, J., Nawaz, A.M., Bie, Z., 2016. Comprehensive mineral nutrition analysis of watermelon grafted onto two different rootstocks. *Horticultural Plant Journal*, 2(2): 105-113.
- Huitrón, M.V., Diaz, M., Diáñez, F., Camacho, F., 2007. The effect of various rootstocks on triploid watermelon yield and quality. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 5 (3/4): 344-348.
- Huitrón-Ramírez, M.V., Ricardez-Salinas, M., Camacho, F., 2009. Influence of grafted watermelon plant density on yield and quality in soil infested with melon necrotic spot virus. *HortScience*, 44 (7): 1838-1841.
- Kafkas, E., 2004. Bazı çilek genotiplerinde aroma bileşiklerinin tayini ve aroma bileşikleri ile bazı meyve kalite kriterleri arasında ilişkiler. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 310, Adana.
- Karaağaç, O., 2013. Karadeniz Bölgesinden Toplanan Kestane Kabağı (*C. maxima* Duchesne) ve Bal Kabağı (*C. moschata* Duchesne) Genotiplerinin Karpuz Anaçlık Potansiyellerinin Belirlenmesi, (Doktora Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 238, Samsun.
- Karaağaç, O., Balkaya, A., 2013. Interspecific hybridization and hybrid seed yield of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) and pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.) lines for rootstock breeding. *Scientia Horticulturae*, 149: 9-12.
- Karaağaç, O., Balkaya, A., 2016. Kabak anaç ıslah programı ile geliştirilen yerli kabak anaç adaylarının hipokotil özellikleri ve aşılı karpuz fidesi üretiminde kullanılabilirlik durumlarının incelenmesi. 11. Sebze Tarım Sempozyumu, 11-13 Ekim, Ordu.
- Karaca, F., Yetişir, H., Solmaz, I., Candir, E., Kurt, Ş., Sari, N., Güler, Z., 2012. Rootstock potential of Turkish *Lagenaria siceraria* germplasm for watermelon: plant growth, yield and quality. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(2): 167-177.
- Kyriacou, M.C., Soteriou, G.A., Roupael, Y., Siomos, A.S., Gerasopoulos, D., 2016. Configuration of watermelon fruit quality in response to rootstock-mediated harvest maturity and postharvest storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(7): 2400-2409.
- Lee, J.M., 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits, *HortScience*, 29 (4): 235-244.
- Leonardi, C., Kyriacou, M., Gisbert, C., Oztekin, G.B., Mourão, I., Roupael, Y., 2017. Quality of grafted vegetables. In: *Vegetable Grafting: Principles and Practices*. Eds. G. Colla, F. Pérez-Alfocea and D. Schwarz. CAB International, Oxfordshire, UK, 216-244.
- Leskovar, D.I., Bang, H., Crosby, K.M., Maness, N., Franco, J.A., Perkins-Veazie, P., 2004. Lycopene, carbohydrates, ascorbic acid and yield components of diploid and triploid watermelon cultivars are affected by limited irrigation. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79 (1): 75-81.
- Lewinsohn, E., Sitrit, S., Bar, E., Azulay, Y., Meir, A., Zamir, D., Tadmor, Y., 2005. Carotenoid pigmentation affects the volatile composition of tomato and watermelon fruits, as revealed by

- comparative genetic analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 3142-3148.
- Li, H., Wang, M., Yu, X., Wang, H., Gao, J., Yu, C., 2006. Effect of different scions/rootstocks on quality of cucumber fruits in greenhouse. *Scientia Agricultura Sinica*, 39 (8):1611-1616.
- Liu, Q., Zhao, X., Brecht, J. K., Sims, C.A., Sanchez, T., Dufault, N.S., 2017. Fruit quality of seedless watermelon grafted onto squash rootstocks under different production systems. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. DOI 10.1002/jsfa.8338, (Erişim Tarihi: 15 Aralık 2017)
- Mélo, E.A., Lima, V.L.A.G., Maciel, M.I.S., Caetano A.C.S., Leal, F.L.L., 2006. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. *Brazilian Journal Food Technology*, 9 (2): 89-94.
- Miguel, A., Maroto, J.V., San Bautista, A., Baixauli, C., Cebolla, V., Pascual, B., Lopez, S., Guardiola, J.L., 2004. The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of Fusarium wilt. *Scientia Horticulturae*, 103: 9-17.
- Oluk, C.A., Aras, V., Ağçam, E., Akyıldız, A., Sari, N., Göçmen, M., 2012. Investigation on fruit quality of grafted watermelon, Cucurbitaceae 2012, Proceedings of the Xth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae, 15-18th October, 361-367, Antalya, Turkey.
- Oluk, A.C., Aras, V., Ağçam, E., Akyıldız, A., Sari, N., 2017. Some biochemical characteristics of grafted watermelon. *The Horticultural Society of India*, 74(1): 71-74.
- Özdemir, A.E., Çandır, E., Yetişir, H., Aras, V., Arslan, Ö., Baltaer, Ö., Üstün, D., Ünlü, M., 2016. Effects of rootstocks on storage and shelf life of grafted watermelons. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 89: 191-201.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J.K., 2004. Flesh quality and lycopene stability of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, 31: 159-166.
- Perkins-Veazie, P., Collins, J.K., Davis, A.R., Roberts, W., 2006. Carotenoid content of 50 watermelon cultivars. *Journal of Agriculture Food Chemistry*, 54: 2593-2597.
- Petropoulos, S. A., Olympios, C., Ropokis, A., Vlachou, G., Ntatsi, G., Paraskevopoulos, A., Passam, H. C., 2014. Fruit volatiles, quality, and yield of watermelon as affected by grafting. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 16(4): 873-885
- Proietti, S., Roupshael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazio, M., Zacchini, M., Rea, E., Moscatello, S., Battistelli, A., 2008. Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88: 1107-1114.
- Qin, Y., Yang, C., Xia, J., He, J., Ma, X., Yang, C., Zheng, Y., Lin, X., He, Z., Huang, Z., Yan, Z., 2014. Effects of dual/threefold rootstock grafting on the plant growth, yield and quality of watermelon. *Not Bot Horti Agrobo*, 42(2):495-500.
- Roberts, W., Bruton, B., Popham, T., Fish, W., 2005. Improving the quality of fresh-cut watermelon through grafting and rootstock selection. *Watermelon Research Group, HortScience*, 40 (3): 871.
- Roupshael, Y., Cardarelli, M., Colla, G., 2008. Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation, *HortScience*, 43 (3): 730-736.
- Roupshael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A., Colla, G., 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*, 127(2), 172-179.
- Roupshael, Y., Rea, E., Cardarelli, M., Bitterlich, M., Schwarz, D., Colla, G., 2016. Can adverse effects of acidity and aluminum toxicity be alleviated by appropriate rootstock selection in cucumber?. *Frontiers in plant science*, 7, (1283), 1-12. Doi 10.3389/fpls.2016.01283.
- Saftner, R., Luo, Y., McEvoy, J., Abbott, J. A., Vinyard, B., 2007. Quality characteristics of fresh-cut watermelon slices from non-treated and 1-methylcyclopropene and/or ethylene-treated whole fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 44: 71-79.
- Sakata, Y., Ohara, T., Sugiyama, M., 2007. The history and present state of the grafting of Cucurbitaceous vegetables in Japan. III. International Symposium on Cucurbits, *Acta Horticulturae*, 731: 159-170.
- Saladié, M., Matas, A. J., Isaacson, T., Jenks, M.A., Goodwin, S.M., Niklas, K.J., Xiaolin, R., Labavitch, J.M., Shackel, K.A., Fernie, A.R., Lytovchenko, A., O'Neill, M.A., Watkins, C.B., Rose, J. K.C., 2007. A reevaluation of the key factors that influence tomato fruit softening and integrity. *Plant Physiology*, 144(2): 1012-1028.
- Salam, M.A., Masum, A.S.M.H., Chowdhury, S.S., Dhar, M., Saddeque, M.A., Islam, M.R., 2002. Growth and yield of watermelon as influenced by grafting. *J. Biol. Sci*, 2(5): 298-299.
- Soteriou, G.A., Kyriacou, M.C., 2015. Rootstock-mediated effects on watermelon field performance and fruit quality characteristics. *International journal of vegetable science*, 21(4): 344-362.
- Soteriou, G.A., Papayiannis, L.C., Kyriacou, M.C., 2016. Indexing melon physiological decline to fruit quality and vine morphometric parameters. *Scientia Horticulturae*, 203: 207-215.
- Soteriou, G.A., Siomos, A.S., Gerasopoulos, D., Roupshael, Y., Georgiadou, S., Kyriacou, M.C., 2017. Biochemical and histological contributions to textural changes in watermelon fruit modulated by grafting. *Food Chemistry*, 237:133-140
- Shalit, M., Katzir, N., Tadmor, N., Larkov, O., Burger, Y., Shalekhet, N., Lastochkin, E., Ravid, U., Amar, O., Edelstein, M., Karchi, Z., Lewinsohn, E., 2001. Acetyl Co-A: Alcohol acetyl transferase activity

- and aroma formation in ripening melon fruits. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 49: 794-799.
- Taylor, M., Bruton, B., Fish, W., Roberts, W. 2006. Cost benefit analyses of using grafted watermelons for disease control and the fresh-cut market. *Proceeding Cucurbitaceae*, 277-285.
- Tlili, I., Hdider, C., Lenucci, M.S., Riadh, I., Jebari, H., Dalessandro, G., 2011. Bioactive compounds and antioxidant activities of different watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars affected by fruit sampling area. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24 (3): 307-314.
- USDA, 2017. Nutrient Food Composition Databases, Available at <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/list> (Erişim tarihi: 15 Aralık 2017).
- Wehner, T.C., 2008. Watermelon, Editors: Prohens, J., Nuez, F., *Handbook of Plant Breeding; Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, and Cucurbitaceae*, Springer Science Business LLC, New York, 381-418.
- Yajima, I., Sakakibara, H., Ide, J., Yanai, T., Hayashi, K., 1985. Volatile flavor components of watermelon (*Citrullus vulgaris*). *Agricultural Biology and Chemistry*, 49: 3145-3150.
- Yamasaki, A., Yamashita, M., Furuya, S., 1994. Mineral concentrations and cytokinin activity in the xylem exudate of grafted watermelons as affected by rootstocks and crop load. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 62(4): 817-826.
- Yetişir, H., Sarı, N., 2003. Effect of rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Au:1269-1274*.
- Yetişir, H., 2017. History and current status of grafted vegetables in Turkey. *Chronica Horticulturae*, 57 (1): 13-18.
- Zhu, J., Bie, Z., Xu, R., Tang, M., Pei, Y., 2006. Effects of different rootstocks on the growth yield and quality of cucumber fruits. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 25 (6).



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.385380

Bazı firmalarca kültivatörler için üretilen dar uç demirlerinin farklı yüklenmeler altında deformasyon davranışının sonlu elemanlar analizi ile belirlenmesi

Aslan Şahin, Ebubekir Altuntaş*, Umut Güleç

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü
*Sorumlu yazar/corresponding author: ebubekir.altuntas@gop.edu.tr

Geliş/Received 29/01/2018

Kabul/Accepted 26/04/2018

ÖZET

Bu çalışmada, A, B, C ve D firmalarının imal ettikleri kültivatör dar uç demirlerinin 6 farklı yük altında gerilme ve deformasyonları sonlu elemanlar metodu (SEM) ile SolidWorks Simulation Sonlu Elemanlar Kodu kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada, 6 farklı statik yüklenme senaryosu (S1, S2, S3, S4, S5 ve S6) uygulanmış ve sırasıyla 500 N, 1000 N, 1500 N, 2000 N, 2500 N ve 3000 N olarak dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda, S6 yüklenme kuvveti altında kültivatör dar uç demirlerinde meydana gelen eşdeğer gerilme değerleri 145.948 MPa'dan 242.729 MPa'ya kadar, deformasyonlar (yer değiştirmeler) ise 0.539 mm'den 0.889 mm'e kadar değişmiştir. Minimum yüklenme durumu (500 N) için sırasıyla B dar uç demirinde (49.006 MPa) ve C dar uç demirinde (36.742 MPa), diğer dar uç demirlerine göre daha yüksek ve daha düşük eşdeğer gerilme değerleri bulunmuştur. Maksimum yüklenme durumu (3000 MPa) için ise sırasıyla B dar uç demirinde (242.729 MPa) ve A dar uç demirinde (145.948 MPa), diğer dar uç demirlerine göre daha yüksek ve daha düşük eşdeğer gerilme değerleri bulunmuştur. Deformasyon (yer değiştirme) açısından, minimum yüklenme durumu (500 N) için sırasıyla B dar uç demirinde (0.146 mm) ve C dar uç demirinde (0.086 mm), diğer dar uç demirlerine göre daha yüksek ve daha düşük deformasyon değerleri bulunurken, maksimum yüklenme durumu (3000 MPa) için ise sırasıyla B dar uç demirinde (0.889 mm) ve C dar uç demirinde (0.539 mm) değerleri ile diğer dar uç demirlerine göre daha yüksek ve daha düşük deformasyon değerleri bulunmuştur. A, B, C, D dar uç demirleri için maksimum yüklenme durumu için 145.948-242.729 MPa aralığındaki eşdeğer gerilme değerleri, uç demiri malzemelerinin akma gerilme değerleri olan 460.0-591.4 MPa aralığındaki değerlerden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tanımlanan yüklenme koşullarında dar uç demirleri için plastik deformasyon hasarı görülmemiştir.

Anahtar Sözcükler:
Toprak işleme makineleri
Bilgisayar destekli tasarım/mühendislik
Sonlu elemanlar analizi
Gerilme analizi
deformasyon

Determination of deformation behaviour of the cultivator narrow shares manufactured by the different firms under various loading conditions by means of finite element analysis

ABSTRACT

In this study, the stresses and deformations (displacements) of the cultivator narrow shares manufactured by different firms (A, B, C, and D) applied under 6 different loads were investigated using the SolidWorks Simulation Finite Element Code with the finite element method (SEM). The six different static loading scenarios and forces (S1, S2, S3, S4, S5, and S6; S1=500 N, S2=1000 N, S3=1500 N, S4=2000 N, S5=2500 N, S6=3000 N) were applied to the cutter blade of cultivator shares, respectively. According to the results of this study, the maximum equivalent stress and the deformations (displacements) occurring on cultivator narrow shares under S6 loading force varied from 145.948 to 242.729 MPa and from 0.539 to 0.889 mm, respectively. For the minimum load scenario (500 N), there are higher and lower equivalent stress values at B narrow share (49.006 MPa) and C narrow share (36.742 MPa) than the other narrow shares, respectively. For maximum load scenario (3000 MPa), the higher and lower equivalent stress values were found in B narrow share (242.729 MPa) and A narrow share (145.948 MPa), respectively than the other narrow shares. In terms of deformation (displacement), for the minimum load scenario (500 N), there are higher and lower deformation values in B narrow share (0.146 mm) and C narrow share (0.086 mm)) than the other narrow shares, respectively, while for the maximum load scenario (3000 N), there are higher and lower deformation

Keywords:
Tillage tools
Computer aided design/engineering,
Finite element analysis
Stress analysis
deformation

values were found in B narrow share (0.889 mm) and C narrow share (0.539 mm), respectively, than the other narrow shares. Equivalent stress values in the range of 145.948-242.729 MPa for A, B, C, D narrow shares were found to be lower than the yield stress values of 460.0-591.4 MPa. No plastic deformation damage was observed for the narrow shares under defined loading scenarios.

1. Giriş

Teknolojik bilgiye ulaşma ve bilgiyi kullanma ve bu konudaki hızlı değişimler, tarım makinaları imalat sektörünü de olumlu şekilde etkilemiştir. Ülkemizde, tarım makinaları imalatçıları, bu teknolojiyi kullanmada yetersiz kaldığı gibi, Ar-Ge çalışmalarında da oldukça yetersiz düzeyde bulunmaktadır. İmalatçı firmaların pazarlama sorunlarına çözüm bulamama, rekabet politikaları ve kaliteyi uygulayamama, yanında gelecekteki üretim planlarını da tam anlamıyla yapamadığı görülmektedir (Arın ve ark., 2010).

Toprak işleme aletlerinin işleyici organı olan uç demirinin sürtünmesine; malzeme özellikleri, toprak tipi, toprak özellikleri, yüzey özellikleri, ilerleme hızı ve yüklenme durumu vb. birçok faktör etkilidir (Metinoğlu ve ark., 2006). Kültivatör uç demirleri, sertlik, yapış, boyut-tolerans ve malzeme yönünden TS 2384 standardına göre yapılmalıdır (Babacan, 1995). Çalışma koşullarında işlevlerini yerine getirebilmesi yanında, toprak işleme etkinliği ve performansı açısından da kültivatör uç demirlerinin malzeme özellikleri ve mukavemet özelliklerinin bilinmesi büyük önem arz etmektedir. Kültivatör uç demirleri; kazayağı, dar, üçgen vb. farklı geometrilerde imal edilmekte, bu amaçla, eski kamyon makasları, hurda gemi sacları ve imalat çeliği dışında imalatçılar tarafından ıslah ve sementasyon çelikleri de kullanılabilir (Güleç, 2012). Kültivatör uç demirleri; çeki, bası, kesme, eğilme, burulma kuvvetlerine karşı dirençli olmalıdır. İmal edilen farklı geometri ve malzemedeki tarımsal alet-makinalarının mukavemet ve deformasyon davranışlarının, bilgi teknolojisi ve ilgili yazılım programlarının kullanımları ile hesaplanabilmesi ve yorumlanabilmesi mümkündür.

Toprak işleme aletleri ve özellikle kültivatör çatı, ayak, uç demiri vb. parçalarının çalışma koşullarında oluşabilecek kuvvet, gerilme ve yer değiştirmeleri; tarım makinaları imalatına yönelik tasarımcılar tarafından çalışma şartları simüle edilerek tasarlanıp analiz edilerek değerlendirilebilmektedir. Simülasyonla tahmini hesaplamaların yapılmasıyla, tasarımcılar, imalat esnasında mevcut araştırma sonuçlarını kullanarak ekipman üzerinde imalat optimizasyonunu yapabilmektedir. Bir matematiksel model olan ve karmaşık geometrik şekilli cisimlerin gerilme analizlerini, statik ve dinamik yükler altında yer değiştirmelerin değerlendirmesini yapabilen Sonlu Elemanlar Metodu (SEM), tarım makinaları imalat sektöründe kullanılabilir (Makange ve ark., 2015). Kültivatör imalatında olabilecek yanlış konstrüksiyon ve malzeme kullanımının önüne geçilmesi, daha uzun ve verimli çalışan makina ve parçaların SEM yardımıyla tasarlanması ve

optimizasyonu mümkün olabilmektedir. İmalatta sağlanan tasarım optimizasyonu, ülke ekonomisine önemli katkılar sağlanabilecek ve imalattaki kayıpların önüne geçebilmesi de mümkün olabilecektir.

Sonlu Elemanlar Metodu (SEM)'nin bir çok tarım alet-makinasında mukavemet analizi için kullanıldığı görülmektedir. Örneğin; pulluk deve boynu (Zeytinoğlu, 2002; Gürsel ve Köftelioğlu, 2006), dipkazan (Çelik ve ark. 2008), yaylı tip toprak işleme aleti ayakları (Polat, 2012), çapa makinası bıçağı (Gök ve ark., 2012) ve rotovator bıçakları (Mandal ve ark., 2013) verilebilir. Buna ilaveten, Akinci ve ark. (2005), rototillerin transmisyon dişlisini, Çelik ve ark. (2009), paletli traktör bıçağının destek aksının hasar analizini; Çelik (2012), tamburlu çayır biçme makinasının gerilme dağılımları ve deformasyon davranışlarını; Argun (2011), ön yüklemeli bağlantılarda kullanılan gerilme üçgenini SEM kullanarak araştırmış; Bahadır ve ark. (2009), harman makinasında kullanılan batör milinin gerilme analizini; Görürlyılmaz (2009), traktör kabinlerinin statik yüklenme denemesini simüle etmişler, Zeytinoğlu (2006), tarım alet - makinalarının çeki okundaki çeki halkasının zorlanmalara ilişkin gerilmelerini analiz etmişlerdir.

Kültivatör konusunda Makange ve ark. (2015), Çelik ve ark. (2007), Polat (2012), Polat ve ark. (2012) tarafından SEM ile mukavemet analizlerine yönelik çalışmalar da mevcuttur. Farklı malzemelerden, farklı geometri ve ölçüdeki kültivatör uç demirlerinin SEM ile mukavemet analizlerinin birlikte incelendiği çalışmalara literatürlerde rastlanılmamıştır. Bu amaçla bu çalışmada, yöre çiftçileri tarafından kullanılan ve Amasya ve Çorum illerinde bulunan tarım makinaları imalatçıları tarafından yapılan dar uç demirli kültivatörlerin SolidWorks 3D parametrik katı modelleme yazılımı ile katı modelleri oluşturularak, Solidworks Simulation SEM kodu/yazılımı ile tanımlanan 6 farklı yük altında gerilme ve deformasyon davranışları incelenmiştir.

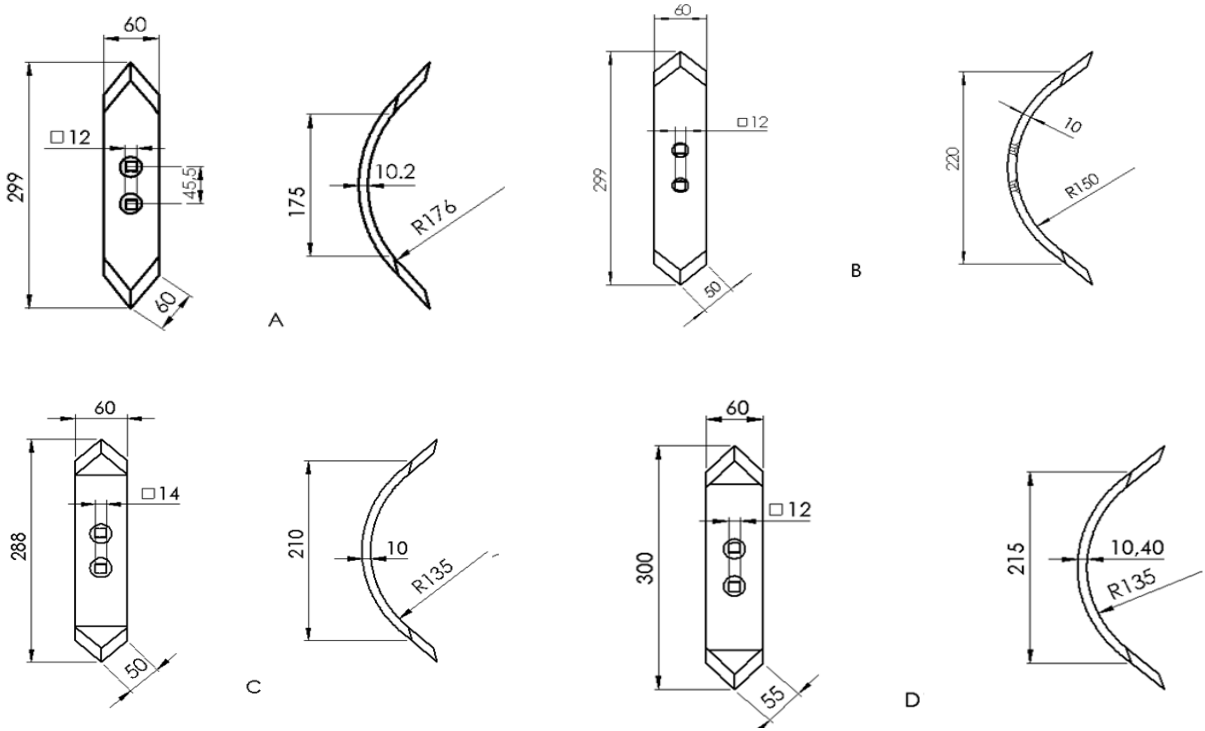
2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, Güleç (2012) tarafından yapılan tezde yer alan Amasya ve Çorum yöresinde kültivatör imalatı yapan 4 farklı imalatçının imal ettikleri dar uç demirleri araştırma materyali olarak kullanılmıştır. Çalışmada, araştırma materyali olarak kullanılan dar uç demirlerine ait teknik ölçüler ve malzeme özellikleri sırasıyla Çizelge 1 ve Şekil 1'de verilmiştir (Güleç, 2012). Kültivatör dar uç demirlerinin mukavemet analizleri için sonlu elemanlar metodu uygulamasındaki yapılan işlem aşamaları; üç boyutlu modelleme (Şekil 2) ve malzeme tanımlama, uç demirlerinin mukavemet analizi ve analiz

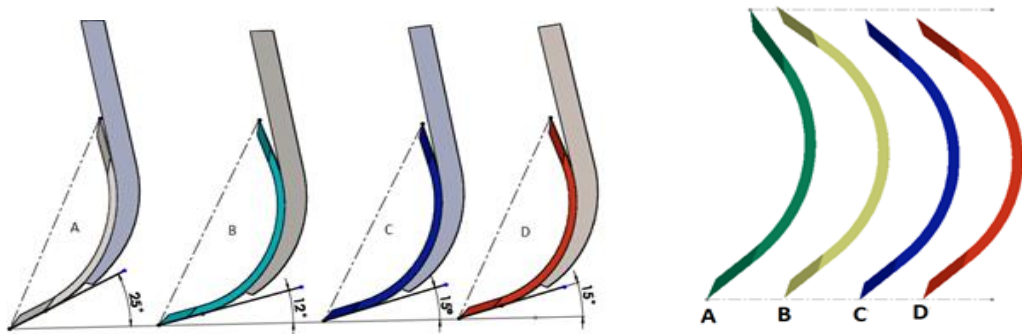
Çizelge 1. Araştırmada kullanılan kültivatör dar uç demiri malzeme kodları ve malzeme özellikleri

Firma	Malzeme No ve tipi (DIN)	Malzeme Özellikleri				
		Akma Mukavemeti (MPa)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Elastisite Modülü (GPa)	Yoğunluk (kg/m ³)	Poisson oranı
A	1.7035 41 Cr4 Islah Ç.	571.0	815.7	214	7850	0.28
B	1.0501 C35 Islah Ç.	591.4	713.7	214	7850	0.28
C	1.7035 41 Cr4 Islah Ç.	571.0	815.7	214	7850	0.28
D	1.1540 * C50 Islah Ç.	460.0	460.0	214	7850	0.28

(*): Malzeme kodu ve malzeme özelliklerine ait değer katalogtan alınmıştır. Diğer malzemeler, SolidWorks program kütüphanesinden alınmıştır.



Şekil 1. A, B, C, D firmalarının imal ettiği kültivatör dar uç demirlerinin konstrüktif özellikleri



Şekil 2. Kültivatör dar uç demirlerinin katı model çizimleri ve aralarındaki şekilsel ve açısıl farklar

sonuçların değerlendirilmesi şeklindedir (Solidworks, 2016).

Katı modellemesi yapılan kültivatör dar uç demirlerinin Solidworks 3D parametrik katı modelleme yazılımı (Solidworks Simulation sonlu elemanlar kodu/yazılımı) ile farklı çalışma koşulu ve yüklenme durumları için literatür çalışmaları incelenmiş olup 6 farklı yüklenme senaryosu oluşturulmuştur. Bu amaçla, simülasyonda sırasıyla malzeme seçimi, bağlantı elemanları, yüklenme koşulları ve sonlu elemanlara ayırma işlemleri statik analiz ortamında tanımlanmıştır.

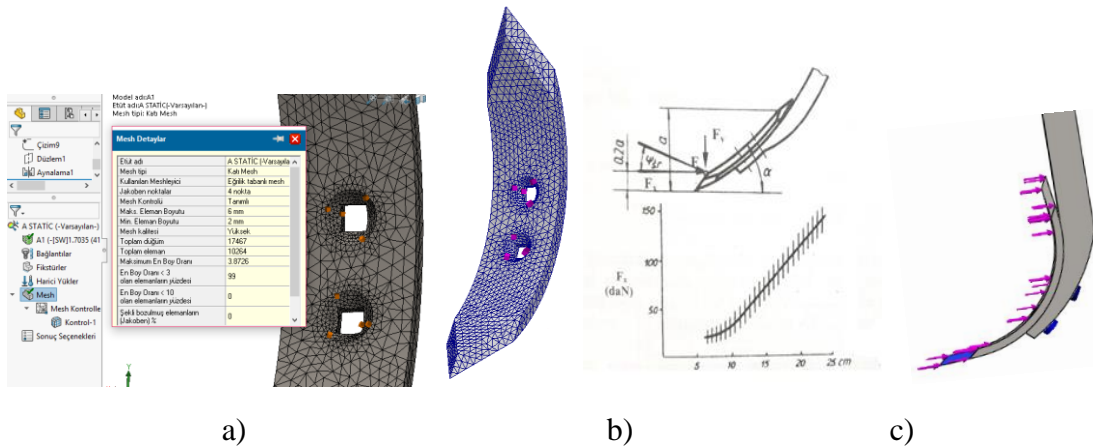
Dar uç demirlerinin statik analiz işleminde, kültivatör ayak bağlantısı için uç demirlerinin delik ölçülerine uygun olan 7/16 inç (11 mm) ölçüsünde havşa başlı özel bıçak civatası (DIN 605) kullanılmış olup, 30 N m döndürme momenti dikkate alınmıştır. Literatürler incelenerek, kültivatörde bir uç demiri için uygulanan yük (çeki kuvveti); toprak yapısı ve çeki hızına bağlı olarak değişkenlik gösterdiği için farklı yüklenme senaryosu koşulları için sırasıyla; S1=500 N, S2=1000 N, S3=1500 N, S4=2000 N, S5=2500 N, S6=3000 N yükler çalışmada dikkate alınmıştır (Alkan ve Bayhan, 2003; Gürsel ve Köftecioglu, 2006; Çelik ve ark. 2007; Çelik ve ark. 2008; Topakci ve ark. 2010; Shinde ve ark. 2011; Gök ve ark. 2012; Polat ve ark. 2012; Shinde ve Kajale, 2012; Mandal ve ark. 2013; Makange ve ark., 2015).

Çalışmada, kültivatör dar uç demirleri modellerinin sonlu elemanlara küçük elemanlara bölünmesi yani modelin en uygun olan küçük parçalara ayrılması (ağ oluşturma, meshleme) dikkate alınmıştır. Sonlu eleman boyutu (elemanlara ayırma büyüklüğü), analiz sonuçlarını önemli derecede etkilemektedir (Yaman ve ark. 2011). Çalışmada standart meshleme yerine eğrilik tabanlı mesh yapısı kullanılmıştır. Eğrilik tabanlı meshler, yüksek eğrilik alanlarında otomatik olarak (mesh kontrolüne gerek kalmadan) daha fazla eleman oluşturmaktadır (SolidWorks, 2014). Ağ oluşturma

işlemi, düğüm noktalarının ve elemanların koordinatlarını oluşturur. Klasik sonlu elemanlar analizinde, sonuçların doğruluğu ve gerçekliğe yakınlığı çoğunlukla eleman sayısına bağlıdır. Eleman sayısı arttıkça, sonuçlar daha gerçeğe yakın çıkar (Argun, 2011). Çalışmada, gerilme değişimlerinin yüksek ve sık olduğu bölgelerde eleman sayısı artırılarak elde edilen sonucun hassasiyeti artırılmıştır (Argun, 2011; Ekinci, 2011).). İncelenen dar uç demirlerinde kullanılan meshleme metodu ise dört üçgen yüzlü (Tetrahedrons) yapı olup, A dar uç demirinin meshleme işlemi sonucunda, 10264 eleman ve 17467 düğüm noktası oluşturulmuştur (Şekil 3a).

Yüklenme senaryo koşullarında yapılacak gerilme analizlerinde, kültivatör sabit ayağı için 30x30x200 mm ölçülerinde bir parça kullanılmış olup bu parça, analiz çalışmalarının dışında tutulmuş ve değişmez şekil olarak tanımlanmıştır. Analiz sonuç resimlerinde, bağlantı deliklerinde oluşan gerilmelerin görülebilmesi ve değerlendirilebilmelerin yapılması için civata gösterimleri gizlenmiştir.

Kültivatörle çalışmada bileşke toprak direncinin düşey bileşeni (F_y), ayağı toprağa doğru batmaya zorlayarak iş derinliğini arttırmaya çalışır. Yatay bileşen (F_x) ise uç demirinin ilerlemesini güçleştirir. Bileşke toprak direncinin yatay bileşeni, çeki kuvveti tarafından karşılanır (Gökçebay, 1986) (Şekil 3 b). Her bir kültivatör dar uç demiri için 6 farklı yüklenme senaryosu (S1, S2, S3, S4, S5, S6), ilerleme yönünün tersi yönünde ve ayağa bağlı uç demirlerinden uygulanacak şekilde yapılmıştır. Kültivatörlerin çalışması sırasında uç demiri göğüs açısından kaynaklanan yatay yöndeki kuvvetlere oranla düşey yöndeki kuvvetlerin çok küçük olmasından dolayı gerilme ve yer değiştirme analizinde, düşey yöndeki kuvvetler ihmal edilmiş ve yatay yöndeki kuvvet bileşeni çeki kuvveti olarak dikkate alınmıştır (Şekil 3c).



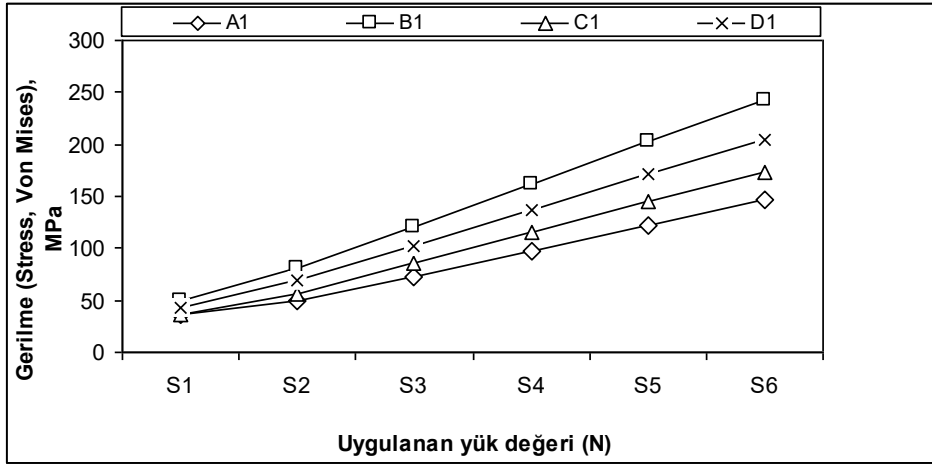
Şekil 3. Kültivatör dar uç demirlerinde Meshleme çalışması ve kuvvet dağılımları

3. Bulgular ve Tartışma

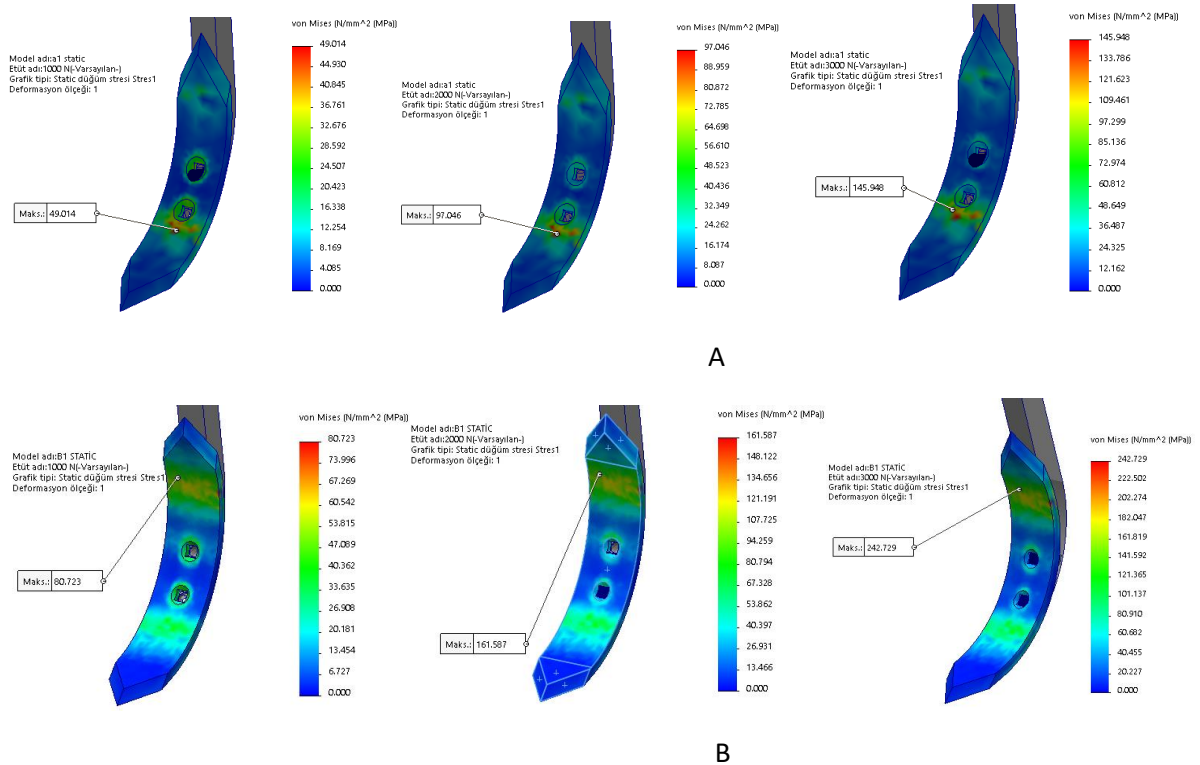
3.1. Gerilme analiz sonuçları

A, B, C ve D firmalarının kültivatör dar uç demirlerinin çalışma koşullarının simüle edildiği 6 farklı yüklenme senaryosu durumu için, analizler ayrı ayrı yapılmış olup, firmalara ait dar uç demiri için tüm yüklenme durumları analiz edilmiştir. S2, S4 ve S6

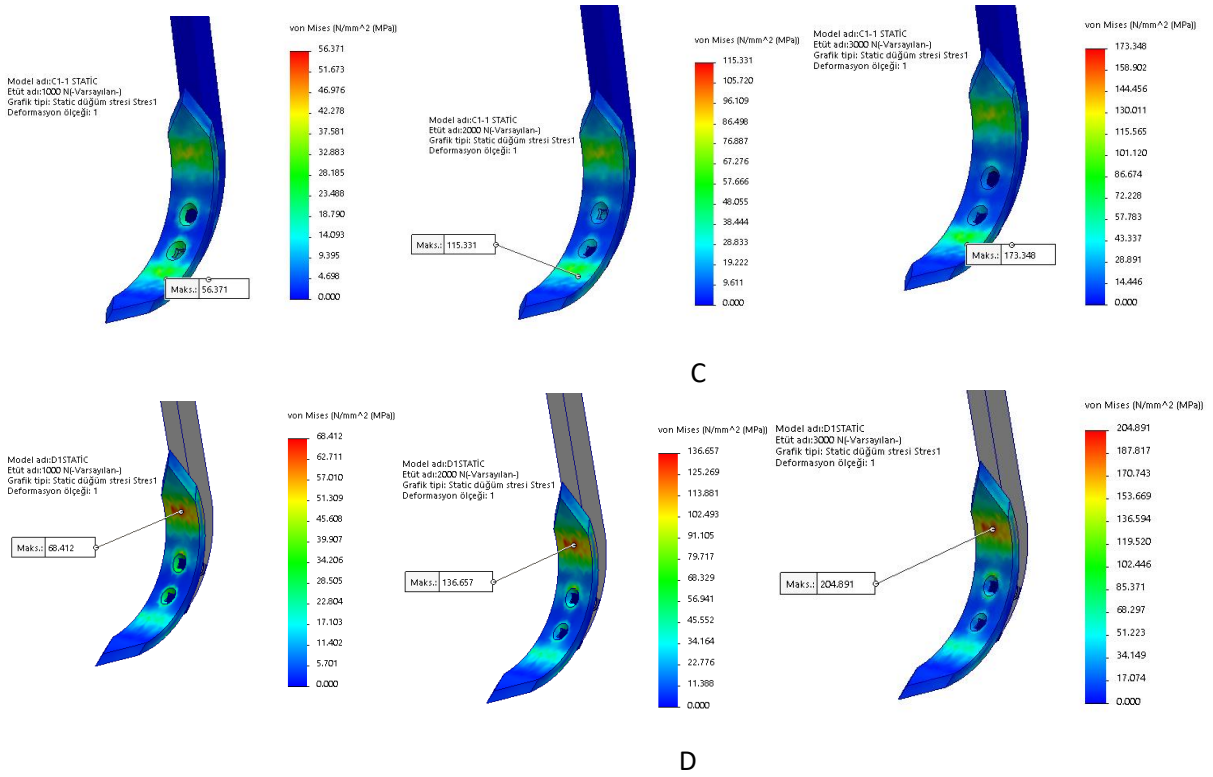
yüklenme koşullarında dar uç demirinin statik gerilme analiz sonucu maksimum değerler sırasıyla A dar uç demiri için sırasıyla 49.014 MPa, 97.046 MPa ve 145.948 MPa; B uç demiri için sırasıyla 80.723 MPa, 161.587 MPa ve 242.729 MPa; C uç demiri için sırasıyla 56.371 MPa, 115.331 MPa ve 173.348 MPa; D uç demiri için sırasıyla 68.412 MPa, 136.657 MPa ve 204.891 MPa olarak belirlenmiştir (Şekil 4, Şekil 5).



Şekil 4. Kültivatör dar uç demirlerinin 6 farklı statik yüklenme senaryosundaki maksimum gerilme analiz sonuçları



Şekil 5. A, B, C ve D firmalarına ait dar uç demiri için S2, S4, S6 yüklenme senaryolarındaki gerilme analiz sonuçları



Şekil 5 (Devamı) . A, B, C ve D firmalarına ait dar uç demiri için S2, S4, S6 yüklem senaryolarındaki gerilme analiz sonuçları

Yüklenme artışlarına bağlı olarak A, B, C ve D dar uç demirlerinde gerilme değerlerinde bir artış sözkonusu olmuştur. Her bir firmaya ait dar uç demiri için yüklenmelerde maksimum gerilmelerin her üç yüklenme senaryo koşulları için uç demirinin A ve C dar uç demirinde iç bükey alt bölgelerinde olduğu görülmüştür. B ve D dar uç demirinde ise maksimum gerilmelerin olduğu bölgeler her üç yüklenme koşulu için uç demirinin iç bükey üst bölgeleridir. A dar uç demirinde, yüklenmelerde, maksimum gerilmelerin her üç yüklenme koşulu için uç demirinin sabit ayağa bağlantı alt civata deliği bölgesinde olduğu görülmüştür. Çelik ve ark. (2007), 7 ayaklı bir çizelin 3450 N'luk yük altındaki gerilme dağılımlarını belirledikleri çalışmasında, maksimum gerilmelerin çizelin yapısal olarak ön ayak bağlantı kelepçelerindeki civata (M20 8.8) bölgesinde olduğunu ve burada meydana gelen gerilmenin civata malzemesi açısından akma mukavemet değerinin altında olduğunu açıklamışlardır. Aynı araştırmacılar, maksimum eşdeğer gerilme değerinin çizelin ön bağlantı civatası bölgesinde 119.540 MPa, bağlantı kelepçesi için 93.647 MPa ve çizel ayağı için 107.800 MPa olarak belirlediğini açıklamışlardır.

B dar uç demirinde, yüklenmelerde maksimum gerilmelerin meydana geldiği bölgelerin, her üç yüklenme koşulu için uç demirinin iç bükey (kavis) üst bölgeler olduğu görülmüştür. Bu gerilme değerinin diğer uç demirlerine göre bakıldığında, en yüksek gerilme değerinde olduğu görülmektedir. Yüklenme artışına bağlı olarak C dar uç demirinde, maksimum

gerilmelerin olduğu bölgelerin her üç yüklenme koşulu için uç demirinin iç bükey alt bölgeler olduğu gözlenmiştir. Yüklenme artışına bağlı olarak D dar uç demirinde ise maksimum gerilmelerin olduğu bölgelerin her üç yüklenme koşulu için uç demirinin iç bükey üst bölgeler olduğu tespit edilmiştir.

A, B, C ve D dar uç demiri tiplerinin farklı geometri, açı ve şekilde olduğu, uç demirlerine maksimum düzeyde uygulanan S6 statik yüklenme sonucu oluşan maksimum gerilme değerlerin sırasıyla 145.948 MPa, 242.729 MPa, 173.348 MPa ve 204.891 MPa olduğu bulunmuştur (Şekil 4, Şekil 5). B uç demiri, diğer uç demirlerine göre maksimum S6 yük koşulunda en fazla gerilme (242.729 MPa) değerine maruz kalmıştır. B uç demirinin gerilme değerine, D uç demiri (204.891 MPa) değeriyle yakınlık göstermiştir. Kültivatör uç demirlerine ait malzeme özelliklerinde yer alan akma gerilme değerlerine bakıldığında, en düşük akma gerilme değerinin D uç demirinde 460 MPa değerinde olduğu, B uç demirinde 591.4 MPa ile en yüksek değerde, A ve C dar uç demirlerinde ise 571.00 MPa değerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Çalışmada analiz edilen dar uç demirlerinin S6 maksimum yüklenme koşulundaki maksimum gerilme sonuçları Çizelge 1'de verilen akma gerilme sınırı değerlerinin altında bulunmuştur. Yüklenme sonucu parçada meydana gelen maksimum gerilme ($\sigma_{\text{eşdeğer}} = \sigma_{\text{Maks}}$) her zaman, malzemenin akma dayanımından ($\sigma_{\text{akma}} = \sigma_y$) belirli bir oranda küçük olmalıdır. Bu oran güvenli çalışma katsayısı (GÇK, Emniyet katsayısı) olarak

aşağıdaki tanımlanan bir katsayı ile belirlenmektedir (Yayla 2001; Çelik, 2012).

$$G\check{C}K = \frac{\text{Malzeme Akma Dayanımı}}{\text{Maksimum Eşdeğer Gerilme Değeri}}$$

Emniyet katsayısı sonuçlarına göre, maksimum yüklenme senaryosunda bulunan değerler; A, B, C ve D dar uç demirleri için sırasıyla 3.91, 2.44, 3.29 ve 2.46 olarak hesaplanmış ve çalışma şartlarına göre uç demiri malzemelerinin genel değişken ve değişken zorlamalara maruz kaldığı belirlenmiştir (Kulaksız, 2003; Kaymaz ve ark., 2017). Çalışmada incelenen her bir dar uç demirinin eşdeğer gerilme değerleri incelendiğinde, Çizelge 1’de verilen dar uç demirleri malzemelerinin akma mukavemeti değerlerinden daha düşük sonuçlar vermiş olup, farklı yüklenme çalışma koşullarında dar uç demirlerinin hasara uğramadan çalışabileceği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, dar uç demirlerine farklı yüklenmeler sonrası meydana gelen eşdeğer gerilme (stress) ile yüklenme kuvvetleri arasındaki ilişkiler regresyon analizleriyle de incelenmiştir (Çizelge 2). Eşdeğer gerilme ile yüklenme kuvvetleri arasındaki ilişkiler lineer olarak tanımlanmış ve istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Çalışmada, uygulanan yük (kuvvet) ve eşdeğer gerilmeler arasında regresyon katsayısı değerleri $R^2=99.16-99.86$ aralığında bulunmuştur. Kültivatör dar uç demirlerinin eşdeğer gerilme değerleri ile uygulanan kuvvet değerleri arasındaki regresyon analizleri sonucu bulunan ilişkiyle ilgili olarak; Gök ve ark. (2012), çapa makinası bıçağı üzerine uygulanan 5 farklı yük ile meydana gelen gerilmeler arasındaki ilişkileri üstel olarak ifade etmişler, sonuçların istatistiksel olarak önemli olduğunu, uygulanan kuvvet ve gerilme arasında belirtme katsayısı değerinin ise $R^2=98.45$ olarak bulunduğunu açıklamışlardır.

A, B, C ve D dar uç demirlerinin yük (kuvvet) değerlerine göre gerilme değerlerinde artışlar gözlenmiştir. En düşük gerilme değerinin maksimum yük koşulunda A dar uç demirinde olduğu, en yüksek gerilme değerinin ise B dar uç demirinde olduğu gözlenmiştir. Gerilme değerlerinin her bir dar uç demirinde farklı sonuçlar vermesi, dar uç demirlerinin tamamının ıslah çeliği olmasına rağmen, uç demirlerinin

farklı şekil ve geometrisinden kaynaklandığı söylenebilir.

Çelik ve ark. (2007), 7 ayaklı bir çizelin 3450 N’luk yük altında gerilme dağılımlarının akma mukavemeti sınırları altında olduğunu, tüm çizel konstrüksiyonu için maksimum eş değer gerilme değerini çizel ayak ön bağlantı civatasında (M14 8.8) ve 167.17 MPa gerilme değerinde olduğunu açıklamışlardır. Çelik ve ark. (2007)’nin bulduğu sonuç, bu çalışmada elde edilen 145.948 MPa - 242.729 MPa gerilme değerleri aralığındadır. Topakci ve ark. (2010), dipkazanların optimum geometri parametrelerini belirlemek amacıyla sonlu elemanlar analiziyle dipkazanın gerilme dağılımlarını simüle etmişlerdir. Analiz sonucunda, maksimum eşdeğer gerilme değerini 432.49 MPa olarak elde ederlerken, optimizasyon çalışmasına göre 346.61 MPa değerinin optimal geometri ve maksimum eşdeğer gerilme değerini oluşturduğunu açıklamışlardır. Gök ve ark. (2012), çapa makinası bıçağı üzerine uygulanan 5 farklı yük altındaki gerilme ve deformasyonlarını AnsysWorkbench programıyla incelemişler, çapa makinası bıçağının kesme yüzeyine 700 N kuvvet yüklenmesi durumunda gerilme değerinin 555 MPa olduğunu, bu değer kullanılan malzemenin akma dayanımını aştığını ve bu değerden sonra malzemede kalıcı bir deformasyonun olabileceğini açıklamışlardır.

Sonlu elemanlar metodu ile rototiller döner bıçaklarının gerçek çalışma şartlarının simülasyonu ile eş değer gerilme ve deformasyon analizleri incelenerek, rototiller bıçaklarının gerilme ve yer değiştirme analizleri incelendiğinde, maksimum gerilme ve deformasyonun bıçak ağzında meydana geldiği; 35 BG ve 45 BG traktör güçleri için gerilmelerin sırasıyla 417.03 MPa ve 503.21 MPa olduğu Shinde ve ark. (2011) tarafından açıklanmıştır. Yukarıdaki verilen literatürlere göre, çapa makinası ve rototiller için elde edilen maksimum eşdeğer gerilme değerlerinin bu çalışmada bulunan değerlere göre daha yüksek değerlerde olduğu, aksine çizel için verilen eşdeğer gerilme değerlerinin daha yakın değerlerde olduğu gözlenmiştir. Bu açıdan, denemesi yapılan ve simüle edilen tarım alet-makinalarının eşdeğer gerilme değerinin değişmesine; uygulanan yüklenme kuvvetlerinin yanında farklı geometri, şekil ve malzeme özelliklerinin de etkili olduğu söylenebilir.

Çizelge 2. A, B, C, D firmalarına ait kültivatör dar uç demirlerinin uygulanan yükler ile maksimum eşdeğer gerilme sonuçları arasındaki lineer regresyon eşitlikleri

Dar uç demiri	Regresyon denklemi	Regresyon katsayısı (R^2), (%)
A	$\sigma_{\text{eşdeğer}} = 8.6580 + 22.447 F^*$	99.16
B	$\sigma_{\text{eşdeğer}} = 5.5378 + 39.241 F$	99.86
C	$\sigma_{\text{eşdeğer}} = 4.2739 + 27.938 F$	99.68
D	$\sigma_{\text{eşdeğer}} = 5.8183 + 32.911 F$	99.82

* F: uygulanan kuvvet (yük)

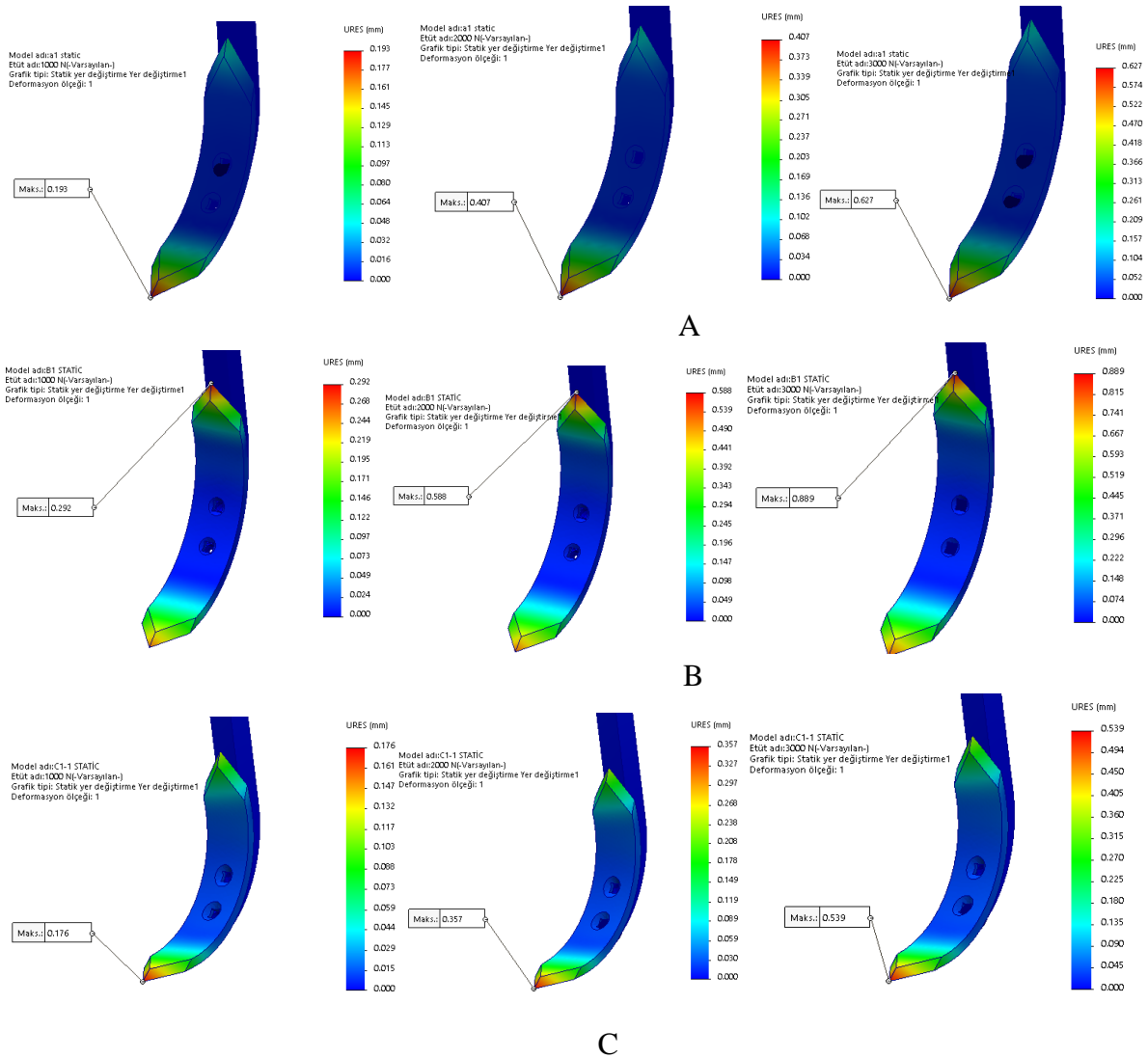
3.2. Yer değiştirme (deformasyon) analizi sonuçları

A, B, C ve D imalatçı firmalarının imal ettikleri kültivatör dar uç demirlerinin çalışma koşullarının

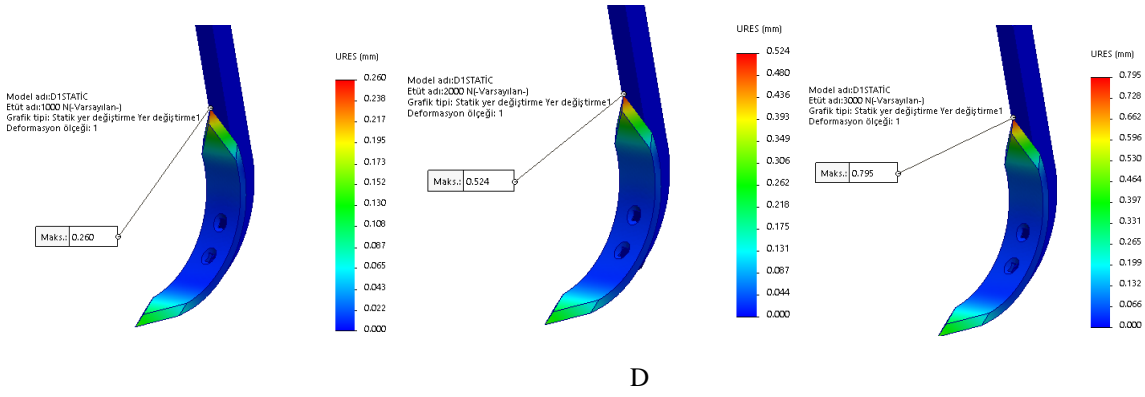
simüle edildiği durumlardaki her bir yüklenme (S1, S2, S3, S4, S5, S6) senaryosu durumu için yer değiştirmeler analiz edilmiş (izelge 3) ve şekilsel sonuçlar S2, S4 ve S6 yüklenme durumlarındaki şekil 6'da verilmiştir.

Çizelge 3. Kültivatör dar uç demirlerinin 6 farklı statik yüklenme senaryosundaki maksimum yer değiştirme analiz sonuçları

Yük (kuvvet) (n)	Yer değiştirme (maksimum yer değiştirme, ures) mm			
	A	B	C	D
S1	0.093	0.146	0.086	0.130
S2	0.193	0.292	0.176	0.260
S3	0.298	0.431	0.260	0.391
S4	0.407	0.588	0.357	0.524
S5	0.516	0.738	0.448	0.659
S6	0.627	0.889	0.539	0.795



şekil 6. Farklı firmaların dar uç demirlerine gelen S2, S4 ve S6 yüklenme senaryolarındaki statik yer değiştirme analiz sonuçları



D

Şekil 6 (Devamı). Farklı firmaların dar uç demirlerine gelen S2, S4 ve S6 yüklem senaryolarındaki statik yer değiştirme analiz sonuçları

S2, S4 ve S6 yüklenme koşullarında A dar uç demirinin statik yer değiştirme analiz sonucu maksimum yer değiştirme değerleri sırasıyla 0.193 mm, 0.407 mm ve 0.627 mm olarak belirlenirken, B dar uç demirinin statik analiz sonucu yer değiştirme değerleri sırasıyla 0.292 mm, 0.588 mm ve 0.889 mm; C dar uç demirinin statik analiz sonucu yer değiştirme değerleri sırasıyla 0.176 mm, 0.357 mm ve 0.539 mm; D dar uç demirinin statik analiz sonucu yer değiştirme değerleri ise sırasıyla 0.260 mm, 0.524 mm ve 0.795 mm olarak belirlenmiştir (Şekil 6). 4 farklı firmanın imal ettikleri dar uç demirlerinde yüklenme senaryosunda kuvvet artışına bağlı olarak uç demirlerinin herbirinde yer değiştirme değerlerinde bir artış görülmüştür.

A dar uç demirinde, yük uygulamalarında, maksimum yer değiştirmelerin olduğu bölgelerin her üç yüklenme koşulu (S2, S4, S6) için uç demirinin alt kavis uç bölgesi olduğu gözlenmiş, B dar uç demirinde yüklenmelerde, maksimum yer değiştirmelerin olduğu bölgelerin ise her üç yüklenme koşulu için uç demirinin iç bükey üst kavis bölgesi olduğu görülmüştür. C dar uç demirinde yüklenmelerde, maksimum yer değiştirmelerin olduğu bölgelerin her üç yüklenme koşulu için uç demirinin iç bükey alt kavis uç bölgesi olduğu görülürken, D dar uç demirinde ise, farklı yüklenmelerde, maksimum yer değiştirmelerin olduğu bölgelerin her üç yüklenme koşulu için uç demirinin iç bükey üst kavis bölgesi olduğu tespit edilmiştir.

A, B, C ve D dar uç demiri tiplerine sahip farklı geometri, açı ve şekildeki kültivatörlerin uç demirlerinin maksimum düzeyde uygulanan S6 statik yüklenme sonucu oluşan ortalama yer değiştirme (URES) değerleri sırasıyla 0.627 mm, 0.889 mm, 0.539 mm ve 0.795 mm olarak belirlenmiştir (Şekil 6). B uç demiri, diğer uç demirlerine göre maksimum S6 yük koşulunda en fazla gerilme (242.729 MPa) değerine sahip olduğu gibi, en fazla yer değiştirme (0.889 mm) değerine sahiptir. B uç demirinin yer değiştirme değerine D uç demiri 0.795 mm değeriyle yakın değer gösterirken, yer değiştirmenin maksimum olduğu bölgeler açısından da benzerlik göstermektedir. C dar uç demiri ise, en düşük yer değiştirme değerine sahip olan uç demiridir.

Farklı yüklenmeler ile meydana gelen yer değiştirmeler (deformasyon) arasındaki ilişkilere ait regresyon analizleri Çizelge 4'te verilmiş olup, sonuçlar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Kuvvet ve deformasyon arasında regresyon katsayısı $R^2=99.97-99.99$ aralığında bulunmuştur. A, B, C ve D dar uç demirlerinin yük (kuvvet) değerlerine göre yer değiştirme (deformasyon) değerlerinde genel olarak artışlar gözlenmiştir. Gök ve ark. (2012), çapa makinası bıçağı üzerine uygulanan 5 farklı yük altında oluşan yer değiştirmelerde, yüklenme kuvveti ve yer değiştirme arasındaki regresyon ilişkisini üstel olarak belirlemiş, ilişkinin istatistiksel olarak önemli olduğunu ve uygulanan kuvvet ve deformasyon arasındaki belirtme katsayısının ise $R^2 = 98.46$ olduğunu ifade etmişlerdir.

Çizelge 4. A, B, C, D firmalarına ait kültivatör dar uç demirlerinin uygulanan kuvvet (yükler) ile maksimum yer değiştirme sonuçları arasındaki lineer regresyon eşitlikleri

Dar uç demiri	Regresyon denklemi	Regresyon katsayısı (R^2), (%)
A	$D_f = -0.091 + 0.1071 F^*$	99.97
B	$D_f = -0.007 + 0.1489 F$	99.97
C	$D_f = -0.068 + 0.0908 F$	99.97
D	$D_f = -0.0057 + 0.1330 F$	99.99

* F: uygulanan kuvvet (yük)

A, B, C ve D dar uç demirlerinin yük (kuvvet) değerlerine göre yer değiştirme (deformasyon) değerlerinde artışlar gözlenmiştir (Çizelge 3). Dar uç demirleri için en düşük yer değiştirme değerlerinin S6 yüklenme sonucu C dar uç demirinde olduğu ve en yüksek yer değiştirme gerilme değerinde olduğu gibi B1 dar uç demirinde olduğu gözlenmiştir. Yer değiştirme (deformasyon) değerlerinin her bir dar uç demirinde farklı sonuçlar vermesi, dar uç demirlerinin tamamının ıslah çeliği olarak belirlenmiş olmasına rağmen, uç demirlerinin farklı şekil ve geometrisinden kaynaklandığı söylenebilir. Topakci ve ark. (2010), dipkazanların optimum geometri parametrelerini belirlemek amacıyla yaptıkları sonlu elemanlar analizinde, maksimum eşdeğer yer değiştirme değerini 18.116 mm olarak elde etmişlerdir. Maksimum gerilmenin kullanılan malzeme akma noktasının üzerinde çıkmış olduğundan uç demirinde plastik deformasyonun meydana geldiğini açıklamışlardır. Maksimum gerilmenin dipkazanın çatıya bağlantı noktalarında, deformasyonun ise uç demiri uç kısmında oluştuğunu açıklamışlardır. Shinde ve ark. (2011), rototiller döner bıçakları için sonlu elemanlar metodu ile gerçek çalışma koşullarını simüle ederek gerilme ve deformasyon analizlerini yapmışlardır. Rototillerin genel yapısal durumu ve özel olarak bıçaklar için değerlendirmede; maksimum deformasyon Vektör Sum değerinin bıçak ağzında maksimum olduğunu, 35 BG ve 45 BG traktör güçleri için sırasıyla 6.757 mm ve 7.893 mm bulurken, maksimum deformasyon değerlerinin bıçak ağzında meydana geldiğini açıklamışlardır. Çalışmada, dar uç demirindeki yer değiştirme değerlerin, A ve C uç demirlerinin daha çok toprağa battığı ve toprağı patlattığı uç kısımda meydana gelirken, B ve D dar uç demirlerinde ise yer değiştirme değerlerinin diğer uç demirlerine göre daha fazla gerilmeye maruz kalıp, yer değiştirmelerin uç demirinin bağlantılara en uzak noktada oluştuğu gözlenmiştir.

4. Sonuç

Çalışmada, kültivatör dar uç demirleri olarak farklı geometri, açı ve şekilde olan A, B, C ve D uç demiri tiplerinin S6 (3000 N) en yüksek statik yüklenme sonucu oluşan maksimum eşdeğer gerilme değerleri, 145.948 MPa-242.729 MPa aralığında bulunmuştur. Çalışmada analiz edilen dar uç demirlerinin S6 yüklenme koşulundaki maksimum gerilme sonuçları uç demirleri malzemelerinin akma gerilme sınırı değerlerinin altında bulunmuştur. S6 statik yüklenme sonucu oluşan yer değiştirme değerleri ise 0.539 mm-0.889 mm aralığında bulunmuştur. Dar uç demirlerinin yüklenme değerlerine göre yer değiştirme değerlerinde de eşdeğer gerilme değerlerine benzer şekilde artışlar gözlenmiştir. Dar uç demirlerindeki eşdeğer gerilme sonuçları dikkate alındığında, projeksiyon alanı az olan malzemede gerilme kazayağı uç demirlerine göre daha az olabilmekte, ayrıca malzemenin diğer özellikleri

(akma gerilmesi, poisson oranı vb.) bu genellemeye aykırı sonuçların oluşmasına neden olabilmektedir. Kültivatörler, değişik toprak koşullarında ve değişik çalışma hızlarında farklı yükler ile yüklendikleri için, imalatlarında farklı malzemeler ve farklı geometrilerinden dolayı malzeme etüdü ve seçiminin yapılmasının önemi büyüktür. İmalatçıların tasarımında sonlu elemanlar metodu ile elde edilen statik gerilme ve yer değiştirme analiz sonuçlarını kullanması, çiftçilerin daha uygun özellikli makina kullanmasına katkı sağlayacaktır. Bunun yanında, optimal bir malzeme seçimiyle imalatçıların imal ettikleri kültivatörde imalat maliyetini azaltma ile ekipmanda ağırlık azalmasına yönelik tedbirlerin alınmasına, daha az çeki gücü ile enerjinin daha etkin kullanımına katkı sağlayabileceği söylenebilir.

Kaynaklar

- Akinci, İ. Yılmaz, D., Çanakci, M., 2005. Failure of a rotary tiller spur gear. *Engineering Failure Analysis*, 12: 400-404.
- Alkan, V., Bayhan, Y., 2003. Çekilir tip tarım alet ve makinaların çeki kuvvetinin belirlenmesinde bilgisayar destekli ölçme sisteminin kullanılması. *Trakya Üniversitesi. J. Sci*, 4(2): 195-202.
- Argun, A., 2011. Civata - somun bağlantılarında sonlu elemanlar yöntemiyle gerilme analizi. (Yüksek Lisans), Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Konstrüksiyon ve İmalat Bilim Dalı, 76 s. İstanbul.
- Arın, S., Coşkun, M.B., Durgut, M.R., Yalçın, İ., Kılıç, E., Okur, E., 2010. Tarım makinaları imalat sektörü ve AB içinde geleceği, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak, 1029-1035, Ankara.
- Babacan, A., 1995, Trakya bölgesinde imal edilen kulaklı pulluk uç demirlerinde malzeme özelliklerinin saptanması ve standartları ile karşılaştırılması üzerine bir araştırma. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Tekirdağ.
- Bahadır, M., Şeflek, A.Y., Çarman, K., Sonmete, M.H., 2009. Stress analysis of the drum shaft used in threshing machines machines by finite element method. *Journal of Agricultural Machinery Science*. 5 (2): 161-165.
- Çelik, H.K., Topakçı, M., Yılmaz, D., Akıncı, İ., 2007. Çizelin yapısal ve işlevsel elemanlarında sonlu elemanlar yöntemi ile mukavemet analizi, *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 3(2): 111-116.
- Celik, H.K., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I., 2008. Structural strength analysis of a subsoiler with finite element method. 5th. Interantional Soil Conference ISTRO Czech Branch-Brno, p. 15-21.

- Çelik, H.K., Yılmaz, D., Ünal, N., Akinci, İ. 2009. Failure analysis of a location axle in tracked tractor. *J Fail. Anal. and Preven.* 9: 282–287.
- Çelik, H.K., 2012. Tarım makineleri tasarımında yapısal optimizasyon tekniklerinin uygulanması üzerine bir araştırma: tamburlu çayır biçme makinesi. (Doktora tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Çelik, H.K., 2013. Tarım makineleri tasarımında yapısal optimizasyon tekniklerinin uygulanması üzerine bir araştırma: Tamburlu Çayır Biçme Makinesi. (Doktora Tezi), Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Ekinci, Ş., 2011. Bahçe traktörlerinde kullanılan bazı muharrik lastiklerin yapısal ve işletme özelliklerinin çeki performansına etkisi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Konya.
- Gök, K., Aydın, M., Gök, A., 2012. Sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak çapa makinesi bıçağının statik analizi. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 9 (4): 45-51.
- Gökçebay, B., 1986. Tarım Makinaları I. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 979, Ders Kitabı: 289, Ankara.
- Görüryılmaz, H.G., 2009. Traktör güvenlik kabini statik yükleme deneyi sonlu elemanlar benzetimi. MSC Kullanıcılar Konferansı 22-23 /10/2009, İstanbul. www.hexagonstudio.web.tr/TR/makaleler-makaleler/i-26-111
- Güleç, U., 2012. Farklı tip kültivatör uç demirlerinin malzeme özelliklerinin belirlenmesi. (Yüksek Lisans tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Tezi, Tokat.
- Gürsel, K.T., Köftecioglu, E.Y., 2006. İki soklu kulaklı pulluk elemanlarının yapısal analizi. *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2006/3: 46-55.
- Kaymaz, İ., Alsaran, A., Hacısalihoğlu İ., 2017. Gerilme ve Emniyet Katsayısı, <http://muhserv.atauni.edu.tr/makine/akgun/Docs/make/Gerilme%20ve%20Emniyet%20Katsay%20C4%B1s%C4%B1.pdf>
- Kulaksız, Ö., 2003. Metal Mesleğinde Tablolar. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul, 300 pp.
- Makange, N.R., Parmar, R.P., Tivari, V.K., 2015. Stress analysis on tine of cultivator using finite element method, *Trends in Biosciences* 8(15): 3919-3923.
- Mandal, S.K., Bhattacharya, B., Mukherjee, S., 2013. Optimization of design parameters for rotary tiller's blade. *Proceedings of the 1st International and 16th National Conference on Machines and Mechanisms (iNaCoMM2013)*, IIT Roorkee, India, Dec 18-20 2013.
- Metinoğlu, F., Çakmak, B., Balcı, Y., Ulusoy, M.E., 2006. Toprak işleme alet ve makinelerinde iş organlarının aşınmasının yakıt, güç ve zaman gereksinimi üzerindeki etkisi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 2 (2): 173-179.
- Polat, O., 2012. Yaprak yayların bilgisayar destekli yorulma analizi. (Yüksek Lisans tezi), Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, 82 s. Balıkesir.
- Polat, O., Balıkoğlu, F., Arslan, N., 2012. Tiller tipi külvitator ayaklarının bilgisayar destekli yorulma analizi, 3. Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, 29-30 Kasım 2012, 321-329. Balıkesir.
- Shinde, G.U., Potekar, J.M., Shinde, R.V., Kajale, S.R., 2011. Design Analysis of Rotary Tillage Tool Components by CAD-tool: Rotavator. 2011 International Conference on Environmental and Agriculture Engineering, IPCBEE, Vol.15, Singapore.
- Shinde, G.U., Kajale, S.R., 2012. Design optimization in rotary tillage tool system components by computer aided engineering analysis. *International Journal of Environmental Science and Development*, 3(3): June 2012.
- Solidworks, 2016. <http://help.solidworks.com/2016/Turkish>
- Topakci, M., Celik, H.K., Yılmaz, D., Akinci, I., 2008. Strees analysis on transmission gears of a rotary tiller using finite element method. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 155-160.
- Topakci, M., Celik, H.K., Canakci, M., Rennie, A.E.W., Akinci, I., Karayel, D., 2010. Deep tillage tool optimization by means of finite element method: Case study for a subsoiler tine. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2): 531-536.
- Yaman, Z.D., Aktaş, M., Elmas, M., 2011. Zayıf eğilim U kesitli kırıların sonlu eleman modellemesinde çözüm ağı sıklığı etkisinin incelenmesi. *e-Journal of New World Sciences Academy Engineering Sciences*, 1A0144, 6(1): 225-236.
- Yayla, P., 2001. Cisimlerin Mukavemeti (Teori ve Çözümlü Problemler). Çağlayan Kitabevi, 375 s. İstanbul.
- Zeytinoğlu, M., 2002. Sonlu Elemanlar Yöntemi İle Pulluk Deve Boynunun Mukavemet Analizi Üzerine Bir Araştırma. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 169-176.
- Zeytinoğlu, M., 2006. Sonlu elemanlar yöntemiyle 3.5 tonluk tek dingilli bir tarım arabasına ait çeki halkasının gerilme analizi. *Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(21): 21-24.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)

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

doi: 10.7161/omuanajas.387380

Metarhizium anisopliae ve *Beauveria bassiana* izolat ve preparatlarının
Curculio nucum'a karşı etkinlikleri

Celal Tuncer^{a*}, Rahman Kushiye^a, Jianfeng Liu^b, İzzet Akça^a

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

^bCollege of Life Sciences, Jilin Normal University, Siping, Jilin Province 136000, China

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

Geliş/Received 31.01.2018

Kabul/Accepted 10.06.2018

ÖZET

Bu çalışmada, *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorok ve *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. izolatları ve ticari preparatlarının (Bio-Magic ve Bio-Power) laboratuvar koşullarında *Curculio nucum* L.'a karşı etkinliği değerlendirilmiştir. Bu izolatlar ve ticari preparatların 1×10⁸ spor mL⁻¹ konsantrasyonları Potter ilaçlama kulesi kullanılarak petri içerisinde bulunan *C. nucum* erginleri üzerine uygulanmıştır. Kontrol petri kaplarına ise % 0.02 Tween 20 içeren steril saf su püskürtülmüştür. Petri kapları 25±1°C ve % 70±5 nemli ortamda 10 gün boyunca inkübe edilmiştir. Ölü bireyler uygulamadan sonra 10 gün boyunca günlük olarak sayılmıştır. Her bir gözlem günü için 4 tekrür ve her petride 5 böcek olmak üzere farklı böcek grupları kullanılmış (n=20 ergin böcek/gün/izolat veya preparat) ve böylece zaman içindeki gözlemlerin ölüm üzerindeki bağımsızlığı temin edilmiştir. Entomopatogenik funguslar için LT50 ve LT90 değerleri Probit analizi ile hesaplanmıştır. Sonuç olarak, *M. anisopliae* TR-106 izolatının LT50 ve LT90 değerleri sırasıyla 5.32 ve 7.85 gün iken, bu değerler Bio-Magic preparatı için sırasıyla 5.46 ve 10.16 gün olarak belirlenmiştir. *B. bassiana* TR-217 izolatı için aynı değerler sırasıyla 4.64 ve 8.53 gün olarak bulunmuştur. Son olarak, Bio-Power preparatının LT50 ve LT90 değerleri sırasıyla 6.16 ve 9.86 gün olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, bu izolatlar ve preparatlar 10 gün sonra *C. nucum* erginlerinde % 100 ölüme neden olmuştur. Bu sonuçlar, *M. anisopliae* ve *B. bassiana*'nın fındık kurduna karşı mücadelede umut verici biyolojik mücadele etmenleri olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Sözcükler:
Beauveria bassiana
Biyolojik mücadele
Curculio nucum
Metarhizium anisopliae
LT50
LT90

Efficacies of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* isolates and products against *Curculio nucum*

ABSTRACT

In this study, the efficacies of *Metarhizium anisopliae* (Metch) Sorok and *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. isolates and commercial products (Bio-Magic and Bio-Power) were tested against *Curculio nucum* L. under laboratory conditions. Conidial suspensions of these isolates and products at concentration of 1×10⁸ conidia mL⁻¹ were applied on the adults of *C. nucum* in petri dishes, using a Potter spray tower. Control insects were sprayed only with sterile-distilled-water containing 0.02 % Tween 20. All treated insects were incubated at 25±1°C and 70±5 % RH photoperiod in an incubator for 10 days. Dead individuals were counted daily following treatment for 10 days. Different groups of insects were used for each observation days, with 4 replications and 5 insects per petri dish (n=20 insect/day/isolate or preparation), and thus independence of observations on the mortality over time was ensured. Lethal time values (LT50 and LT90) for entomopathogenic fungi were calculated using Probit analysis. As a result, LT50 and LT90 values of *M. anisopliae* TR-106 isolate were 5.32 and 7.85 day, respectively while these values for Bio-Magic product were determined as 5.46 and 10.16 days, respectively. LT50 and LT90 for *B. bassiana* TR-217 isolate were found to be 4.64 and 8.53 day, respectively. Finally, LT50 and LT90 values of Bio-Power product were determined as 6.16 and 9.86 day, respectively. In addition, these isolates and products have caused 100 % mortality on *C. nucum* adults within 10 days. The results indicated that *M. anisopliae* and *B. bassiana* could be promising biological agents to control hazelnut weevil.

Keywords:
Beauveria bassiana
Biological control
Curculio nucum
Metarhizium anisopliae
LT50
LT90

© OMU ANAJAS 2018

1. Giriş

Türkiye, fındık üretimi ve ihracatı bakımından Dünya'nın en önde gelen ülkesi olup, Dünya fındık ihtiyacının yaklaşık % 80'ini tek başına sağlamaktadır. Ancak, fındık yetiştiriciliği yapan bir çok ülke ile kıyaslandığında Türkiye'de birim alan başına düşen verim oldukça düşüktür (Tuncer ve ark., 2017). Fındıktaki bu verim düşüklüğü üzerinde etkili olan birçok faktör bulunmakla birlikte, bitki zararlısı böcek ve akar türlerinin etkisi önemli bir yer tutmaktadır. Fındık bahçelerinde zararlı çok sayıda böcek türü tespit edilmesine rağmen, bunların yalnızca 10-15 tanesi yıllara ve bölgelere bağlı olarak ekonomik kayıplara neden olmaktadır (Işık ve ark., 1987; Tuncer ve Ecevit, 1997). Yapılan birçok çalışma sonucunda, fındık kurdu (*Curculio nucum* L.; Curculionidae)'nın Türkiye'de fındığın en önemli zararlılarından birisi olduğu tespit edilmiştir (Tuncer ve Ecevit, 1997; Saruhan ve Tuncer, 2001; Akça ve Tuncer, 2005). Ayrıca, bu zararlının fındık yetiştiriciliği yapan birçok ülkede bulunduğu ve fındığın ana zararlısı olduğu saptanmıştır (Pucci, 1992; Ioachim ve Bobarnac, 1997; AliNiasee, 1998; Milenkovic ve Mitrovic, 2001, Cheng ve ark., 2016).

Gelişmesini meyve içinde tamamlayan fındık kurdu larvaları toprak altında kışlamakta, ilkbaharda toprak içinde pupa olmakta ve iklim koşullarına bağlı olarak Nisan ayından itibaren erginler çıkmaktadır. Erginler erken ilkbaharda karanfillerde ve daha sonra gelişmekte olan meyvelerde zarara neden olmaktadır. Erginler Haziran ayından itibaren meyvelerin içine yumurta koymakta ve meyveleri kurtlandırmaktadır. Bir erkek ve bir dişiden oluşan bir çift fındık kurdu erginleri ve bunların meydana getirdiği larvaların beslenmesi nedeniyle bir mevsim boyunca ortalama 188 meyveye zarar verdiği tespit edilmiştir (Akça, 2003). Bu zararlının erginleri yaklaşık 3 ay boyunca bahçelerde görülmekte, diğer biyolojik dönemlerini meyve içinde veya toprakta geçirmesi nedeniyle, mücadelede genel olarak ergin döneme karşı kimyasal mücadele yapılması tercih edilmektedir (Ceyhan ve ark., 2002; Akça ve Tuncer, 2005, Cheng ve ark., 2016). Ancak, kimyasal ilaçların çevreye, hedef dışı organizmalara ve insan sağlığına olan etkileri çok iyi bilinen bir gerçektir. Bu nedenle, çevre dostu alternatif mücadele yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Dünya'da fındığın ana üretim merkezi olan Karadeniz Bölgesinin iklim koşullarının (yüksek nem ve nispeten düşük sıcaklık) elverişli olması nedeniyle (Erper ve ark., 2016), fındık kurduna karşı entomopatojenik funguslar kullanılarak yapılacak biyolojik mücadelenin uygun bir alternatif olma olasılığı bulunmaktadır.

Yaklaşık 700 türe sahip olan entomopatojenik funguslar birçok zararlı böceğin mücadelesinde kullanılan çok önemli biyolojik etmenlerdir (Roy ve ark., 2006). Dünya çapında *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *Lecanicillium spp.*, *Metarhizium anisopliae* (Metch.) Sorok. ve *Isaria fumosorosea* Wize gibi bazı entomopatojenik fungus türlerinden üretilen pek çok

preparat bulunmakta ve bazı zararlılara karşı başarıyla kullanılmaktadır (Zimmermann, 2007a; b; 2008). Entomopatojenik funguslar konukçu böceğin kütikülasından doğrudan girebilmektedir ve bu nedenle diğer birçok böcek takımının yanı sıra viral ve bakteriyel patojeni bulunmayan Coleoptera takımına giren bazı zararlıların mücadelesinde oldukça uygun etmenlerdir (Sevim ve ark., 2015).

Belirli biyolojik dönemlerini gizli saklı yerlerde (bitki dokusu içi veya toprak gibi) geçiren pek çok zararlı türün mücadelesinde çoğunlukla ergin dönem hedef seçilmekte bazen ise dokuyu terk ettikten sonra larva dönemi hedef alınmaktadır. Farklı Curculionidae türlerinin larva (Ihara ve ark., 2003; Papparatti ve Speranza, 2005; Gindin ve ark., 2006; Cheng ve ark., 2016) ve erginlerine (Prazak, 1991; 1997; Castrillo ve ark., 2011; Ansari ve Butt, 2012; Castrillo ve ark., 2013; Hirsch ve Reineke, 2014; Carrillo ve ark., 2015; Tuncer ve ark., 2016; Kushiyeve ve ark., 2017) karşı entomopatojenik fungusların etkinliğinin araştırıldığı birçok çalışma yapılmıştır. Ekonomik anlamda fındık yetiştiriciliği yapılan ülkelerin sınırlı sayıda olması nedeniyle fındığa özel bir zararlı olan fındık kurdu üzerindeki çalışmalar da bu ülkeler ile sınırlı kalmaktadır. Fındık kurdunun larvalarına karşı laboratuvar koşullarında uygulanan *M. anisopliae* ve *B. bassiana*'ya ait birçok izolat yüksek oranda ölüm meydana getirmiş ve bunların içerisinde *M. anisopliae* CoM02 izolatu uygulamadan 13 gün sonra % 100 ölüme neden olmuştur (Cheng ve ark., 2016). Ancak, arazi koşullarında *B. bassiana*'dan üretilen preparatın toprak altında bulunan fındık kurdu larvalarına karşı oldukça düşük etki (% 35) gösterdiği saptanmıştır (Papparatti ve Speranza, 2005). *M. anisopliae*'nin kestane kurdu *Curculio sikkimensis* Heller üzerinde denendiği laboratuvar çalışmalarında larva dönemi üzerinde etkinlik yüksek bulunurken, tarla denemelerinde bu oran muhtemelen düşük toprak sıcaklığı nedeniyle tatmin edici bulunmamıştır (Ihara ve ark., 2003). Buna ek olarak, ürünlerdeki zarar gerçekleşikten sonra gelecek seneye kadar toprakta kışlayacak larvalara karşı mücadele yapılması ancak gelecek yıllardaki ürünün korunmasını hedef alacaktır ve bu uygulama birçok üretici için cazip olmayacaktır. Diğer taraftan erginlerin hareketli olması nedeniyle uygulanan entomopatojenik funguslar ile temas etme olasılığı fazla olmakta ve enfekte olmuş erginler fungus sporlarını diğer bireylere ve diğer biyolojik dönemlerine aktarabilmektedir. Bu nedenle, erginler entomopatojenik fungus kullanılarak yapılacak mücadelede uygun bir biyolojik dönem olarak görülmektedir. Üstelik entomopatojenik fungusların enfekte olmuş ergin bireyler tarafından sağlıklı bireylere (Kreutz ve ark., 2004; Kocacevik ve ark., 2015), çiftleşme ile karşı cinsiyete (Prazak, 1991) ve hatta böceğin sonraki biyolojik dönemlerine de taşınabildiği (Glare ve ark., 2002; Castrillo ve ark., 2013) görülmüştür. Bunun yanı sıra, entomopatojenik fungusların özellikle de *M. anisopliae*'nin birçok zararlıya karşı repellent (kaçırıcı) etkisinin olduğu tespit

edilmiştir (Villani ve ark., 1994; Milner ve Staples, 1996; Scholte ve ark., 2005; Castrillo ve ark., 2013). Entomopatojenik fungusların öldürücü etkilerine ilave bu özellikleri onları tarımsal zararlıların mücadelesinde iyi bir alternatif konumuna getirmektedir. Bu durum, özellikle fındık kurdu gibi hayatının büyük kısmını gizli saklı yerlerde geçiren zararlı türlerin kontrolünde avantaj sağlayabilecek bir husustur (Gindin ve ark., 2006).

Bu nedenle, entomopatojenik funguslar yumurta koymadan önce yaklaşık 3 ay kadar fındık bahçelerinde ergin dönemde faaliyette bulunan fındık kurduna karşı mücadelede kullanılabilirler oldukça uygun etmenler olarak görülmekte, ancak farklı tür ve izolatların etkinliklerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, fındığın ana zararlısı olan fındık kurdunun ergin bireylerine karşı yerli izolatlar (*M. anisopliae* TR-106 ve *B. bassiana* TR-217) ile ticari preparatların (Bio-Magic ve Bio-Power) laboratuvar koşullarındaki etkinliği değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Fındık kurdu erginlerinin toplanması

Denemede kullanılan fındık kurdu erginleri, 2016 yılının Mayıs ayında Samsun'un Kayagüney köyünde bulunan farklı fındık bahçelerinden toplanmıştır. Fındık kurdu erginlerinin daha hareketsiz olduğu sabahın erken saatlerinde fındık ocaklarının altına 3×4 m ölçülerinde beyaz örtü serilmiş ve fındık ocakları silkelenerek düşen erginler toplanmıştır. Toplanan fındık kurdu erginleri deneme kuruluncaya kadar tül kafesler içinde fındık meyvesi ve yaprağı bulunan dallara asılarak bekletilmiştir. Denemeye başlamadan diğer bireylerden daha küçük veya hareketlerinde pasiflik gözlemlenen bireyler ayrılmış ve denemelerde sağlıklı ve normal büyüklükteki bireyler kullanılmıştır.

2.2. Entomopatojenik fungusların hazırlanması

Bu çalışmada kullanılan *M. anisopliae* TR-106 ve *B. bassiana* TR-217 izolatları fındık bahçelerinden toplanan *Xylosandrus germanus* Blandford (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)'un ergin bireylerinden izole edilmiştir (Kushiyeve, 2015). Bu izolatlar patates dekstroz agar (PDA; Merck Ltd., Darmstadt, Almanya) besi yerine ekilerek 25±1°C sıcaklık ve karanlık ortamda 15 gün boyunca gelişmeye bırakılmıştır. Gelişme periyodunun sonunda, her bir petri üzerine % 0.02 Tween 20 içeren 10 mL steril saf su eklenmiş ve cam baget yardımıyla kazanarak sporların su içerisine geçmesi sağlanmıştır. Daha sonra spor süspansiyonları iki katlı tülbent ile süzülerek misel yapıları uzaklaştırılmış ve 3 dk. vorteksenerek homojen hale getirilmiştir. Elde edilen spor süspansiyonları Neubauer hemositometresi kullanılarak 1×10⁸ spor mL⁻¹ konsantrasyona ayarlanmıştır (Saruhan ve ark., 2015; Erper ve ark., 2016). Aynı şekilde, *M. anisopliae*'dan

üretilen Bio-Magic ve *B. bassiana*'dan üretilen Bio-Power preparatları da (T. Stanes & Company Ltd., India) su ile seyreltilerek (2.5 mL L⁻¹) 1×10⁸ spor mL⁻¹ konsantrasyonda kullanılmıştır. Bu entomopatojenik fungus izolat ve ticari preparatların canlılığını test etmek amacıyla 1×10⁴ spor mL⁻¹ konsantrasyonundan alınan 0.1 mL süspansiyon içerisinde PDA besi yeri bulunan 6 cm'lik perilere yayılmış ve 25±1 °C ortamlarda inkübe edilmiştir. Inkübasyondan 24 saat sonra her petriden 200 spor incelenerek canlılık oranı belirlenmiştir (Erper ve ark., 2016). Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan entomopatojenik fungusların yaklaşık % 95'in üzerinde çimlendiği tespit edilmiştir.

2.3. Entomopatojen fungusların fındık kurdu erginlerine uygulanması

Denemede kullanılan 9 cm'lik plastik petri kaplarının (Isolab, Almanya) içerisine iki kat steril kurutma kâğıtları yerleştirilmiş ve 1 mL steril saf su ile nemlendirilmiştir. İzolatlar ve preparatlardan hazırlanmış 1×10⁸ spor mL⁻¹ konsantrasyondan 2 mL alınarak petri kaplarının içerisinde bulunan 5'er adet fındık kurdu ergini üzerine Potter ilaçlama kulesi (Burkard, Rickmansworth, Hertz UK) yardımıyla püskürtülmüştür. Kontrol grubu petrilere ise, aynı yöntem ile 2 mL % 0.02 Tween 20 içeren steril saf su uygulanmıştır. Her uygulamadan sonra ilaçlama kulesi % 70'lik etil alkol ve steril saf su ile dezenfekte edilmiştir. Tüm petri kaplarına fındık kurdu erginlerinin beslenebilmesi için 5'er adet fındık karanfili bırakılmış ve etrafı parafilm ile kapatılarak 25±1°C sıcaklık, % 70 nem ve 16: 8 saat aydınlık: karanlık ortamda 10 gün inkübe edilmiştir. Ölüm oranları birbirini takip eden 10 gün süreyle tespit edilmiş, her güne ait gözlemlerin birbirinden bağımsızlığını sağlamak için (Robertson ve ark., 2007) deneme her gün için aynı sayıda ve farklı bireyler kullanılarak (n=20 böcek/gün/izolat veya preparat) tekrar edilmiş, her sayım gününde ilgili güne ait böcekler üzerinden ölüm oranları belirlendikten sonra o güne ait böcekler denemeden uzaklaştırılmıştır. Aynı işlem her gün için kontrol grupları için de tekrar edilmiştir. Ölü olarak belirlenen fındık kurdu erginleri % 1'lik sodyum hipoklorit ve % 70'lik etil alkolden geçirilerek yüzey sterilizasyonuna tabi tutulmuştur. Daha sonra steril saf sudan geçirilmiş ve nemli kurutma kâğıdı bulunan petrilere alınarak 25±1°C sıcaklık ve % 70 nemli ortamda 1-2 hafta süreyle bekletilmiştir. Bu şekilde, fındık kurdunun ölü erginleri mikroskop altında incelenmiş ve ölüm nedeninin fungus olup olmadığı tespit edilmiştir.

2.4. İstatistik analiz

Dozlardaki her güne ait ölüm oranları kontroldeki ölüm oranı % 10'u geçtiğinde Abbott formülüne göre düzeltilmiştir (Abbott, 1925). LT50 ve LT90 değerleri Probit analizi ile Log-probit metodu kullanılarak belirlenmiştir (POLO-PLUS ver.2.0). Regrasyon

hatlarının eğimleri birbirleri ile standart hataları kullanılarak, izolat ve preparatlara ait LT50 ve LT90 değerleri ise güven aralıkları (% 95) kullanılarak karşılaştırılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

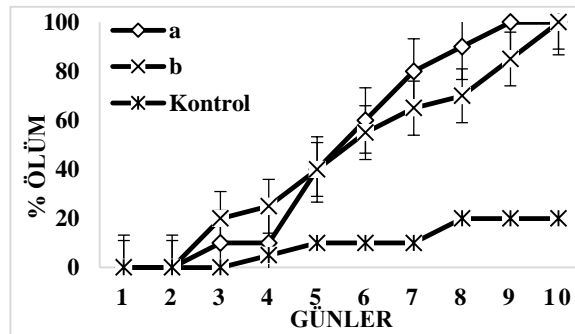
Bu çalışmada, entomopatojenik fungus izolatları (*M. anisopliae* TR-106 ve *B. bassiana* TR-217) ve ticari preparatların (Bio-Magic ve Bio-Power) fındık kurdu erginlerine karşı etkinliği denenmiş ve bu fungus türlerinin zararlıya karşı etkili olduğunu gösteren sonuçlar elde edilmiştir (Çizelge 1). *M. anisopliae* TR-106 izolatının LT50 değeri 5.32 gün ve LT90 değeri ise 7.85 gün olarak tespit edilmiştir. *B. bassiana* TR-217 izolatının LT50 ve LT90 değerleri ise sırasıyla 4.64 ve 8.53 gün olarak bulunmuştur. Diğer taraftan, entomopatojenik fungus *M. anisopliae*'dan üretilen Bio-Magic preparatının LT50 değeri 5.46 gün ve LT90 değeri 10.16 gün iken, *B. bassiana*'dan üretilen Bio-Power preparatı için aynı değerler sırasıyla 6.16 ve 9.86 gün olarak saptanmıştır. Bu sonuçlara göre; LT50 değeri esas alındığında *M. anisopliae*'nın izolat ve preparatı arasında bir farklılık gözlenmez iken, *B. bassiana*'nın

izolatı preparatına göre daha kısa süre içinde etki göstermiştir. Yine *M. anisopliae* ve *B. bassiana* izolatları arasındaki fark da önemsiz bulunmuştur. LT90 değeri esas alındığında ise bütün izolat ve preparatlar birbirinden farksız bulunmuştur (Çizelge 1). Entomopatojenik fungus uygulamalarının fındık kurduna karşı etkisinin günlük dağılımına bakıldığında tüm uygulamalarda 3. günden başlayarak artan bir ölüm meydana geldiği görülmektedir (Şekil 1 ve 2). *M. anisopliae* TR-106 ve *B. bassiana* TR-217 izolatlarının uygulanması sonucu fındık kurdu erginlerinde 6. gün sonunda % 60 ve 9. gün sonunda ise % 100 ölüm belirlenmiştir. Bio-Magic ve Bio-Power preparatları 6. gün sonunda sırasıyla % 55±12 ve % 45±5 ve 10. gün sonunda ise % 100 ölüme neden olmuştur. Ayrıca, *M. anisopliae* uygulaması sonucunda ölen fındık kurdu erginleri üzerinde önceleri beyaz ve sonradan mavimsiye dönüşen fungus yapıları görülürken, *B. bassiana* uygulaması nedeniyle ölen bireylerde ise beyaz fungus yapıları meydana gelmiştir (Şekil 3). Kontrol grubunda ise 7. gün sonunda % 10 ve 10. gün sonunda ise % 20 ölüm meydana gelmiş olup, üzerlerinde fungustan dolayı ölmüş olduklarına dair herhangi bir belirti tespit edilmemiştir.

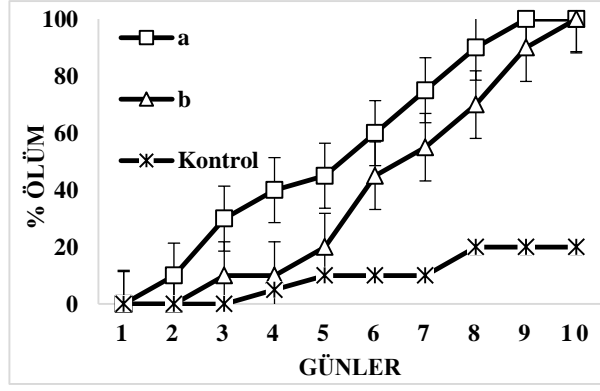
Çizelge 1. *Curculio nucum*'un erginlerine karşı uygulanan entomopatojenik fungus izolatlar ve preparatların LT₅₀ ve LT₉₀ değerleri.

	<i>Metarhizium anisopliae</i>		<i>Beauveria bassiana</i>	
	TR-106 izolatı	Bio-Magic preparatı	TR-217 izolatı	Bio-Power preparatı
LT ₅₀ (% 95 güven aralığı)	5.32(4.88-5.75)ab*	5.46(4.88-6.01)ab	4.64(3.96-5.30)b	6.16(5.64-6.72)a
LT ₉₀ (% 95 güven aralığı)	7.85(7.13-9.02)a	10.16(8.73-12.90)a	8.53(7.21-11.25)a	9.86(8.74-11.90)a
Eğim±S.h	7.57±0.963a	4.75±0.65b	4.85±0.61ab	6.28±0.84a
χ ²	16.5	33.55	56.8	23.1
Sd	38	38	38	38
Heterojenite	0.44	0.88	1.49	0.6

*Aynı satır içindeki aynı küçük harfler fungus izolatlar



Şekil 1. Entomopatojenik fungus *Metarhizium anisopliae* TR-106 izolatı (a) ve Bio-Magic preparatı (b) uygulanan *Curculio nucum* erginlerinin zamana bağlı ölüm oranları.



Şekil 2. Entomopatojenik fungus *Beauveria bassiana* TR-217 izolatı (a) ve Bio-Power preparatı (b) uygulanan *Curculio nucum* erginlerinin zamana bağlı ölüm oranları



Şekil 3. *Metarhizium anisopliae* TR-106 izolatı (a) ve *Beauveria bassiana* TR-217 izolatı (b)'nin enfeksiyonundan ölen *Curculio nucum* erginlerinde oluşan sporulasyon.

Entomopatojenik funguslar *M. anisopliae* ve *B. bassiana*'nın diğer pek çok coleopter türünün farklı biyolojik dönemleri üzerinde olduğu gibi, Curculionidae familyasına bağlı birçok tarımsal zararlının ergin bireylerine karşı da etkili olduğu saptanmıştır (Prazak, 1991; 1997; Gindin ve ark., 2006; Castrillo ve ark., 2011; Ansari ve Butt, 2012; Hirsch ve Reineke, 2014; Carrillo ve ark., 2015; Tuncer ve ark., 2016; Kushiyeve ve ark., 2017; Liu ve ark., 2017). Laboratuvar koşullarında *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier'ün ergin bireylerine karşı 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonda uygulanan *M. anisopliae* Ru izolatı 2 hafta içerisinde % 85 ölüme neden olmuştur (Gindin ve ark. 2006). Başka bir çalışmada, ormanların önemli zararlılarından biri olan *Hylobius abietis* L.'nin ergin bireylerine karşı uygulanan *M. anisopliae* ve *B. bassiana* izolatlarının 1×10^8 spor mL^{-1} konsantrasyonda oldukça etkili olduğu ve özellikle de *M. anisopliae* ARSEF4556 izolatının 12. günde % 100 ölüm meydana getirdiği tespit edilmiştir (Ansari ve Butt, 2012). Diğer taraftan, *M. anisopliae* ve *B. bassiana*'dan üretilen bazı preparatlar *Otiorhynchus* türlerinin erginlerine karşı denendiğinde farklı türlerin bu funguslara karşı

duyarlılığının oldukça değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. (Hirsch ve Reineke, 2014). Ekonomik anlamda fındık yetiştiriciliği sınırlı sayıda ülkede yapılmaktadır. Bu nedenle, sadece fındığa özel olan fındık kurduna karşı yapılan çalışmalar da bu ülkelerle sınırlı kalmaktadır. Özellikle de, entomopatojenik fungusların fındık kurdunun larva ve erginlerine karşı etkinliği üzerinde oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır (Paparatti ve Speranza, 2005; Cheng ve ark., 2016; Liu ve ark., 2017). Çin'de yapılan bir çalışmada fındık kurdu erginlerine uygulanan *B. bassiana* (subsp. *palomenae*) 12108 izolatının LT_{50} ve LT_{90} değerleri 2.56 ve 4.42 gün olurken, bu değerler *M. anisopliae* 3.4607 izolatında 8.80 ve 12.80 gün, diğer bir *M. anisopliae* (var. *acridium*) izolatında ise 11.40 ve 17.70 gün olarak bulunmuştur (Liu ve ark., 2017). Bu son çalışmada, bizim çalışmamız ile kıyaslandığında, *B. bassiana*'nın LT_{50} değeri oldukça düşük olarak bulunurken, aynı değer *M. anisopliae*'da tam aksine beklenenden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlara (Liu ve ark., 2017) göre *B. bassiana* izolatı fındık kurdu erginleri üzerinde çok kısa sayılabilecek bir zaman aralığında oldukça yüksek etki göstermiş, bunun aksine

ise *M. anisopliae*'nin 2 izolatu da beklenenden zayıf etki göstermiştir. Bizim çalışmamız ve bu son çalışmanın sonuçları arasındaki farklılıklar muhtemelen izolatların farklılığından kaynaklanabileceği gibi üzerinde çalışılmış olan *C. nucum* popülasyonunun farklılığı da bu sonuç üzerinde etkili olmuş olabilir. Aynı türden olsalar bile entomopatojenik fungusların etkinlikleri üzerinde hem kendi izolat farklılığının hem de konukçu farklılığının etkili olabileceği iyi bilen bir husustur (Goettel ve ark., 2010). Diğer yandan her iki çalışmada da iki entomopatojen fungus türünün fındık kurdunun erginlerine karşı laboratuvar koşulları altında etkili olduğu ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada kullanılan *M. anisopliae* TR-106 ve *B. bassiana* TR-217 izolatlarının 1×10^8 spor mL⁻¹ konsantrasyonda uygulanması sonucu fındık bahçelerinde zararlı olan *X. germanus*'da LT₅₀ değeri sırasıyla 4.43 ve 6.03 gün olurken, fındıkta zararlı diğer bir yazıcı böcek türü olan *Anisandrus dispar* Fabricius'da ise bu değer sırasıyla 3.67 ve 4.47 gün olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, uygulamadan 8 gün sonra *M. anisopliae* TR-106 izolatu her iki türde % 100 ve *B. bassiana* TR-217 izolatu ise % 80-100 arasında ölüm meydana getirmiştir (Tuncer ve ark., 2016; Kushiyeve ve ark., 2017). Fındıkta zarar yapan söz konusu yazıcı böceklerin erginleri Mart ve Eylül ayları arasında çıkışı yapmaktadır. Bu sonuçlar, *M. anisopliae* TR-106 ve *B. bassiana* TR-217 izolatlarının hem fındık kurduna hem de bahçelerde fındık kurdu ile aynı dönemde bulunan önemli bir zararlı grubu olan yazıcı böceklerle oldukça etkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, entomopatojen fungusların Nisan-Haziran aylarındaki uygulamaları bu zararlıların tamamı üzerinde etkili olabilecektir.

Entomopatojenik fungusların Curculionidae familyasına bağlı bazı zararlıların ergin dönemlerine uygulanması sonucu sadece ölüme neden olmadığı, aynı zamanda böceğin bıraktığı yumurta sayısını (Prazak 1991; 1997; Gindin ve ark., 2006) ve yumurtalardan çıkan larvalarını da etkileyerek popülasyonu önemli derece de düşürebildiği görülmüştür (Glare ve ark., 2002; Castrillo ve ark., 2011; 2013). Bu çalışmada sublethal dozların erginlerin yumurta sayısına etkisi ve erginler yoluyla enfeksiyonun larvalara taşınıp taşınmadığı üzerinde durulmamıştır. Ancak bu durum entomopatojen fungusların fındık kurduna karşı doğal koşullarda başarı şansını artıracak diğer olası etkilerini ortaya koyması bakımından önemlidir.

Entomopatojenik funguslar genellikle farklı çevre koşullarında hayatta kalabilmekte, ancak gelişebilmesi için yüksek nem, bol yağmur ve ortalama 25°C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır (Goettel ve ark., 2005). Özellikle de, yüksek nem bu fungusların çimlenme ve spor üretmesinde çok önemli rol oynamaktadır. Fındığın yoğun olarak üretildiği Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nin iklim özellikleri entomopatojenik fungusların fındık zararlılarına karşı kullanımı açısından oldukça elverişlidir (Erper ve ark., 2016). Diğer yandan

fındık yetiştiriciliği yapılan bölgelerden alınan toprak örneklerinden *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae*, *Metarhizium* sp., *B. bassiana*, *Beauveria* cf. *bassiana* türlerini de içeren birçok entomopatojenik fungus izole edilmiştir (Sevim ve ark., 2010). Bu durum, söz konusu entomopatojen fungus türlerinin fındık bahçelerinde doğal olarak da bulunduğunu göstermektedir ve mücadele açısından kullanımındaki başarı şansını artırmaktadır.

Fındık kurdu erginleri Mayıs ayından itibaren olgunlaşmamış meyveler üzerinde beslenmeye başlamakta ve Haziran ayında da devam etmektedir. Mayıs ayının sonlarında çiftleşme gerçekleşmekte ve Haziran başlarında yumurta bırakmaya başlamaktadır (Akça ve Tuncer, 2005). Bu nedenle, çiftçilerin çoğu bu zararlıya karşı Mayıs ayından başlayarak Haziran başlarına kadar en az bir kere ilaçlama yapmaktadır (Tuncer ve Ecevit, 1997). Fındık kurduna karşı ilaçlamanın yapıldığı bu dönemde Karadeniz Bölgesinin oldukça yağmurlu geçmesi nedeniyle uygulanan ilaçların yıkanarak etkinliğinin azalma ihtimali bulunmaktadır. Aynı risk entomopatojen fungus preparatları için de geçerli olmakla beraber, yağmurun entomopatojenik fungusların sporlarının etrafa yayılmasında rol oynaması önemli bir avantaj sağlayabilmektedir (Goettel ve ark., 2005). Ayrıca, Türkiye'deki fındık bahçelerinde 70'i predatör ve 56'sı parazitoit olmak üzere 129 yararlı tür tespit edilmiştir (Ecevit ve ark., 1996). Yoğun olarak kullanılan kimyasal ilaçların yararlı türler üzerindeki olumsuz etkileri kaçınılmaz bir gerçektir. Her ne kadar entomopatojenik fungusların bazı faydalı böceklerle olumsuz etkisi tespit edilmiş olsa bile (Zimmermann, 2007a; b) genel olarak birçok yararlı organizma ve çevreye karşı oldukça güvenli olduğu bilinmektedir (Goettel ve ark., 2010).

4. Sonuçlar

Fındık kurdunun biyolojisi gereği mücadelenin en pratik olduğu dönemin ergin dönemidir. Karadeniz Bölgesi'nin mücadele dönemi olan Mayıs ve erken Haziran döneminde oldukça yağışlı olması nedeniyle bu iklim koşulları altında gelişme ve yayılma potansiyeli yüksek olan entomopatojenik fungusların kullanımının uygun olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada kullanılan entomopatojenik fungus izolat ve preparatları fındık kurdu üzerinde laboratuvar koşulları altında makul sayılabilecek bir süre içinde yüksek etkili olarak bulunmuştur. Ancak entomopatojenlerle ilgili pek çok çalışmada laboratuvar ve arazi etkinlikleri arasında fark görülmektedir (Goettel ve ark., 2010). Dolayısı ile uygulama önerisinden önce etkinliğin arazi denemeleri ile desteklenmesi doğru olacaktır. Diğer yandan, bu fungusların fındık kurdunun üremesi, beslenmesi ve davranışları üzerine yapabileceği muhtemel etkilerin üzerinde de durulması, entomopatojenik fungusların fındık

kurduna karşı kullanılma potansiyelini daha iyi ortaya koyacaktır.

Teşekkür

Rahman Kushiyev'e 2215 Lisansüstü Burs programı ile burs sağladığı için Türkiye Bilim ve Teknoloji Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederiz. Bu çalışma kısmen "Introduction of new biological control technology of *Curculio nucum* in hazelnut (State Forestry Bureau of China, International Advanced Agriculture Science and Technology Plan, Project No:948) isimli proje tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economical Entomology*, 18: 265-267.
- Akça, İ., 2003. Orta Karadeniz Bölgesinde fındık kurdu *Curculio nucum* L. (Coleoptera; Curculionidae) populasyonlarının biyolojisi ve zararı üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Akça, İ., Tuncer, C., 2005. Biological control and morphological studies on nut weevil (*Curculio nucum* L. Col., Curculionidae). *Acta Horticulturae*, 686: 413-420.
- AliNiaze, M.T., 1998. Ecology and management of hazelnut pests. *Annual Review of Entomology*, 43: 395-419.
- Ansari, M.A., Butt, T.M., 2012. Susceptibility of different developmental stages of large pine weevil *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae) to entomopathogenic fungi and effect of fungal infection to adult weevils by formulation and application methods. *Journal of Invertebrate Pathology*, 111 (1): 33-40.
- Carrillo, D., Dunlap, C.A., Avery, P.B., Navarrete, J., Duncan, R.E., Jackson, M.A., Behle, R.W., Cave, R.D., Crane, J., Rooney, A.P., Peña, J.E., 2015. Entomopathogenic fungi as biological control agents for the vector of the laurel wilt disease, the redbay ambrosia beetle, *Xyleborus glabratus* (Coleoptera: Curculionidae). *Biological Control*, 81: 44-50.
- Castrillo, L.A., Griggs, M.H., Ranger, C.M., Reding, M.E., Vandenberg, J.D., 2011. Virulence of commercial strains of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum* (Ascomycota: Hypocreales) against adult *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae) and impact on brood. *Biological Control*, 58: 121-126.
- Castrillo, L.A., Griggs, M.H., Vandenberg, J.D., 2013. Granulate ambrosia beetle, *Xylosandrus crassiusculus* (Coleoptera: Curculionidae), survival and brood production following exposure to entomopathogenic and mycoparasitic fungi. *Biological Control*, 67: 220-226.
- Ceyhan, V., Bozoğlu, M., Cinemre, H.A., 2002. Bafra ve Çarşamba ovalarında kimyasal girdi kullanım düzeyi ve çevreye etkileri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2): 17-23.
- Cheng, Y., Liu T., Zhao, Y., Geng, W., Chen, L., Liu, J., 2016. Evaluation of pathogenicity of the fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* in Hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae) larvae. *Indian Journal of Microbiology*, 56(4): 405-410.
- Ecevit, O., Tuncer, C., Özman S., Mennan, S., Akça, İ., 1996. Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerindeki doğal düşmanlar ve biyolojik savaşımında kullanılma olanakları. Fındık ve diğer sert kabuklu meyveler sempozyumu, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 295-296 s, Samsun.
- Erper, I., Saruhan, I., Akca, I., Aksoy, H.M., Tuncer, C., 2016. Evaluation of some entomopathogenic fungi for controlling the Green Shield Bug, *Palomena prasina* L. (Heteroptera: Pentatomidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 26(3): 573-578.
- Gindin, G., Levinski, S., Glazer, I., Soroker, V., 2006. Evaluation of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against the red palm weevil. *Phytoparasitica*, 34(4): 370-379.
- Glare, T.R., Placet, C., Nelson, T.L., Reay, S.D., 2002. Potential of *Beauveria* and *Metarhizium* as control agents of pinhole borers (*Platypus spp.*). *New Zealand Plant Protection*, 55: 73-79.
- Goettel, M.S., Eilenberg, J., Glare, T., 2005. Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. In: Gilbert, L.I., Iatrou, K., Gill, S.S. (eds). *Comprehensive Molecular Insect Science*, pp. 361-405.
- Goettel, M.S., Eilenberg, J., Glare, T.R., 2010. Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. In: Gilbert, L.I., Gill, D.S. (Eds.). *Insect control: biological and synthetic agents*. Academic Press, San Diego, pp. 387-431.
- Hirsch, J., Reineke, A., 2014. Efficiency of commercial entomopathogenic fungal species against different members of the genus *Otiorhynchus* (Coleoptera: Curculionidae) under laboratory and semi-field conditions. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 121 (5): 211-218.
- Ihara, F., Toyama, M., Sato, T., 2003. Pathogenicity of *Metarhizium anisopliae* to the chestnut weevil larvae under laboratory and field conditions. *Applied Entomology and Zoology*, 38 (4): 461-465.
- Ioachim, E., Bobarnac, B., 1997. Research on the hazelnut pests in Romania. *Acta Horticulturae*, 445: 527-537.
- Işık, M., Ecevit, O., Kurt, M.A., Yüce, T., 1987. Doğu Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde entegre savaş olanakları üzerinde araştırmalar. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları*, No: 20,95s, Samsun.
- Kocacevik, S., Sevim, A., Eroglu, M., Demirbag, Z., Demir, I., 2015. Molecular characterization,

- virulence and horizontal transmission of *Beauveria pseudobassiana* from *Dendroctonus micans* (Kug.) (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Applied Entomology*, 139: 381-389.
- Kreutz, J., Vaupel, O., Zimmermann, G., 2004. Horizontal transmission of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* among the Spruce bark beetle, *Ips typographus* (Col., Scolytidae) in the laboratory and under field conditions. *Biocontrol Science and Technology*, 14: 837-848.
- Kushiyev, R., 2015. Fındıkta önemli yazıcı böcek türlerindeki fungusların belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 63 s, Samsun.
- Kushiyev, R., Tuncer, C., Erper, I., Saruhan, I., 2017. Effectiveness of entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against *Anisandrus dispar* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). IX. International congress on Hazelnut, 152 p, 15-19 August, Atakum-Samsun/ Turkey.
- Liu, J., Zhang, Y., Liu, T., Tuncer, C., Cheng, Y., 2017. Screening of a highly pathogenic strain against Hazelnut weevil and microscopic observation on its infection process. *Journal of Beijing Forestry University*, 39(3): 32-37.
- Milenkovic, S., Mitrovic, M., 2001. Hazelnut pests in Serbia. *Acta Horticulturae*, 556: 403-409.
- Milner, R.J., Staples, J.A., 1996. Biological control of termites: results and experiences within a CSIRO project in Australia. *Biocontrol Science and Technology*, 6: 3-9.
- Paparatti, B., Speranza, S., 2005. Biological control of Hazelnut weevil (*Curculio nucum* L., Coleoptera, Curculionidae) using the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. (Deuteromycotina, Hyphomycetes). *Acta Horticulturae*, 686: 407-412.
- Prazak, R.A., 1991. Studies on indirect infection of *Trypodendron lineatum* Oliv. with *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 111: 431-441.
- Prazak, R.A., 1997. Laboratory evaluation of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina: Hyphomycetes) against *Trypodendron lineatum* Oliv. (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 104: 459-465.
- Pucci, C., 1992. Studies on population dynamics of *Balaninus nucum* L. (Col.: Curculionidae) noxious to the hazel (*Corylus avellana* L.) in Northern Latium (Central Italy). *Journal of Applied Entomology*, 114 (1): 5-16.
- Robertson, J.L., Russell, R.M., Preisler, H.K., Savin, E., 2007. Bioassays with arthropods. Second edition. CRC Press, 199p.
- Roy, H.E., Steinkraus, D.C., Eilenberg J., Hajek A.E., Pell, J.K., 2006. Bizarre interactions and endgames: Entomopathogenic fungi and their arthropod hosts. *Annual Review of Entomology*, 51: 331-57.
- Saruhan, I., Erper, I., Tuncer, C., Akca, I., 2015. Efficiency of some entomopathogenic fungi as biocontrol agents against *Aphis fabae* Scopoli (Hemiptera: Aphididae). *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 52(2): 273-278.
- Saruhan, İ., Tuncer, C., 2001. Population densities and seasonal fluctuations of hazelnut pests in Samsun, Turkey. *Acta Horticulturae*, 556: 495-502.
- Scholte, E.J., Knols, B.J., Takken, W., 2005. A study on avoidance and repellence of the African malaria vector *Anopheles gambiae* upon exposure to the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae*. *Pest Control*, 16: 131-138.
- Sevim, A., Demir, I., Höfte, M., Humber, R.A., Demirbag, Z., (2010). Isolation and characterization of entomopathogenic fungi from hazelnut-growing region of Turkey. *Biocontrol*, 59: 279-297.
- Sevim, A., Sevim, E., Demirbağ, Z., 2015. Entomopatojenik fungusların genel biyolojileri ve türkiye’de zararlı böceklerin mücadelesinde kullanılma potansiyelleri. *Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 8(1): 115-147.
- Tuncer, C., Ecevit, O., 1997. Current status of hazelnut pests in Turkey. *Acta Horticulturae*, 445: 545-550.
- Tuncer, C., Knížek, M., Hulcr, J., (2017). Scolytinae in hazelnut orchards of Turkey: clarification of species and identification key (Coleoptera, Curculionidae). *ZooKeys*, 710: 65-76.
- Tuncer, T., Kushiyev, R., Saruhan, I., Erper, I., 2016. Entomopatojenik funguslar *Metarhizium anisopliae* ve *Beauveria bassiana*’nın *Xylosandrus germanus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae)’a karşı etkinliğinin belirlenmesi. *Türkiye VI. Bitki Koruma Kongresi*, 126 s, 5-8 Eylül, Konya.
- Villani, M.G., Krueger, S.R., Schroeder, P.C., Consolie, F., Consolie, N.H., Prestonwilsey, L.M., Roberts, D.W., 1994. Soil application effects of *Metarhizium anisopliae* on Japanese beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) behavior and survival in turf grass microcosms. *Environmental Entomology*, 23: 502-513.
- Zimmermann, G., 2007a. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17: 553-596.
- Zimmermann, G., 2007b. Review on Safety of the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium anisopliae*. *Biocontrol Science and Technology*, 17: 879-920.
- Zimmermann, G., 2008. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*): biology, ecology and use in biological control. *Biocontrol Science and Technology*, 18: 865-901.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 33 (2018)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.393903

Isolation and identification of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* and *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* causing disease in common bean producing areas in Samsun province of Turkey

Murat Öztürk^{a*}, Hasan Murat Aksoy^b

^aDepartment of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bozok University, Yozgat, Turkey

^bDepartment of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, Samsun, Turkey

*Sorumlu yazar/corresponding author: murat.ozturk@bozok.edu.tr

Geliş/Received 12/02/2018

Kabul/Accepted 26/04/2018

ABSTRACT

In 2013-2014, surveys were conducted in order to investigate the presence of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xap*) (common blight) and *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (*Psp*) (halo blight) in common bean producing areas of Samsun province. Eight *Xap* and 5 *Psp* isolates were identified from single isolated pure colonies of the bacteria by means of biochemical, pathogenicity, molecular and 16S rDNA sequencing studies. Phylogenetic tree analysis demonstrated that the isolates of *Xap* and *Psp* obtained were clustered with their type strains. Göynük 98 was the most susceptible cultivar to *Xap* and *Psp* isolates among the five common bean cultivars tested in pathogenicity assays and selected for virulence assays. This work proved the presence of both disease agents in Samsun province, which supplies about 20 % of the total fresh bean production in Turkey, with molecular studies for the first time.

Keywords:
Detection
Common blight
Halo blight
PCR
16S rDNA

Fasulye üretim alanlarında hastalığa neden olan *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* ve *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*'nın izolasyonu ve tanılanması

ÖZET

2013-2014 yıllarında, Samsun ili fasulye üretim alanlarında adi yanıklığa neden olan *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xap*) ve hale yanıklığına neden olan *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (*Psp*)'nin belirlenmesi için surveyler yapılmıştır. Elde edilen tek ve saf kolonilerle yapılan biyokimyasal, patojenisite, moleküler ve 16S rDNA sekanslama çalışmaları sonucunda 8 *Xap* ve 5 *Psp* izolatu tanılanmıştır. *Xap* ve *Psp* izolatları filogenetik ağaç analizinde tip kültürleri ile birlikte yer almıştır. Göynük 98 fasulye çeşidi in vitro patojenisite denemelerinde en hassas çeşit olarak belirlenmiştir ve virülens denemesi için kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmada, Türkiye taze fasulye üretiminin % 20'sinin gerçekleştiği Samsun ilinde her iki hastalık etmenin varlığı moleküler çalışmalarla ilk kez ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler:
Teşhis
Adi yanıklık
Hale yanıklığı
PCR
16S rDNA

© OMU ANAJAS 2018

1. Introduction

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is the most important legume species worldwide for direct human consumption and one of the most important crops grown all over the world. It is mainly consumed in developing countries in Latin America, Africa and Asia (Gepts, 2001). The crop is used primarily for human consumption of dry (mature) beans, shell beans (seeds at physiological maturity), and green pods (Mohammed, 2013). Its nutritional value is due to its high content of dietary fibres, minerals and certain vitamins (Gepts et

al. 2008; Reynoso-Camacho et al. 2006). Fungal, viral and bacterial pathogens cause yield losses on common bean (Agrios, 1997; Fourie, 2002). Important bacterial pathogens cause severe economic losses in common bean growing regions, which are namely *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (*Psp*), *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xap*), *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* (*Pss*), *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (*Cff*) (Schwartz and Galvez, 1980; Schuster and Coyne, 1981; Saettler, 1989; Park and Dhanvantari, 1987; Coyne et al. 1994; Ranalli and Parisi, 1998; Popovic, 2008). Contaminated seeds are

the main source of primary infection of these mentioned bacterial pathogens. Among those pathogens, the most predominant ones are *Xap* causes common bacterial blight and *Psp* causes halo blight on bean plants (Coyne et al. 1976; Schwartz and Galvez, 1980; Gilbertson et al. 1990; Dönmez et al. 2013). These pathogens can reduce yields under epidemic conditions, to different extents depending on geographic regions, with a reported average 43% yield loss under experimental conditions (Fourie, 2002). Seed contamination plays an important role in the development of an epidemic for both diseases (Schaad et al. 1995; Yu et al. 1998) and seed health testing is vital in preventing outbreaks of these diseases (Taylor, 1970). For instance, the common blight agent (*Xap*) was isolated from seeds stored for up to 15 years (Neergaard, 1979). Hence, the bacteria can survive during the germination of seed (Schuster et al. 1983).

Both dry and fresh edible common bean are also one of the most important crops in Turkey with a production of 632,000 tons on an area of about 506,619 ha (FAO, 2014), being cultivated in different regions (Kahveci and Maden 1994, Ertugrul and Guven, 1998). Samsun province produces a large amount of fresh consumed bean, accounting for approximately 20% of the total production of Turkey (TUIK, 2013). *Xap* and *Psp* are also the most important bacterial pathogens causing losses in yield and quality of bean production in Turkey (Bastas and Sahin, 2017). Up to date, the bacterial diseases have been reported in different parts of Turkey, and both pathogens were occurred as the widespread in the growing areas (Benlioglu et al. 1994; Demir and Gundogdu, 1994; Kahveci and Maden, 1994; Bozkurt and Soylu, 2001; Donmez et al. 2013; Bastas and Sahin, 2017).

The present research aimed at surveying for the presence of *Xap* and *Psp* in the Samsun province,

isolating them and characterise the obtained isolates at biochemical, pathogenic and molecular level. The results obtained from this study provide certain information that both pathogens occur on bean crops in the surveyed area and also reveal that precautions need to be taken by growers to prevent the spread of the detected pathogens in the region.

2. Materials and Methods

2.1. Sampling and bacterial isolation

Bacterial isolates of *Xap* and *Psp* were isolated from common bean leaves which were collected during surveys in Carsamba, Terme, Bafra, Tekkekoy and Ladik districts, covering 88% of total bean production areas in Samsun province. In these surveys, 87 common bean fields in 27 villages were surveyed for halo blight typical leaf symptoms contained small, round and reddish-brown necrotic lesions with yellow borders (Figure 1A) and common bacterial blight included irregular necrotic lesions with yellow borders (Figure 1B). The leaves showing signs of typical symptoms were collected for further analysis. From lesion (margins of healthy and diseased tissue), 3–5 small pieces of infected tissue were aseptically removed, placed into a tube with 0.3 ml of sterile saline solution, and left to soak for 30 minutes. The suspensions were plated on King's B (KB) and Nutrient agar (NA) plates, which were then incubated at 26°C for 24 hours. White-creamy and mucoid colonies raised with diffusible yellowish-green pigment that fluoresces green-blue under ultraviolet light (366 nm) were selected from each leaf sample for *Psp* and subcultured on KB. Yellow and mucoid colonies were selected from each leaf sample for *Xap* and subcultured on NA.

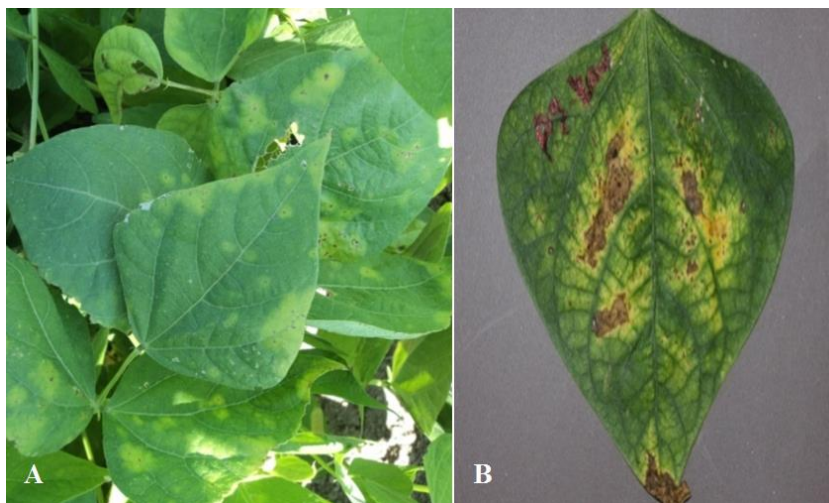


Figure 1. Diseased common bean plants; A) Typical halo blight caused by *Psp*, B) Common blight containing necrotic areas under the infection of *Xap*.

2.2. Identification of isolates

2.2.1. Biochemical and physiological tests

Biochemical and physiological tests; Levan formation, oxidase reaction, potato soft rot, arginine dihydrolase and induction of the hypersensitive reaction in tobacco leaves (LOPAT tests) were done as described by Lelliott and Stead (1987) and Schaad et al. (2001). Fluorescent pigment production was evaluated on KB plates on a UV transilluminator. Acid production from carbon sources were tested using methods described by Dye (1968). Reference isolate TE17 (*Xap*) and isolate SB5 (*Psp*) were used as positive control for each test.

2.2.2. Polymerase chain reaction

For PCR amplification, primers were designed using Geneious 7 software (Biomatters, Auckland, New Zealand) based on manual identification of sequence alignment. BLAST analysis was also performed on chosen genes sequences in NCBI database to confirm the specificities of the primers (Table 1). For *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, XapF/R primers

were designed for targeting the methyltransferase homolog M.XphI (xphIM) and restriction endonuclease homolog R.XphI (xphIR) genes (Genbank Accession No: AF042157.1) and for *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* PspF/R primers were designed for targeting the phtO, phtP, and amtA genes involved in the phaseolotoxin synthesis (Genbank Accession No: FR691729.1). PCR reactions were set up in a total volume of 25 μ L as follows: 12.5 μ L of 2x mastermix, 1 μ L of each primer (10 pmol mL⁻¹) and 10.5 μ L sterile water. A tiny amount of the intended colony was picked up with a sterile toothpick and directly placed into the PCR reaction tube. A thermal cycler (Bio-Rad T100 thermal cycler, USA) and the following protocol were used: initial denaturation step at 94°C for 4 min followed by 25 cycles of 94°C for 45 s, 56°C for 30 s, 72°C for 45 s with a final extension step at 72°C for 10 min. PCR products were run by electrophoresis in 1% agarose gels at 100 V for 45 min in 1x Tris-acetate-EDTA buffer and DNA fragments were visualized with a gel imaging system (Vilber Lourmat, France).

Table 1. Primers used for the detection of bacteria by polymerase chain reaction

Species	Primers	Sequence (5' -3')	Size (bp)
<i>Xap</i>	XapF	ACGGTCACGCGAACCTATAC	870
	XapR	TTCTGTGCGCATACAGCTTGG	
<i>Psp</i>	PspF	CGTCCATCAGAGCTTTGTGCG	790
	PspR	GCAATGGTCTGAAGGTAGCTG	

2.2.3. 16S rDNA sequencing and phylogenetic analysis

For sequence analyses, the partial 16S rDNA of representative isolates for each pathogen (*Xap* and *Psp*) was amplified in 50 μ L volume as described for the PCR tests above, using the universal primers 27F (AGAGTTTGATC(AC)TGGCTCAG; positions 8 to 27 and 1492R (ACGG(CT)TACCTTGTTACGACTT; positions 1508 to 1492) (Weisburget al. 1991). Sequencing of PCR products was performed in both directions with the same primers, and carried out by the Medsantek Company, Turkey. The chromas Pro software (Technelysium Pty Ltd, Qld, Australia) was used for editing and regenerating the obtained sequences. Resulted partial 16S rDNA gene sequences of Turkish *Xap* and *Psp* isolates were searched in the GenBank database using blastn tool for confirmation of their identity.

A multiple alignment with sequences of this study and closely related species was performed by using the program CLUSTAL W 1.6 in MEGA 6.0 to analyse 16S rDNA datasets cooperatively (Tamura et al. 2013). Dendrograms were produced using the Maximum Likelihood method based on the Jukes Cantor model (Jukes and Cantor, 1969). Topologies of the constructed trees were evaluated by bootstrap analysis (Felsenstein,

1985) based on 1000 resamplings. Published sequences of *X. translucens* strain XT 2 (NR_036968) and *P. viridiflava* strain ATCC 13223 (NR_114482) were used as an outgroup for *Xap* and *Psp*, respectively.

2.3. Tobacco hypersensitivity reaction (HR)

Hypersensitivity reaction was tested on tobacco leaves (*Nicotiana tabacum* L. cv. *benthamiana*) by injecting the bacterial suspension with a hypodermic syringe for evaluating tissue collapse after 24 hours (Klement et al. 1990).

2.4. Pathogenicity assays

Five common bean cultivars used for dry bean seed production, viz. Akman 98, Nihatbey, Göynük 98, Zulbiye and Karacaşehir 90 were kindly provided by Dr. Ilyas Deligoz, Black Sea Agricultural Research Institute, Samsun, Turkey, and screened for their reactions to *Xap* and *Psp* isolates in both petri and pot assays. Bacterial isolates were cultured on NA plates incubated for 24-48 hours at 28°C. Final bacterial densities were estimated from the OD₆₀₀ = 0.1 assuming that to be equal to 10⁸ cfu mL⁻¹. For petri experiment, two weeks old bean leaves were harvested to use in a 9 mm diameter petri dishes containing sterile whatman paper to determine the most susceptible ones among

these cultivars to screen virulence of isolates in the pot experiment. Bacterial inoculums of *Xap* and *Psp* isolates were sprayed onto leaves in petri dishes and incubated at 27°C. Leaves in petri dishes sprayed with distilled water were used as a negative control. Reactions of the plants against to the bacterial isolates were evaluated and scaled after 7 days in petri experiment (Abeyasinghe, 2003). For pot experiment, two weeks old plants of cultivar Göynük 98 were applied by spraying bacterial inoculum of *Xap* and *Psp* isolates and then covered by transparent plastic bags to maintain high humidity for one day in order to facilitate bacterial infection using the method described by Schuster (1955). Reactions of the infected plants to the isolates were evaluated and scaled after 20 days. Symptoms were assessed according to Dursun et al. (2002) and Osdaghi et al. (2010) with some modifications. Experiments were performed as a randomized complete block design with three replicates and repeated twice. Sterile water was sprayed for control plants. Disease severity (%) of the isolates for both experiments was calculated by Thousand Heuberger formula.

2.5. Statistical analysis

Kolmogorov-Smirnov One Sample test results showed that all traits could be assumed normally distributed ($P>0.001$). Levene variance homogeneity test results indicated that all traits had homoscedasticity ($P>0.001$). Then, One-Way ANOVA test was applied to the all data. Duncan multiple comparison test was used to compare the means. Relations between traits were examined with Pearson correlation analyses. All analyses were evaluated using SPSS v.20.0 with the license of Ondokuz Mayıs University.

3. Results

3.1. Bacterial isolation and identification

Identification tests were performed on 58 isolates. The tests lead to identification of 8 *Xap* and 5 *Psp* isolates (Table 2). *Xap* isolates were maintained from infected leaves formed yellow, convex, mucoid colonies on the NA medium. They were Gram-negative (confirmed with KOH test), positive for catalase and levan production, aerobic, non-fluorescent after 48 hours of incubation on King's B medium, showed ability to cause hypersensitive reaction on tobacco leaves, could not macerate potato tuber slices, hydrolyzed esculin, starch and utilized oxidatively d-arabinose, d-mannose, d-trehalose, d-sorbitol, d-rhamnose, glucose, d-cellobiose, l-arabinose, d-mannitol and d-raffinose as a carbon source. All *Xap* isolates presented the same results like the reference isolate TE17. *Psp* isolates were retrieved from infected leaves formed white, creamy, fluorescent shining under ultraviolet light on the King's B medium. They were Gram-negative (confirmed with KOH test), aerobic,

catalase and oxidase positive, had an ability to produce levan and arginine, did not macerate potato tuber slices, could not hydrolyze starch and esculin, utilized oxidatively d-mannose, d-sorbitol, glucose, d-mannitol, d-raffinose, and did not use d-trehalose, d-rhamnose, d-cellobiose, l-arabinose, and d-arabinose as a carbon source. All *Psp* isolates gave same features as the reference isolate SB5 (Table 3).

3.2. PCR and 16S rDNA phylogenetic analysis

Eight isolates were positive for *Xap*F/R primers with reference isolate TE17 producing the expected DNA fragments for *Xap* isolates – 870 bp. For 5 isolates the marker product of 790 bp was amplified with *Psp*F/R primers as occurred for reference isolate SB5. Other bacteria isolated from bean samples did not give amplification products with the same primer sets. Designed primers could be able to detect the bacterial colonies belonging to *Xap* and *Psp* isolated from infected plant material. The 16S rDNA fragments of four *Xap* and four *Psp* isolates were amplified and their sequences were analyzed with the NCBI Blast algorithm. All the sequenced *Xap* isolates had 99% identity with type strain *X. axonopodis* pv. *phaseoli* ATCC 49119^T = G27. *Psp* isolates showed 99% sequence similarity to the type strain *P. syringae* pv. *phaseolicola* A1448^T at the nucleotide level. From 16S rDNA gene phylogeny, *Xap* isolates of this work clustered in the same clade with their type ATCC 49119^T (NR_104856) and were discriminated from other pathovars and its closely related var. *fuscans* in *Xanthomonas* species (Figure 2). All *Psp* isolates of this work grouped in the same clade with representative strain type *P. syringae* pv. *phaseolicola* A1448^T (NR_074598) and were distinguished from other *Pseudomonas syringae* pathovars (Figure 3). These results confirmed the identity and taxonomic assignment of the isolates belonging to the corresponding species at the pathovar level. Sequence data from 16S rDNA have been deposited in Genbank under the following accession numbers MF318487 to MF318490 for *Xap* isolates and MF318491 to MF318494 for *Psp* isolates.

3.3. Pathogenicity assays

The identified isolates belonging to *Xap* and *Psp* induced the HR that resulted in collapsed tissues of tobacco. Leaf reactions of the Akman 98, Nihatbey, Göynük 98, Zülbiye and Karacaşehir 90 cultivars to the different isolates of *Xap* and *Psp* were significantly different while ability of isolates to cause disease on these cultivars were nearly same ($P>0.001$). Average disease severity of inoculated *Xap* isolates was highest on Göynük 98 followed by Zülbiye cultivar, while lowest for Akman 98 followed by Karacasehir 90 ($P<0.001$).

Table 2. The isolates obtained from infected bean plants in this study

No	Species	Isolate	Plant part	Year and Place of isolation
1	<i>Xap</i>	Ca. Sa. 7	Bean, leaves	2013, Turkey, Çarşamba
2		Ca. Ko. 1	Bean, leaves	2013, Turkey, Çarşamba
3		Ca. Ko. 2	Bean, leaves	2013, Turkey, Çarşamba
4		Ca. Ko. 3	Bean, leaves	2013, Turkey, Çarşamba
5		Ca. As. 3	Bean, leaves	2013, Turkey, Çarşamba
6		Ca. Ba. 5	Bean, leaves	2013, Turkey, Çarşamba
7		Ca. Ba. 6	Bean, leaves	2013, Turkey, Çarşamba
8		Ca. Ba. 8	Bean, leaves	2013, Turkey, Çarşamba
1	<i>Psp</i>	Ba. Ka. 1	Bean, leaves	2014, Turkey, Bafra
2		Ba. Ka. 2	Bean, leaves	2014, Turkey, Bafra
3		Ba. Ku. 3	Bean, leaves	2014, Turkey, Bafra
4		La. Ak.8	Bean, leaves	2014, Turkey, Ladik
5		La. Ak. 9	Bean, leaves	2014, Turkey, Ladik
1*	<i>Xap</i>	TE17	Bean, leaves	2015, Turkey, Erbaa, Tokat
2*	<i>Psp</i>	SB5	Bean, leaves	2015, Turkey, Bafra

*Reference strains used in the study (provided by Dr. Demet Çelik Ertekin, Black Sea Agricultural Research Institute, Samsun, Turkey) were subjected to PCR test with listed primers for *Xap* and *Psp*. Pathogenicity of the selected isolates was evaluated on pure bacterial culture

Table 3. Biochemical properties of *Xap* and *Psp* isolates

Characters	Species														
	<i>Xap</i>									<i>Psp</i>					
	TE17*	Ca.Sa.7	Ca.Ko.1	Ca.Ko.2	Ca.Ko.3	Ca.As.3	Ca.Ba.5	Ca.Ba.6	Ca.Ba.8	SB5*	Ba.Ka.1	Ba.Ka.2	Ba.Ku.3	La.Ak.8	La.Ak.9
Gram reaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KOH ^a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
OF ^b	A ^c	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Oxidase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Levan production	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Arginine hydrolysis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flourescent pigment	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
HR on tobacco	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Potato soft rot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esculin hydrolysis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Starch hydrolysis	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Carbon sources ^d	D-Arabinose ^a	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	D-Mannose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	D-Trehalose	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	D-Sorbitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	D-Rhamnose	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	Glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	D- Cellobiose	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	L- Arabinose	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	D- Mannitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
D-Raffinose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

^aKOH, potassium hydroxide test; ^bOF, oxidative-fermentative test; ^cA: aerobic; ^dUtilization of compounds as the sole carbon source; +, positive reaction; -, negative reaction; *reference isolates TE17, positive control for *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (*Xap*); SB5, positive control for *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola* (*Psp*)

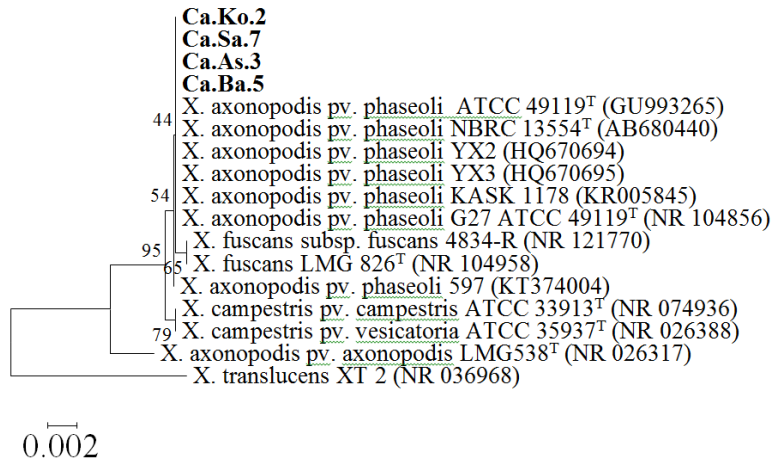


Figure 2. Phylogenetic tree based on partial 16S rDNA gene sequences showing the phylogenetic relationships of different *Xanthomonas* species. Accession numbers of reference strains in GenBank are given in parenthesis.

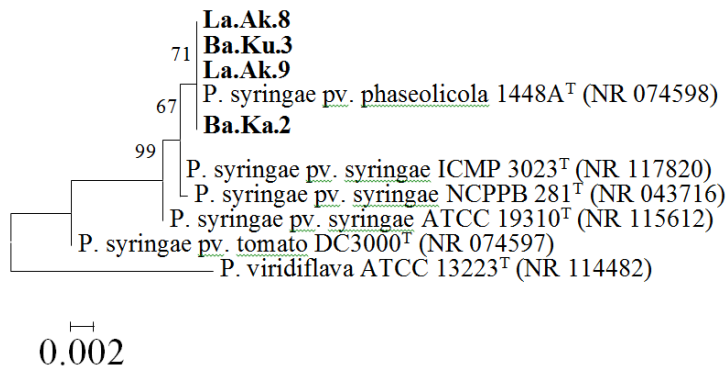


Figure 3. Phylogenetic tree based on partial 16S rDNA gene sequences showing the phylogenetic relationships of different *Pseudomonas syringae* pathovars. Accession numbers of reference strains in GenBank are given in parenthesis.

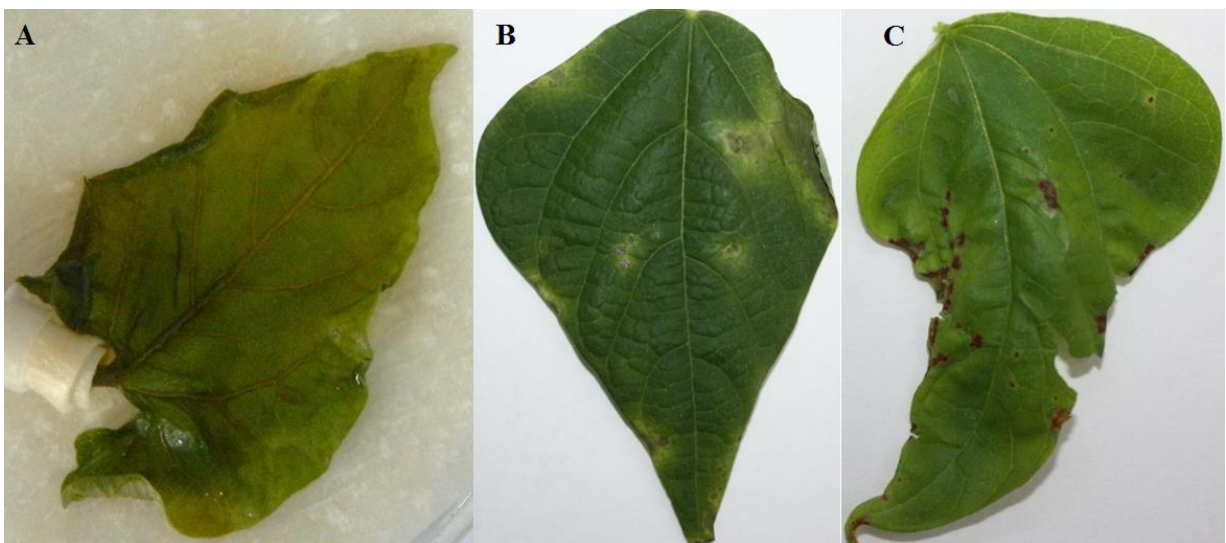


Figure 4. **A)** Diseased leaf of Göynük 98 cultivar caused by isolate Ca. Ko. 2 (*Xap*) in petri assay, **B)** Necrotic, light Brown and irregular shaped common blight caused by *Xap* isolates, **C)** Halo blight spots around necrotic areas inoculated by *Psp* isolates, on Göynük 98 cultivar in pot assay.

Leaves of Göynük 98 inoculated with *Xap* and *Psp* isolates have a wet appearance in petri assay (Figure 4A). There was significant difference for disease severity caused by Ca.Sa.7 and Ca.As.3 isolates on Nihatbey, Ca.As.3 isolate in respect to other three one on cultivar Karacasehir 90, and also between the Ca.Ko.3 and Ca.Sa.7 isolates on Zulbiye cultivar ($P<0.001$). Differences in leaf reactions of the cultivars to the isolates of *Psp* were significant ($P<0.001$). They

caused higher disease on Göynük and Nihatbey cultivars, respectively ($P<0.001$) and lowest capability of pathogenicity on Akman 98 that was the only one showed highest resistant reaction to all *Xap* and *Psp* isolates. No differences in the degree of virulence was observed between two *Psp* isolates on Göynük 98 as noticed the same between the four tested *Xap* isolates for their leaf reaction ($P>0.001$) (Table 4).

Table 4. Disease severity of *Xap* and *Psp* isolates on cultivars in petri assay

Isolates	Cultivars	Disease severity (%) (Mean \pm SD)	
<i>Xap</i>	Akman 98	0 \pm 0 ^f	
	Ca.Ko.2	Nihatbey	10.67 \pm 1.76 ^{def}
		Göynük 98	58.33 \pm 4.41 ^a
		Zulbiye	33.33 \pm 6.01 ^b
		Karacasehir 90	6 \pm 1.15 ^{def}
	Ca.Ko.3	Akman 98	4.33 \pm 1.2 ^{ef}
		Nihatbey	16.67 \pm 1.67 ^{de}
		Göynük 98	55 \pm 2.89 ^a
		Zulbiye	18.33 \pm 4.41 ^{cd}
	Ca.As.3	Karacasehir 90	6.67 \pm 1.76 ^{def}
		Akman 98	5.33 \pm 1.33 ^{ef}
		Nihatbey	0 \pm 0 ^f
		Göynük 98	51.67 \pm 6.01 ^a
	Ca.Sa.7	Zulbiye	30 \pm 2.89 ^{bc}
		Karacasehir 90	18.33 \pm 4.41 ^{cd}
Akman 98		0 \pm 0 ^f	
Nihatbey		36.67 \pm 3.33 ^b	
<i>Psp</i>	Göynük 98	51.67 \pm 6.01 ^a	
	Zulbiye	8.33 \pm 1.67 ^{def}	
	Karacasehir 90	5 \pm 2.89 ^{ef}	
	La.Ak.9	Akman 98	5.0 \pm 0.87 ^{ef}
		Nihatbey	48.33 \pm 4.41 ^a
		Göynük -98	55 \pm 8.66 ^a
		Zulbiye	15 \pm 2.89 ^{de}
	Ba.Ka.2	Karacasehir 90	28.33 \pm 4.41 ^{bc}
		Akman 98	5 \pm 0 ^{ef}
		Nihatbey	56.67 \pm 3.33 ^a
		Göynük 98	60 \pm 5.77 ^a
	Control (Water)	Zulbiye	15 \pm 5 ^{de}
		Karacasehir - 90	30 \pm 2.89 ^{bc}
		Akman 98	0 \pm 0 ^f
		Nihatbey	0 \pm 0 ^f
Significance level	Göynük 98	0 \pm 0 ^f	
	Zulbiye	0 \pm 0 ^f	
	Karacasehir 90	0 \pm 0 ^f	
		P<0.001	

Eight *Xap* and 5 *Psp* isolates identified in this study caused disease on cultivar Göynük 98 in pot trials. Leaf chlorosis and necrosis as young lesion symptoms were observed on bean plants, caused by *Xap* isolates after 5-7 days (Figure 4B). Lesions became brown and elongated and extended at the margin of leaves. A big

part of top foliage necrosis occurred on 14–16th day after inoculation in comparison to control plants. There was no significant difference between virulences of *Xap* isolates except for the isolate Ca.Sa.7. Severity for Ca.Ko.2, Ca.Ko.3 and Ca.As.3 varied from 56.13% to 62.50% ($P>0.001$) when compared with Ca.Sa.7 that

had the least ability of virulence ($P < 0,001$). For *Psp* isolates, chlorotic halos were observed at 4th day (Figure 4C), spreading outwards from the spots, following days haloes from adjacent spots joined up at 10 day and turned to brown lesions covered on 15-17th

day. Disease severity of *Psp* isolates La.Ak.9 and Ba.Ka.2 were rated from 68.33% to 75.00% with no significant difference ($P < 0,001$). No disease symptoms were observed on the control plants (Table 5).

Table 5. Virulence of the isolates on Göynük 98 cultivar in pot assay

Pathogen	Isolates	Disease severity (%) (Mean \pm SD)
<i>Xap</i>	Ca.Ko.2	62.50 \pm 0.65 ^{ab}
	Ca.Ko.3	56.13 \pm 2.07 ^b
	Ca.As.3	62.50 \pm 1.85 ^{ab}
	Ca.Sa.7	43.80 \pm 1.41 ^c
	Control (Water)	0 \pm 0 d
<i>Psp</i>	La.Ak.9	75.00 \pm 3.42 ^a
	Ba.Ka.2	68.73 \pm 0.96 ^a
	Control(Water)	0 \pm 0 ^b
Significance level	P<0.001	

4. Discussion

The overall objective of our study was to determine the occurrence of *Xap* and *Psp* on common bean in the Samsun province situated in Black Sea Region. Purified colonies of a total 58 isolates from common bean leaves collected during surveys in different locations of Samsun province were examined and characterised. According to the tests, 8 *Xap* and 5 *Psp* isolates, each representing different field, were identified from diseased bean leaves. Bacterial isolates belonging to *Xap* and *Psp* were confirmed to be *Xap* and *Psp* through biochemical, pathogenicity, PCR amplifications and BLAST searches. Biochemical properties of *Xap* and *Psp* isolates were congruent with other studies (Wortmann and Allen, 1994, Güven et al. 2004; Popovic et al. 2010). Phylogenetic tree analysis ascertained other identification methods by placing sequenced isolates of this study, grouping in the same clade with *Xap* and *Psp* strains derived from GenBank database. In this study, obtained 16S rDNA gene sequences of Turkish *Xap* and *Psp* isolates are first available data from Turkey.

Even though *Xap*, *Psp*, *Pss* and *Cff* isolates are reported as seed borne and economically important pathogens of common bean, the most prevalent agents are *Xap* and *Psp* (Bastas and Sahin, 2017). The results indicated that *Xap* and *Psp* are present in the region. Even though many biochemical and molecular techniques can be adequate to determine the species level of bacteria, its paramount to perform pathogenicity experiments for determination the pathovar level of *Xanthomonas* and *Pseudomonas* species, because it is crucial to perform pathogenicity assays of isolated colonies in detection works for emerging risks in the surveyed region (Sheppard et al. 1989; Popovic et al. 2008; 2010). As observations were recorded from our pathogenicity assay, *Xap* isolates caused blight necrosis at the edge of leaves surrounded with irregular shaped yellowish areas and typical haloes on leaves were seen

by *Psp* isolates. Haloes around necrotic areas caused by *Psp* are very characteristic disease symptom of halo bacterial blight. Primers PspF/R designed for genes responsible for phaseolotoxin production was able to amplify target DNA of *Psp* which means that our *Psp* isolates have an ability to produce phaseolotoxin (Schaad et al. 2007). Primers used in this work have an ability to produce PCR amplicon from isolated colonies of *Xap* and *Psp* with their reference isolates which their pathovar level was approved by pathogenicity assay on common bean. Even though primers designed in this study have not been tested on other pathovars of *Xanthomonas* and *Pseudomonas*, they were useful for identification of *Xap* and *Psp* isolates supported with further pathogenicity assays to confirm the obtained PCR results.

In the surveyed area, number of obtained isolates might be assumed small, but the area can be considered to be at risk of these pathogens because only one or two infected seeds are enough to cause a severe outbreak (Webster et al. 1983). One infected plant in 10.000 could be sufficient to cause epidemic for the common blight disease caused by *Xap* in bean fields (Saettler, 1991). All *Xap* isolates of this work were detected in Carsamba district where in 10-20 meters altitude there are favourable conditions for pathogens, especially for *Xap* which causes extreme yield losses at high humidity and temperature. Most of the farmers use certificated commercial seeds as a primary control of pathogens in Carsamba, Terme and Bafra districts, where sprinkler irrigation systems are used in the region that can help for splashing of bacterium by water in the presence of an inoculum source and leads to contamination of healthy plants (Akhavan et al. 2013). *Psp* isolates from Ladik and Bafra districts were detected on plant leaves showing halo blight symptoms. The *Psp* infection most probably originated from the use of contaminated seeds from the previous season, because the visited grower showed the sown seeds that were in wrinkled shape. Use of disease free seeds does not always guarantee disease control due to the existence of other inoculum sources

(Allen et al. 1998). Availability of cultivars resistant to the pathogens is the most effective method to decrease losses caused by *Xap* and *Psp* (Saettler, 1989; Fourie, 2002). In our pathogenicity assays, five local Turkish cultivars of common bean were evaluated for their reaction to *Xap* and *Psp* isolates in petri and pot conditions. The cultivar Akman 98 that was determined to be most resistant where as Göynük 98 was the most susceptible to *Xap* and *Psp* isolates among the cultivars tested in this work. Bozkurt (2009) found Göynük 98 cultivar as susceptible to three and resistant to two *Xap* isolates in petri experiment. In the other study, Bozkurt and Soylu (2001) showed that none of the tested local Turkish cultivars were resistant to all nine tested races of *Psp* and determined Göynük 98 to be susceptible for 1, 6, 8 and 9 races, but resistant or moderately resistant to other races of *Psp*. Hence, it is crucial to correctly identify the isolates of pathogens and their pathogenicity profiles, and consider a diverse array of races to evaluate responses of common bean during resistance and sensitivity screening (Keen, 1990; Arnold et al. 2011). Because of the differences between the races of *Xap* and *Psp* regarding their interaction with bean genotypes, the emergence of new races and increased variability of pathogens, developing long-term resistance is extremely difficult. Isolates express different levels of pathogenicity and virulence within and between geographical locations (Smale and Worley, 1956; Schwartz and Corrales, 1989). Therefore, the control of *Xap* and *Psp* in Turkey is especially essential for a large number of small scale farmers who require an effective and cost-efficient way to protect local bean varieties from pathogens adapted to specific environmental conditions (Bozkurt and Soylu, 2001). In Turkey, resistance levels of some lines/genotypes and cultivars were tested for their resistance level to *Xap* and *Psp* pathogens. Dursun et al. (2002) determined only one source among 22 genotypes that was resistant to *Xap*, and furthermore Donmez et al. (2013) detected the 36K source to be resistant for both pathogens among thirty six genotypes. For this purpose, the use of local resistant genotypes in breeding trials has a great significant for long term protection.

The results of this study based on morphological, biochemical, pathogenicity and molecular properties of *Xap* and *Psp* isolates could be used for further detection and characterisation of these isolates and disease resistance studies in the future.

5. Conclusion

Seed borne major pathogens of common bean *Xap* and *Psp* can reduce yield and seed quality under favourable conditions which may turn into an epidemic. Combined control measures such as the use of clean or certified seeds, growing resistant or moderately resistant cultivars to prevent or reducing the development of bacterial population, spraying of copper-based products, crop rotation with resistant crops, deep ploughing of all

bean refuse left after harvest or avoiding wrong application of cultural practices should be applied in the surveyed regions of Samsun province where humidity and temperature are convenient for both bacterial pathogens.

Acknowledgment

We thank Ondokuz Mayıs University, Project Management Office for supporting this study under the project number of PYO.ZRT.1901.13.009, Sinem ÖZTÜRK for the laboratory assistance and Dr. Demet Çelik ERTEKİN for maintainance of the reference bacterial isolates.

References

- Abeyasinghe, S., 2003. Induction of systemic resistance in bean against *Uromyces appendiculatus* by different rhizobacteria. 6th Int. PGPR Workshop, 570-573, 5-10 October, Calcut, India.
- Agrios, G.N., 1997. Plant pathology. Academic Press, San Diego. p. 635
- Akhavan, A.M., Bahar, H., Askarian, M.R., Lak, A., Nazemi, Z., Zamani, 2013. Bean common bacterial blight: pathogen epiphytic life and effect of irrigation practices. SpringerPlus, 2(1):1.
- Allen, D.J., Buruchara, R.A., Smithson. J.B., 1998. Diseases of common bean. The Pathology of Food and Pasture Legumes. CAB International, Wallingford.
- Arnold, D.L., Lovell, H.C., Jackson, R.W., Mansfield, J.W., 2011. *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*: from has bean to super model. Molecular plant pathology, 12(7): 617-627.
- Bastas, K.K., Sahin, F., 2017. Evaluation of seed borne bacterial pathogens on common bean cultivars grown in central Anatolia region Turkey. European Journal of Plant Pathology, 147(2): 239-253.
- Benlioglu, K., Ozakman, M., Onceler, Z., 1994. Bacterial blight of beans in Turkey and resistance to halo blight and common blight. In 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, September, p. 18-24.
- Bozkurt, I.A., Soylu, S., 2001. Farklı fasulye çeşitlerinin fasulye hale yanıklığı etmeni *P.s.* pv. *phaseolicola* ırklarına karşı gösterdiği reaksiyonların belirlenmesi. Türkiye IX. Fitopatoloji Kongresi, 3-8 Eylül, Tekirdağ, 506-514.
- Bozkurt, I.A., 2009. The control possibilities against bean common blight (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) with antagonistic bacteria. PhD. Thesis. Ege University, Institute of Natural Science, p153, Izmir.
- Coyne, D.P., Schuster, M.L., 1976. Great northern star dry bean tolerant to bacterial disease. Hortscience, 11, 6, 621.
- Coyne, D.P., Nuland, D.S., Lindgren, D.T., 1994. Effect of population *X. c.* pv. *phaseoli* in bean

- reproductive tissues on seed infection of resistant and susceptible bean genotypes. *European Journal of Plant Pathology*, 103(2): 175–181.
- Dye, D.W., 1968. A taxonomic study of the genus *Erwinia* I. The amylovora group, *NZJ Sci.*, 11: 590-607.
- Demir, G., Gündoğdu, M., 1994. Bacterial diseases of food legumes in Aegean region of Turkey and effectivity of some seed treatments against bean halo blight. *Journal of Turkish Phytopathology*, 23(2): 57-66.
- Donmez, M.F., Sahin, F., Elkoca, E., 2013. Identification of bean genotypes from Turkey resistance to common bacterial blight and halo blight diseases. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*.12(4):139-151.
- Dursun, A., Dönmez, M.F., Şahin, F., 2002. Identification of resistance to common bacterial blight disease on bean genotypes grown in Turkey. *European Journal of Plant Pathology*, 108: 811-813.
- Ertugrul, D., Güven., K., 1998. Serological Properties of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* Isolates Collected From Eskisehir. *Turkish Journal of Biology*, 22(2): 189-196.
- FAO. 2014. URL: <http://www.fao.org/>[accession date: 01.11.2015].
- Felsenstein, J., 1985. Confidence limits on phylogeny: an appropriate use of the bootstrap. *Evolution*, 39:783-791.
- Fourie, D., 2002. Distribution and severity of bacterial diseases on drybeans (*Phaseolus vulgaris* L.) in South Africa. *Journal of Phytopathology*, 150: 220–226.
- Gepts, P., 2001. *Phaseolus vulgaris* (Beans). *Encyclopedia of Genetics*, 1444-1445.
- Gepts, P., Aragão, F.J., De Barros, E., Blair, M.W., Brondani, R., Broughton, W., McClean, P., 2008. Genomics of Phaseolus beans, a major source of dietary protein and micronutrients in the tropics. In *Genomics of tropical crop plants*, 113-143.
- Gilbertson, R.L., R.E. Rand, D.J. Hagedorn. 1990. "Survival of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and pectolytic strains of *X. campestris* in bean debris." *Plant Disease*.74(4):322-327.
- Güven, K., Jones, J.B., Momol, M.T., Dickstein, E.R., 2004. Phenotypic and genetic diversity among *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Journal of phytopathology*, 152(11-12), 658-666.
- Hall, R., 1994. *Compendium of Bean Diseases* St. Paul, Minnesota, USA: The American Phytopathological Society, pp. 25–27.
- Jukes, T.H., Cantor, C.R., 1969. Evolution of protein molecules. In Munro H.N (ed.) *Mammalian protein metabolism*, Academic Press, New York. pp. 21-132.
- Kahveci, E., Maden, S., 1994. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* and *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* by bacteriophages. *Journal of Turkish Phytopathology*, 23(2):79-85.
- Keen, N.T., 1990. Gene-for-gene complementarity in plant-pathogen interactions. *Annual review of genetics*, 24(1): 447-463.
- Klement, Z., Rudolph, K., Sands, D.C., 1990. Methods in phyto bacteriology. *Akademiai Kiado*.
- Lak, M.R., Shamsbakhsh, M., Bahar, M., 2002. Identification of the bacterial agent of bean leaf and pod blight in Markazi province." *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resource*, 6(1): 231–243.
- Lelliott, R.A., Stead, D.E., 1987. *Methods for the diagnosis of bacterial diseases of plants*. Blackwell Scientific Publications.
- Mohammed, A., 2013. An overview of distribution, biology and the management of common bean anthracnose. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, 4(8):1-6.
- Neergaard, P., 1979. *Seed Pathology*. London. MacMillan Press.
- Osdaghi, E., Alizadeh, A., Shams-Bakhsh, M., Lak, M.R., 2010. Evaluation of common bean lines for their reaction to the common bacterial blight pathogen. *Phytopathologia Mediterranea*, 48(3): 461-468.
- Popović, T. 2008. Detection of phytopathogenic bacteria on bean seed and cultivar susceptibility. PhD Thesis, Serbia: University of Novi Sad.
- Popović, T., Balaž, J., Nikolić, Z., Starović, M., Gavrilović, V., Aleksić, G., ...Živković, S., 2010. Detection and identification of *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* on bean seed collected in Serbia. *African Journal of Agricultural Research*, 5(19), 2730-2736.
- Park, S.J., Dhanvantari, B.N., 1987. Transfer of common blight (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*) resistance from *Phaseolus coccineus* Lam. to *P. vulgaris* L. through interspecific hybridization. *Canadian journal of plant science*, 67(3): 685-695.
- Ranalli, P., Parisi, B., 1998. Viral and Bacterial Disease of French Beans. *Review of Plant Pathology*, 77: p.416.
- Reynoso-Camacho, R., Ramos-Gomez, M., Loarca-Pina, G., 2006. 10 Bioactive components in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) In *Advances in Agricultural and Food Biotechnology*; Guevara-González, R., Torres-pacheco, I., Eds.; Research Signpost: Trivandrum, India, pp. 217–236.
- Saettler, A.W., 1989. Common Bacterial Blight, in: *Bean Production Problems in the Tropics* Schwartz H.F., Pastor-Corrales M.A. (eds.), *Centro International de Agricultura Tropical*, Chapter 11:261–319.
- Saettler, A.W., 1991. Diseases caused by bacteria: CBB. In: R. Hall (Ed.) *Compendium of beandiseases*, APS Press, St. Paul. pp. 29–30.

- Schaad, N.W., Cheong, S.S., Tamaki, S., Haziloukas, E., Panopoulos, N.J., 1995. A combined biological and enzymatic amplification (BIO-PCR) technique to detect *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* in bean seed extracts. *Phytopathology*, 85:243–248.
- Schaad, N.W., Jones, J.B., Chun, W., 2001. Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria (third edition) American Phytopathological society press, USA: St Paul, p. 373.
- Schaad, N.W., Berthier-Schaad, Y., Knorr, D., 2007. A high throughput membrane BIO-PCR technique for ultra-sensitive detection of *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Plant pathology*, 56(1): 1-8.
- Schuster, M.L., 1955. A method for testing resistance of beans to bacterial blights. *Phytopathology*, 45(9): 519-520.
- Schuster, M.L., Coyne, D.P., 1981. Biology, epidemiology, genetics and breeding for resistance to bacterial blight pathogens of *Phaseolus vulgaris* L. *Horticultural Reviews*, 3: 28-58.
- Schuster, M.L., Coyne, D.P., Behre, T., Leyna, H., 1983. Sources of *Phaseolus* species resistance and leaf and pod differential reactions to common blight. *Hortscience*, 18: 90-903.
- Schwartz, H.F., Corrales, M.A.P., 1989. Bean production problems in the tropics. CIAT.
- Schwartz, H. F., Galvez, E., 1980. Bean production problems: disease, insects and climatic constraints of *Phaseolus vulgaris*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).
- Sheppard, J.W., Roth, D.A., Saettler, A.W., 1989. Detection of *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* in bean. *Detection of Bacteria in Seed and Other Planting Material*. Minnesota: US: The American Phytopathological Society, 17-29.
- Smale, B.C., Worley, J.F., 1956. Evaluation of 2, 3, 5-triphenyl-tetrazolium chloride for obtaining pathogenic types from stock cultures of halo blight and common and common blight organism. *PlantDis. Repr*, 40: 628.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., Kumar, S., 2013. MEGA6: molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. *Molecular biology and evolution*, 30(12): 2725-2729.
- TUIK, 2013. URL: <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> [accession date: 01.11.2015].
- Webster, D.M., Atkin, J.D., Cross, J.E., 1983. Bacterial Blights of Snap Beans. *Plant Disease*, 67(9): 935.
- Weisburg, W.G., Barns, S.M., Pelletier, D.A., Lane, D.J.M., 1991. 16S ribosomal DNA amplification for phylogenetic study. *Journal of Bacteriology*, 173: 697–703.
- Wortmann, C.S., Allen, D.J., 1994. African bean production environments: their definition, characteristics and constraints. Network on bean research in Africa, Occasional paper series No.11, Dar es Salaam, Tanzania.
- Yu, I.C., Parker, J., Bent, A.F., 1998. Gene-for-gene disease resistance without the hypersensitive response in Arabidopsis dnd1 mutant. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95: 7819–7824.



Arazi toplulaştırma projelerinde başarının değişik göstergelere göre değerlendirilmesi

Metin Akdeniz^a Kadir Ersin Temizel^{b*}

^aSamsun İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Samsun

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Samsun

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

Geliş/Received 02/04/2018

Kabul/Accepted 24/05/2018

ÖZET

Bu çalışma Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM) tarafından projesi yürütülen Samsun ili, Bafra İlçesine bağlı 20 mahallede, Amasya ili Merkez ilçeye bağlı 10, Göynücek İlçesinde 2, Gümüşhacıköy ilçesinde 10 köyde, Sinop ili Boyabat İlçesinde 14, Durağan ilçe merkezi ve 3 köyde olmak üzere toplam 60 proje sahasında yapılan toplulaştırma projelerinde başarının değişik kriterlere göre değerlendirilmesi ve bunda yeni bir bakış açısı ortaya konulması amacıyla yapılmıştır. Başta parsel sayısı üzerinden toplulaştırma oranı (TO) olmak üzere toplam 17 parametre bakımından projelerin öncesi ve sonrası durumları ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışma kapsamında toplulaştırmadan tam anlamıyla başarı elde etmek için farklı kriterler incelenmiş ve bazı yeni kriterler ile performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Bunun için Samsun, Sinop ve Amasya illerindeki 6 ilçede, 60 köy/mahalleyi kapsayan arazi toplulaştırma projelerindeki bilgiler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda TO ile ortalama parsel büyüklüğünün (OBP) toplulaştırma öncesi ve sonrasında oranı arasında $TO = -72.013 \times OPB + 86.587$ ($R^2 = 0.92$) şeklinde bir ilişki bulunurken bir biri ile en yüksek korelasyon sırasıyla Malike Düşen Ortalama Parsel Adedi (MDOPA), Parsellerin Köy Merkezine Uzaklığı Toplamı (PKMUT), Toplulaştırma oranı (TO), Birim Alan Kaybı (BAK), Parsel Çevreleri Toplamı (PÇT), Tam Parsel Sayısı (TPS), Birim Çevre (BÇ), Ortalama Parsel Büyüklüğü (OPB), Parsel Büyüklüğü Sayısı (PBS), Tam Parseldeki Malik sayısı (TPMS), Parseldeki Maliklerin Köy Merkezine Uzaklığı Toplamı (MKMUT), Malike Düşen Ortalama Hisse Sayısı (MDOHS), Maliklerin Parsel Durumu (MPD), Tam Parsel Alanı (TPA), Parsellerin Nokta Sayısı Toplamı (NST) parametrelerinde ortaya çıkarken en az ilişki ise Hisse Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (HSTO) parametresinde ortaya çıkmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Arazi toplulaştırması
Arazi toplulaştırma başarı kriterleri
Toplulaştırma oranı

Evaluation of success in land consolidation projects by different indicators

ABSTRACT

This study was carried out in 20 neighborhoods of Samsun province at Bafra district, 10 villages of Centre of Amasya province, 2 villages in Göynücek district, 10 villages in Gümüşhacıköy district, 14 villages of Sinop province at Boyabat district, 1 village in center of district and 3 villages in Durağan district. In order to evaluate the success of the consolidation projects, a total of 60 projects was performed by taking into consideration of different criteria. In addition to that, in this research it was also aimed to put a new approach about this area. Mainly the Consolidation Ratio (TO) based on the number of plots and previous and after of project status were determined in terms of a total of 17 parameters. Within the concept of this study, different criteria were examined in order to achieve success in consolidation studies and performance evaluation was also made with some new criteria. For this purpose, some data for the land consolidation projects covering 60 villages / neighborhoods were used for 6 districts of Samsun, Sinop and Amasya provinces. As a result of the study, the relationship between TO and the ratio of the average Plot size (OBP) before and after consolidation study was found as $TO = -72.013 \times OPB + 86.587$ ($R^2 = 0.92$), while the highest correlation was found between Average Plot Number Per Owner (MDOPA), Total of Distances to Center of the Village to the Every Plots (PKMUT), Consolidation Rate (TO), Unit Area Loss (BAK), Total Plot Perimeter (PÇT), Number of Plots with Single Owner (TPS), Unit Perimeter (BÇ) and Average Plot Size (OPB), The Number of Plots According to Field Size Ranges (PBS), The Number of Owners in Single-Owned Plots (TPMS), The Total Distance of Every Owners in Every Plots to Center of the Village (MKMUT), The Average

Keywords:
Land consolidation
Land consolidation success criteria
Consolidation rate

Number of Shares for Per Owners (MDOHS), The Plots Number Status for Owners (MPD), The Total Area of Single-Owned Plots (TPA), The Total Number of Corner Points in Plots (NST) respectively.

Moreover, it was detected the lowest relation between Consolidation Ratio and The Consolidation Ratio © OMU ANAJAS 2018 in Terms of Number of Shares (HSTO)

1. Giriş

Artan nüfus ve beslenme ihtiyacı, daha fazla tarımsal ürün elde etme gereği doğurmuştur. Toprak kaynaklarının sınırlı olması nedeniyle, aynı alandan daha fazla ürün elde etme imkânlarının aranması gerekmektedir.

Dünyadaki nüfus artışına bağlı olarak, günümüzde bazı ülkelerde görülen ve gelecekte diğer ülkelerde de ortaya çıkma riski bulunan açlık sorunu, topluları tedirgin etmektedir. Bu tedirginlik bir yandan mevcut ekilebilir alanlarda üretimi artırıcı yeni tekniklerin uygulanmasını, diğer yandan ise bugün için verimsiz kabul edilen toprakların da üretime açılarak, tarımsal ürün üretim hacminin artırılmasını mümkün hale getirmiştir. Böylece tarımsal üretim teknolojilerinin artırılması sonucu, mevcut üretimi 5-6 kat çoğaltmak mümkün olabilmektedir (Bayraç ve Yenilmez, 2006).

Ülkemizde nüfusun Türkiye İstatistik Kurumu 2013 verilerine göre % 6.08'si belde ve köylerde yaşamaktadır. Köylünün temel üretim aracı topraktır. Köylünün tarımsal üretim yaptığı parsellerin büyüklüklerinin küçük olması ve ayrıca miras nedeniyle daha küçük parçalara bölünmesi nedeniyle tarım toprakları verimli biçimde işlenemeyecek duruma gelmeye devam etmektedir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 5403 sayılı kanun ile arazi ve toprak kaynaklarının bilimsel esaslara uygun olarak belirlenmesi, sınıflandırılması, arazi kullanım plânlarının hazırlanması, koruma ve geliştirme sürecinde toplumsal, ekonomik ve çevresel boyutlarının katılımcı yöntemlerle değerlendirilmesi, amaç dışı ve yanlış kullanımların önlenmesi, korumayı sağlayacak yöntemlerin oluşturulmasına yönelik gerekli yasal düzenlemeyi yapmıştır.

Toplulaştırma çalışmaları ile ilk planda tarımın geliştirilmesi ve tarımsal ürünlerin miktar ve kalite yönünden artırılması, tarımda iş gücünü ekonomikleştirme ve nihayet tarımsal işletmelerin net gelirlerinin yükseltilmesi amaçlanmaktadır (Arıcı, 1994; Arslan ve Tunca, 2013).

İşletmelerin sahip olduğu arazi büyüklüklerinin yetersiz olması, işletmelerde ulaşım ve taşıma kayıplarını, dolayısıyla maliyeti arttırmaktadır. Bunun sonucunda çiftçiler arazilerine gereken önemi verememekte, modern girdileri uygulayacak ortam bulamamakta ve sermaye birikimini yaratamamaktadır. Belirlenen yapı içerisindeki bu işletmelerde yer alan arazi parçalarına yol, su, drenaj ve tesviye gibi altyapı hizmetleri güçleşmekte ve maliyeti de yüksek olmaktadır (Ekinci, 2012).

Boyras ve Üstündağ (2008), yaptığı çalışmada arazi toplulaştırma çalışmalarının kırsal alanın sosyo-ekonomik sorunlarına ve tarımsal faaliyetlere çözüm

getirmesi bakımından da büyük önem taşıdığını belirtmiştir. Toplulaştırmanın kırsal alanda çalışma ve üretim koşullarının iyileştirilmesi, tarımsal üretimde çalışanların gelir seviyelerinin ve yaşam koşullarının iyileştirilmesi, tarımsal işgücünün tam verimi kullanılması ve köyden kente göç olaylarını yavaşlatmak için kırsal alan planlaması olduğu belirtilmiştir. Toplulaştırma ile yol, sulama ve drenaj kanallarından herkesin eşit oranda faydalanması sağlanmaktadır.

Takka (1988), Balıkesir-Sındırgı İbiller köyünde yapılan arazi toplulaştırması projesi ile sulamadan faydalanma oranının % 19'dan % 83.5'e ve drenajdan faydalanma oranının % 33.4'den % 100'e çıktığını belirlemiştir. Aynı çalışmada, Tokat-Erbaa-Çalkara arazi toplulaştırması projesinde; toplulaştırma öncesi durumda sulamadan faydalanma oranı % 6 iken, toplulaştırma projesi sonrasında ise sulama ve drenajdan faydalanma oranı % 100'e ulaştığını belirlemiştir.

Boyacıoğlu, (1973) çalışmasında toplulaştırmada parsel sayısının azalması, parsel büyüklüğünün artması ve işletme merkezi ile parseller arası mesafe ve yol standardının değişmesi sonucu, işgücünde her parsel için 2.5 saat/da tasarruf sağlanırken makine kullanım veriminin, her parselde 0.5 saat da-1 arttığını belirtmiştir.

Devlet Planlama Teşkilatı III. Beş Yıllık Kalkınma Planında yer alan Arazi Kullanımı, Arazi ve Arsa Politikaları ve Arazi Toplulaştırması Alt Komisyonu Raporunda, günümüzde geniş kapsamlı bir arazi toplulaştırması çalışması tarla şekillerinin iyileştirilmesi, çiftçinin çalışma ve üretim koşullarının iyileştirilmesi, tarımsal üretimde çalışanların gelir seviyeleri ve yaşam koşullarının iyileştirilmesi, tarımsal işgücünün tam verimi kullanılması için gerekli hizmetleri ve yatırımları kapsamı gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2000).

Arazi toplulaştırmasında projeler tamamlandığında projenin performansını gösteren herhangi bir değerlendirme yapılmamaktadır. Ancak bazı çalışmalarda sadece toplulaştırma oranları hesaplanmaktadır.

Toplulaştırma projeleri incelendiğinde aynı proje içerisindeki köylerde bile çok farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Bu çalışma kapsamında toplulaştırma projelerin performansını değerlendirmek için analiz ve değerlendirme yönteminde belirtilen 17 kriter incelenmiş ve bu yeni kriterler doğrultusunda performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Bunun için Samsun, Sinop ve Amasya illerinde 6 ilçede 60 köy/mahalleyi kapsayan arazi toplulaştırma projesindeki bilgiler kullanılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından ihale edilen Samsun, Amasya ve Sinop illerindeki toplam 244699 da alanda 24429 maliki bulunan 60 mahalle/köyde yapılan arazi toplulaştırma ve tarla içi geliştirme hizmetleri projeleri kullanılarak elde edilen verilerden yararlanılmıştır.

Araştırma, Samsun ili Bafra ilçesinde yer alan Yağmurca, Çetinkaya, Kaygusuz, Emenli, Koruluk, Fener, Altınay, Adaköy, İkiztepe, Harız, Hüseyinbeyli, Kalaycılı, Karabuğ, Kelikler, Kuşçular, Sahilkent, Şirinköy, Dedeli, Örencik ve Yörgüç mahallesi olarak toplam 20 mahallede arazi toplulaştırması yapılan 6214 parsel 14000 ha alan ve 10203 maliki kapsamaktadır.

Amasya ilinde ise merkez ilçeye bağlı Akyazi, Aydoğdu, Bağlıca, Doğanstepe, Gözlek, Kayabaşı, Ovasaray, Toklucak, Tuzsuz ve Kutu köyleri ve Göynücek ilçesindeki Bektemur ve Konuralan köyleri olmak üzere toplam 12 kırsal yerleşimde arazi toplulaştırması yapılan 74648 da alan, 5705 parsel ve 4818 maliki kapsamaktadır. Amasya ili Gümüşhacıköy ilçesinde yer alan Çavuşköy, Çetmi, Doluca, Eslemmez, Keçiköy, Kızıroğlu, Karacaören, Sallar, Yaziyeri ve Güblüce köylerinde arazi toplulaştırması yapılan 42507 da alanda 4574 parsel ve 3463 maliki kapsamaktadır.

Sinop İli Boyabat ilçesinde yer alan Cemalettin, Tekke, Daylı, Yabanlı, Edil, Gazidere, Ilıca, İmamlı, Salar, Osman, Okçumemetli ve Kayaboğazı köylerinde Durağan ilçelerinde yer alan Yalnızkavak, Yeşilkent, Aşağıkaracaören, İncir, Yandak ve Durağan Merkez ilçede arazi toplulaştırması yapılan 23940 da alan, 13958 parsel ve 5945 maliki kapsamaktadır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Analiz ve Değerlendirme Yöntemi

Proje sahasındaki verilerin hesaplanmasında yada elde edilmesinde toplulaştırma öncesindeki ile toplulaştırma sonrasındaki veriler kullanılmıştır. Toplulaştırmadan önceki ve sonraki verilerin ışığında yeni veriler üretilmiştir. Bu veriler üretilirken her köy/mahalledeki projeye giren parsellerin ve maliklerin durumları aşağıda belirtilen 17 parametreye göre değerlendirilmiştir.

Arazi toplulaştırması ve tarla içi geliştirme hizmetleri yapılan köy/mahallelerde aşağıda sıralanan arazi toplulaştırma projelerin değerlendirilmesinde en etkili olabileceği düşünülen parametreler dikkate alınarak belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla; Parsel Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (TO), Hisse Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (HSTO), Tam Parsel Sayısı (TPS), Tam Parsel Alanı (TPA), Tam Parseldeki Malik Sayısı (TPMS), Parsel Çevreleri Toplamı (PÇT), Parsellerin Köy Merkezine Uzaklığı Toplamı (PKMUT), Parseldeki Maliklerin Köy Merkezine

Uzaklığı Toplamı (MKMUT), Parsellerin Nokta Sayısı Toplamı (NST), Maliklerin Parsel Durumu (MPD), Ortalama Parsel Büyüklüğü (OPB), Malike Düşen Ortalama Parsel Adedi (MDOPA), Malike Düşen Ortalama Hisse Sayısı (MDOHS), Parsel Büyüklüğü Sayısı (PBS), Birim Çevre (BÇ), Birim Alan Kaybı (BAK), Projelerin Performans Değerleri ve Parametrelerin Arasındaki Korelasyon Değerleri (PAKD) verileri kullanılmıştır.

1. Parsel Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (TO), Hisse Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (HSTO)

$$TO = \frac{EPS-YPS}{EPS} \times 100 \quad \text{ile} \quad HSTO = \frac{EHS-YHS}{EHS} \times 100$$

hesaplanmaktadır.

Denklemlerde; EPS: Eski parsel sayısı (adet), YPS: Yeni parsel sayısı (adet), EHS: Toplulaştırma öncesi hisse sayısı (adet), YHS: Toplulaştırma sonrası hisse sayısı (adet)

2. Tam Parsel Sayısı (TPS), Tam Parsel Alanı (TPA), Tam Parseldeki Malik Sayısı (TPMS)

Tam parsel sayısı parsellerdeki mülkiyetlerin tek malikli olması durumuna tam parsel denir. Tam parsel alanı tüm tek malikli parsellerin toplam alanını ifade eder. Tam parsellerdeki malik sayısını ise tüm parsellerdeki maliklerin müstakil olanların sayısını ifade eder.

3. Parsel Çevreleri Toplamı (PÇT)

Parsellerin dış kenarlarının uzunluğunu ifade eder. Her bir parselin çevre uzunluğu bulunarak tüm proje alanındaki parsellerin çevrelerin toplamının bulunmasıdır.

Ç: Çevre uzunluğu (m), n parsel sayısı, $PÇT = \sum_{i=1}^n \text{Ç}$ şeklinde bulunur.

4. Parsellerin Köy Merkezine Uzaklığı Toplamı (PKMUT), Parseldeki Maliklerin Köy Merkezine Uzaklığı Toplamı (MKMUT)

PKMUT'ını hesaplamak için; Parsellerin ağırlık merkezi ile köy merkezindeki bir nokta arasındaki kuş uçuşu mesafelerin toplamıdır.

MKMUT ise parsellerin ağırlık merkezinin köy merkezindeki bir noktaya kuş uçuşu mesafesinin parseldeki malik sayısı ile çarpımıyla elde edilir.

5. Parsellerin Nokta Sayısı Toplamı (NST)

Parsellerin dış kenar sınırının her kırık noktasının tek tek sayılmasıyla elde edilir.

6. Maliklerin Parsel Durumu (MPD)

Proje alanı maliklerinin kaç parselde mülkiyeti olduğunu ifade eder. Maliklerin parseldeki mülkiyeti (1), (2-3), (4-5), (6-9) ve (10+) olarak 5 grupta değerlendirilmiştir. Buna göre tüm proje alanında (1) tek hissesi olan malik sayısını, (2-3) proje alanında 2-3 hissesi olan malik sayısını, (4-5) proje alanında 4-5 hissesi olan malik sayısını gösterecek şekilde düzenlenmesidir. Bunların toplamı ise proje alanındaki malik sayısını vermektedir.

7. Ortalama Parsel Büyüklüğü (OPB)

Proje alanının dekar olarak büyüklüğünün parsel sayısına bölünmesiyle elde edilir (Boztoprak ve ark., 2016).

8. Malike Düşen Ortalama Parsel Adedi (MDOPA)

Proje sahasındaki parsel sayısının malik sayısına bölünmesiyle elde edilir.

9. Malike Düşen Ortalama Hisse Sayısı (MDOHS)

Proje alanı toplam hisse sayısının çalışma alanında malik sayısına bölünmesiyle bulunur.

10. Parsel Büyüklüğü Sayısı (PBS)

Proje sahasındaki parsellerin da (dekar) bazında büyüklüğünü ifade eder. (0-1), (1-2), (2-5), (5-10), (10-25), (25-50) ve (50+) olarak 7 grupta değerlendirilmiştir. Buna göre tüm proje alanında (0-1) 1da'da dahil olan parsellerin sayısını, (1-2) proje alanında 1da ile 2 da dahil olan parsellerin sayısını, (2-5) proje alanında 2da ile 5 da dahil olan parsellerin sayısını, (5-10) proje alanında 5 da ile 10 da dahil olan parsellerin sayısını, (10-25) proje alanında 10da ile 25 da dahil olan parsellerin sayısını, (25-50) proje alanında 25da ile 50 da dahil olan parsellerin sayısını, (50+) proje alanında 50 da dan daha büyük olan parselleri sayısını gösterecek şekilde düzenlenmesidir.

11. Birim Çevre (BÇ)

Parsel Çevreleri Toplamını (PÇT) Proje alanının metrekare olarak büyüklüğünün bölünmesiyle bulunur.

12. Birim Alan Kaybı (BAK)

Proje alanındaki parsellerin çevreleri boyunca 50 cm genişliğinde bir kısımda ekim dikim zorluğu olduğu bilinir. Bu nedenle bu kısma kayıp alan denilir. Proje sahasındaki tüm parsellerin kayıp alanları PÇT'yi 0.5m genişliğiyle çarpılarak bulunur. Tüm proje sahası için bu alanların toplamı proje sahası için kayıp alan miktarını ortaya çıkarır. Bu kayıp alan miktarının (m²) toplam alana (da) bölünmesiyle de birim alan kaybı bulunur.

13. Parametrelerin Arasındaki Korelasyon Değerleri (PAKD)

Proje alanında 60 köy/mahalle incelenen parametreler için Microsoft Office Excel program yardımıyla korelasyonlar bulunur. Çalışmada bu parametrelerden TO ve HSTO %'lik oran olduğundan doğrudan alınmış TPS, BÇ, PÇT, TPA, TPMS, BÇ, PKMUT, MKMUT, NST, OPB, MDOPA, MDOHS ve BAK değerleri ise toplulaştırma öncesi değerinin toplulaştırma sonrası değerine bölümüyle bulunan oran ile hesaplanmıştır. PBS ise toplulaştırma öncesinin (0-1),(1-2), (2-5), (5-10), (10-25), (25-50) ve (50+) değerlerinin toplulaştırma sonrası değerine bölünerek oluşan değerler toplanarak bulunan oran ile hesaplanmıştır. MPD ise toplulaştırma öncesi (1), (2-3), (4-5), (6-9) ve (10+) değerlerine toplulaştırma sonrasındaki değerlere bölünmesiyle oluşan değerlerin toplamıyla bulunan oran ile bulunmuştur.

14. Projelerin Performans Değerleri

Proje alanında performansı değerlendirebilmek için TO, HSTO, TPS, TPA, TPMS, PÇT, PKMUT, MKMUT, NST, MPD, OPB, MDOPA, MDOHS, PBS ve BÇ, değerlerinin toplulaştırma öncesi ile toplulaştırma sonrası dikkate alınarak olumlu veya olumsuz oluşuna göre değerlendirilmiştir. Olumlu olan değerlere 1 değeri verilirken olumsuzlara 0 değeri verilmiştir. TO ve HSTO pozitif olanlara 1 negatif olanlara 0 değeri, TPS, TPA ve TPMS değerlerinde toplulaştırmadan önceki yüzde durumunun toplulaştırma durumuna göre artış olduğunda 1, azalış olduğunda 0, OPB değerlerinde ise toplulaştırma öncesine göre artış olduğunda 1 değeri, azalma olduğunda 0 değeri, MDOPA, MDOHS, PÇT, PKMUT, MKMUT, NST ve BÇ değerinde azalma olduğunda 1, artış olduğunda 0 değeri verilmiştir. PBS değerini olumlu ve olumsuz değerlendirilmesi için 0-1 da, 1-2 da, 2-5 da ve 5-10 da aralığındaki toplulaştırmadan önceki yüzde durumunun toplulaştırma sonrasındaki yüzde durumuna göre azalma olduğunda 1, artış olduğunda 0 değeri, 10-25, 25-50 ve 50+ dekarda artış olduğunda 1, azalma olduğunda 0 değeri verilmiştir. MPD değerini olumlu ve olumsuz değerlendirilmesi için de toplulaştırmadan önceki yüzde durumunun toplulaştırma sonrasındaki yüzde durumuna göre 1 parsel ve 2-3 parsel aralığındaki değerlerde artış olduğunda 1, azalma olduğunda 0 değeri, 4-5 parsel, 6-9 parsel ve 10+ parsel aralığındaki durumunda azalma olduğunda 1, artış olduğunda 0 değeri verilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1.Parsel Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (TO), Hisse Sayısı Üzerinden Toplulaştırma Oranı (HSTO)

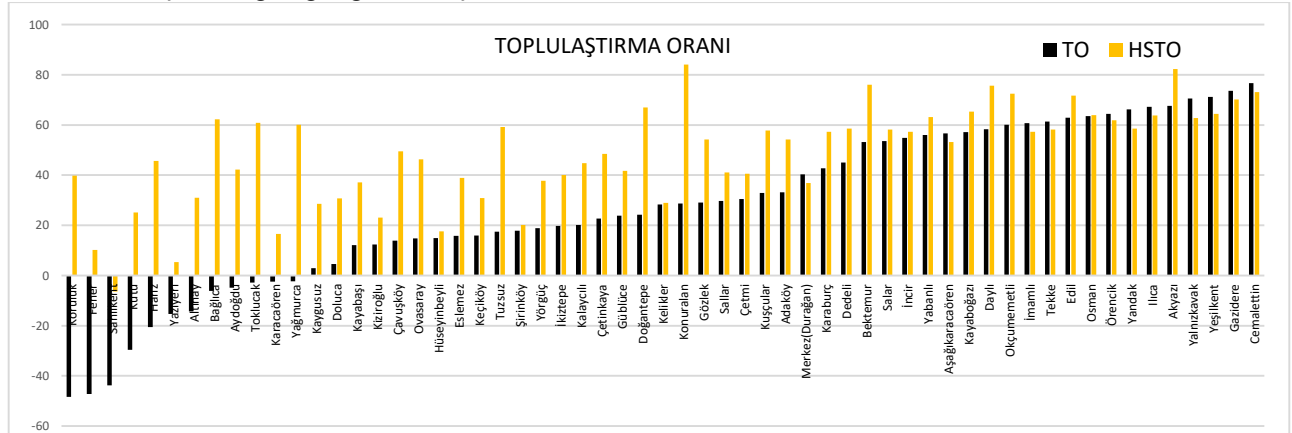
Proje alanındaki incelenen 60 köy/mahallede parsel sayısı üzerinden toplulaştırma oranı % -81.88 ile % 76.70 arasında değerler almıştır. 13 köy/mahallede toplulaştırma oranı eksi değer alırken 47 köy/mahallede

ise artı değerler almıştır. Parsel sayıları üzerinden yapılan toplulaştırma oranı ortalama parsel büyüklüğü yüksek olan köy/mahallelerde maliklerin parsellerde hisseli olan arazilerini müstakil tercih etmelerinden dolayı parsel sayısında artış olduğundan toplulaştırma oranı eksi çıkmaktadır.

İncelenen 60 köy/mahallede hisse sayısı 2 mahallede toplulaştırma önceki duruma göre toplulaştırma sonrasında artış göstermiş olduğundan 2 birimde hisse sayısı üzerinden toplulaştırma oranı negatif değer almış olup, geri kalan 58 köy/mahallede ise toplulaştırma sonrasında hisse sayısında azalma olduğundan pozitif olmuştur. Şekil 1'de 59 projedeki TO ve HSTO arasındaki ilişkinin grafiği gösterilmiştir. Grafikte

gösterilmeyen Emenli mahallesinde hisse sayısı üzerinden toplulaştırma oranı %-1115.4 olduğundan grafikten çıkarılmıştır.

Parsel sayısı üzerinden toplulaştırma oranı negatif ve pozitif değerler almıştır. Maliklerinin proje sahasındaki parsellerdeki tüm hisselerini bir araya getirerek daha kullanılabilir parseller oluşturması, hisse sayısı üzerinden toplulaştırma oranını özel durumlar dışında pozitif değerler almasını sağlamaktadır. TO projeyi yürüten birim için iyi bir gösterge olabilir ancak arazi malikleri için HSTO daha iyi bir gösterge olmaktadır.



Şekil 1. Projedeki köylerin TO ve HSTO değerleri

3.2. Tam Parsel Sayısı (TPS), Tam Parsel Alanı (TPA), Tam Parseldeki Malik Sayısı (TPMS)

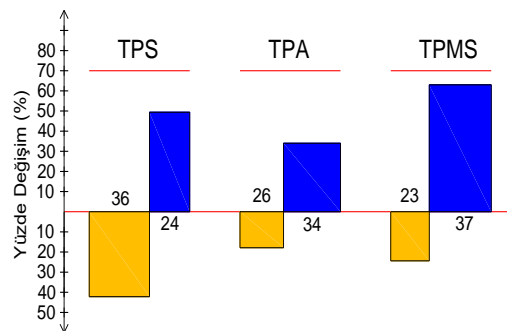
Proje alanında 60 köy/mahalleye ait tam parsel sayısı, tam parsel alanları toplamı ve tam parseldeki malik sayısı Çizelge 1'de incelenmiştir. İncelenen 60 projede TPS sayısında % 35.78 azalma, TPA'da % 18.53 artış ve TPMS'da % 8.91 artış meydana

gelmiştir.

İncelenen projelerden 36 tanesinde TPS ortalama % 42.2 düşüş, diğerlerinde ortalama % 49.4 artış, TPA 26 tanesinde % 17.9 düşüş, geri kalanında % 34 artış, TPMS de ise 23 projede ortalama % 24.4 düşüş görülürken diğerlerinde % 63 artış gözlenmiştir (Şekil 2).

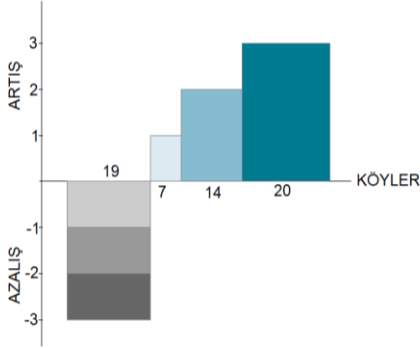
Çizelge 1. Projedeki TPS, TPA, TPMS ve % değişim durumu

	Toplulaştırma Öncesi			Toplulaştırma Sonrası			% Değişim		
	TPS	TPA(da)	TPMS	TPS	TPA(da)	TPMS	TPS	TPA	TPMS
Toplam	19117	113235	7276	12276	134212	7924	-35.78	18.53	8.91



Şekil 2. Proje alanındaki incelenen projelerdeki tam parsel, alanları ve malik sayıları değişim oranları

TPS, TPA ve TPMS özellikleri birlikte dikkate alındığında her biri için tüm projelerde artışın daha fazla olduğu görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. İncelenen Projelere ait TPS, TPA ve TPMS parametrelerin artış ve azalış grafiği

Tam parsel sayısı, tam parsel alanı ve tam parselli malik sayısında her üç parametre dikkate alındığında 20 tane proje alanında artış olduğu, 14 tane proje alanında iki parametrede artış olduğu, 7 tane proje alanında bir parametrede artış olduğu, 19 birimde de TPS, TPA ve TPMS de azalış meydana gelmiştir.

3.3. Parsel Çevreleri Toplamı (PÇT)

Proje alanında 60 köy/mahalleye ait parsel çevreleri toplamı Şekil 4'de gösterilmiştir. Tarım yapılan alanlarda çit veya tarla sınırına yaklaşmama nedeniyle, tarla sınırına paralel en az 50 cm genişliğindeki bir tarla şeridi tam anlamıyla ekilemediği varsayılır. Bu ise bir kısım alanın boş kalmasına veya ürün kaybına neden olur.

Şekil 4'de incelenen 60 köy/mahallenin 43 köy/mahallede parsel çevre toplamında azalma olmuş 17 köy/mahallede de artma olmuştur. Artma olan bu köy/mahalleler incelendiğinde ortalama parsel büyüklük değeri yüksek olan köy/mahalleler olup büyük parsellerin birden çok parsel bölünmesiyle parsel çevresinde artış meydana gelmiştir.

Araştırma yapılan 60 köy/mahalledeki 30475 parselin toplam çevre uzunluğu toplulaştırmadan öncesi 9994307 m iken toplulaştırma sonrasında %11 oranında azalmayla 8888062 m olmuştur. 60 köy/mahallede toplulaştırma öncesiyle sonrası arasındaki çevre toplamı farkı 1106244 m dir.

3.4. Parsellerin Köy Merkezine Uzaklığı Toplamı (PKMUT), Parseldeki Maliklerin Köy Merkezine Uzaklığı Toplamı (MKMUT)

Proje alanında köy/mahalleler incelendiğinde proje sahasındaki 30475 parselde yalnızca parsellerdeki bir malikin köy merkezinden kuş uçuşu olarak yalnızca bir defa gitmek için $41818 \times 2 = 83636$ km yol kat etmesi gerekmektedir. Toplulaştırma sonrasında ise yalnızca parsellerdeki bir malikin köy merkezinden kuş uçuşu olarak yalnızca bir defa gitmek için $26868 \times 2 = 53736$ km

yol kat etmesi gerekmektedir. İncelenen 60 köy/mahalledeki yol kazancı yalnızca bir malikin parselde ulaşması sonucunda $83636 - 53736 = 29900$ km olmaktadır.

Proje sahasında toplulaştırma öncesinde 94788 hisse olduğundan her parseldeki malik sayısını parselin merkeze uzaklığıyla çarptığımızda maliklerin köy merkezinden kuş uçuşu olarak yalnızca bir defa gitmek için $145794 \times 2 = 291587$ km yol kat etmesi gerekmektedir. Toplulaştırma sonrasında ise parsellerdeki bir maliklerin parsellerine köy merkezinden kuş uçuşu olarak yalnızca bir defa gitmek için $93797 \times 2 = 187594$ km yol kat etmesi gerekmektedir. İncelenen 60 köy/mahallede yol kazancı $291587 - 187594 = 103993$ km olmaktadır.

3.5. Parsellerin Nokta Sayısı Toplamı (NST)

Proje alanında 60 köy/mahalleye ait parsellerin nokta sayısı toplamı toplulaştırmadan önce 217739 adet iken toplulaştırmadan sonra 102371 adet olmuştur.

60 proje incelendiğinde her bir proje için parsel başına düşen eski ve yeni nokta sayıları belirlenmiştir. Belirlenen bu değerlerden dörtgenin köşe sayısı olan 4 sayısı çıkarılarak oluşturulan mutlak farkların 60 proje için toplamı önce 4.84, sonrasında ise 1.94 olarak hesaplanmıştır. Bu ise 4' e kadar yaklaşıldığını göstermektedir. 60 projede 4'e yaklaşım oranı %40 olarak belirlenmiştir.

3.6. Maliklerin Parsel Durumu (MPD)

Proje alanında 60 köy/mahalleye ait maliklerin parsel durumu Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2 incelendiğinde toplulaştırma öncesinde proje alanındaki 24429 malikin 10871'i nin parsellerde 1 hissesi bulunmakta, 2 ve 3 hissesi bulunan 6351 malik, 4 ve 5 hissesi bulunan 2715 malik, 6 ve 9 hissesi bulunan 2281 malik, 10 ve üstü hissesi bulunan 2211 malik bulunmaktadır. Toplulaştırma sonrasında ise 1 hissesi bulunan 16467 malik, 2 ve 3 hissesi bulunan 5805 malik, 4 ve 5 hissesi bulunan 1206 malik, 6 ve 9 hissesi bulunan 379 malik, 10 ve üstü hissesi bulunan 572 (% 2.34) malik bulunmaktadır.

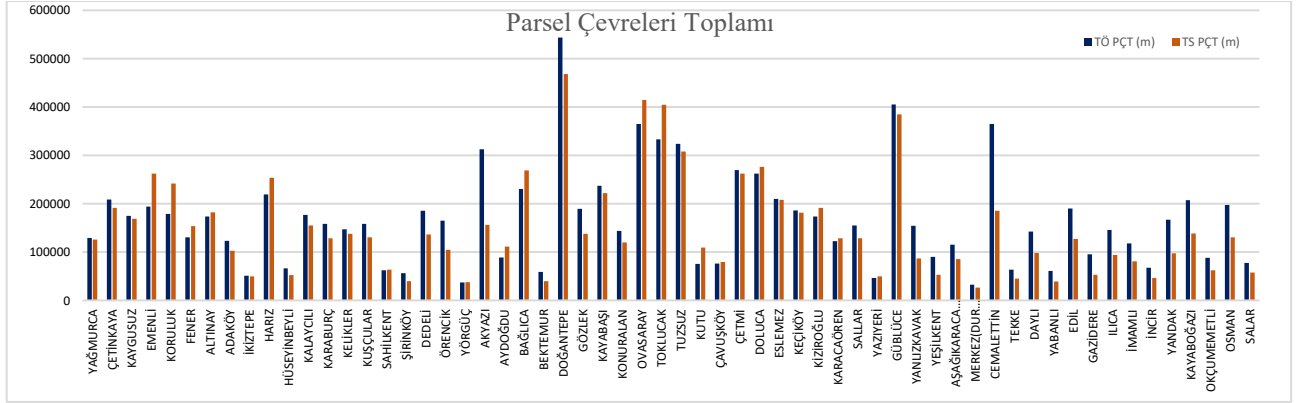
Toplulaştırma öncesi ve sonrası parsellerde hissesi bulunan köy/mahalledeki malik sayısının tüm malik sayısına göre yüzdeler durumu Çizelge 3'de gösterilmiştir. Toplulaştırma öncesinde 1 hissesi bulunan malikler ortalama % 44.50 iken toplulaştırma sonrasında % 67.41 olmuş, 2-3 hissesi olanlar toplulaştırma öncesinde % 26, toplulaştırma sonrasında % 23.76 olmuş, 4-5 hissesi olanlar toplulaştırma öncesinde % 11.11, toplulaştırma sonrasında % 4.94 olmuş, 6-9 hissesi olanlar toplulaştırma öncesinde % 9.34, toplulaştırma sonrasında % 1.55 olmuş, 10 ve üstü hissesi olanlar toplulaştırma öncesinde % 9.05, toplulaştırma sonrasında % 2.34 olmuştur. Şekil 5'de 1 hissesi bulunan maliklerin toplulaştırma öncesinde ve

toplaştırma sonrasında %'lik değişim grafiği gösterilmiştir.

3.7. Ortalama Parsel Büyüklüğü (OPB)

60 köy/mahallesinin 43'ünde OPB oranında artış meydana gelmiş geri kalan 17 köy/mahallede OPB

oranında azalma meydana gelmiştir. Azalma parselleri büyük olan köy/mahallelerde meydana gelmiştir. OPB azalma olan 17 köy/mahallenin 13'ünde parsel sayısına göre toplulaştırma oranı eksi çıkan köy/mahallelerden 4 tanesi artı çıkan köy/mahallelerdendir. Şekil 6 da OPB nin TÖ'ne göre yüzdelik değişim grafiği verilmiştir.



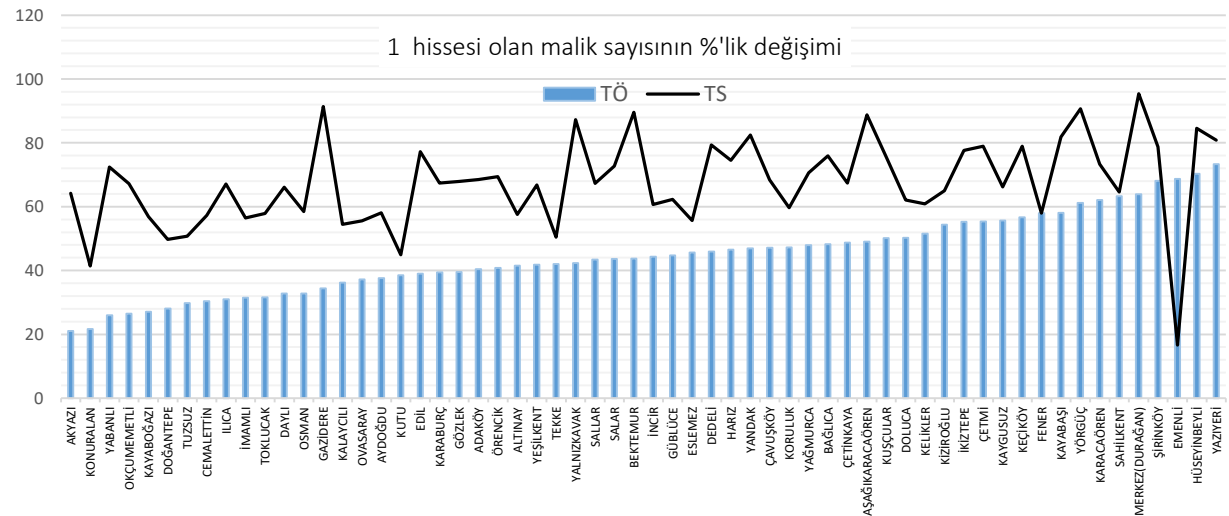
Şekil 4. İncelenen Projelere ait toplulaştırmadan önce ve sonraki parsel çevreleri toplamı

Çizelge 2. Proje alanındaki incelenen köylere ait maliklerin parsel durumu

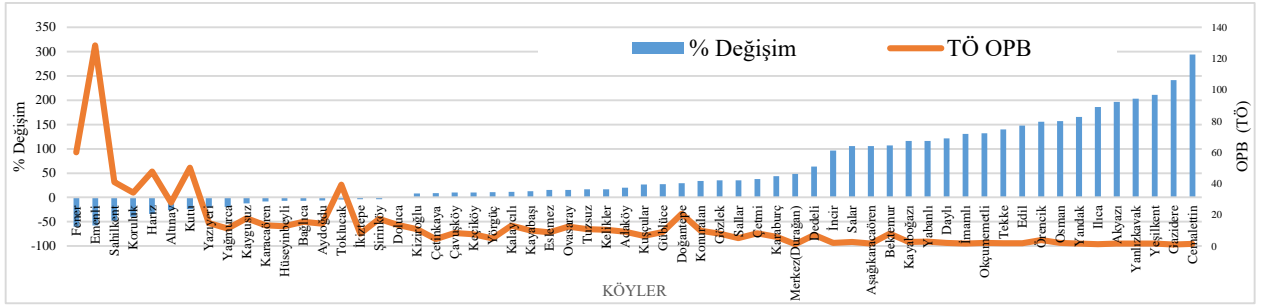
Parsel	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS
	(1)	(1)	(2-3)	(2-3)	(4-5)	(4-5)	(6-9)	(6-9)	(10+)	(10+)
Toplam	10871	16467	6351	5805	2715	1206	2281	379	2211	572

Çizelge 3. Malik sayısının tüm malik sayısına göre yüzdelik durumu

Parsel	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS
	(1)	(1)	(2-3)	(2-3)	(4-5)	(4-5)	(6-9)	(6-9)	(10+)	(10+)
Ortalama %	44.50	67.41	26.00	23.76	11.11	4.94	9.34	1.55	9.05	2.34



Şekil 5. 1 Hissesi bulunan maliklerin toplulaştırma öncesinde ve toplulaştırma sonrasında değişimi



Şekil 6. OPB'nün TÖ' sine göre %'lik değişimi

3.8. Malike Düşen Ortalama Parsel Adedi (MDOPA)

Proje alanında 60 köy/mahalleye ait malike düşen ortalama parsel adedi toplulaştırma projesinden önce 1.25 iken toplulaştırma projesinden sonra 0.73'e inmiştir.

3.9. Malike Düşen Ortalama Hisse Sayısı (MDOHS)

60 köy/mahallenin toplulaştırma projesinden önce MDOHS 3.88 iken toplulaştırmadan sonra 2.16'a düşmüştür. MDOHS değeri toplulaştırmadan sonra 1 veya 1'e yakın çıkması her malikin 1 parselde hissesi olması anlamına gelmektedir. 60 köy/mahalledeki toplulaştırma sonrasında 2.16 çıkmıştır. Bu 60 köyden Emenli mahallesindeki toplulaştırma projesinden önce MDOHS 1.70 iken toplulaştırmadan sonra 20.61'e yükselmiştir. Bunun nedeni Emenli mahallesindeki hisse hatalı 7582 da yüzölçümlü 476 malikli 145 nolu parselden dolayı oluşmuştur. Bu parselde arazi maliklerin eskiden 1 parselde yeri varken toplulaştırma sonrasında 145 nolu parsel 26 farklı blokta planlandığından her malik içinde 26 blokta planlamasından kaynaklanmaktadır. Emenli mahallesini işleme katılmazsa MDOHS sayısı toplulaştırmadan önce 3.84 toplulaştırmadan sonra 1.62 olarak gerçekleşeceği hesaplanmıştır.

3.10. Parsel Büyüklüğü Sayısı (PBS)

Proje alanında 60 köy/mahalleye ait parsel büyüklüğü sayısı Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4 incelendiğinde 60 köy/mahalleyi oluşturan

Çizelge 4. İncelenen projelere ait parsel büyüklüğü sayıları

Alan (da)	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS
	0-1	0-1	1-2	1-2	2-5	2-5	5-10	5-10	10-25	10-25	25-50	25-50	50+	50+
Toplam	7766	924	6086	1502	6831	4459	4409	5010	3812	4313	1062	1114	509	579

Çizelge 5. İncelenen projelere ait parsel büyüklüğü sayısının yüzdelik oranı

Alan (da)	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS
	0-1	0-1	1-2	1-2	2-5	2-5	5-10	5-10	10-25	10-25	25-50	25-50	50+	50+
Ortalama %	25.5	5.2	20.0	8.4	22.4	24.9	14.5	28.0	12.5	24.1	3.5	6.2	1.7	3.2

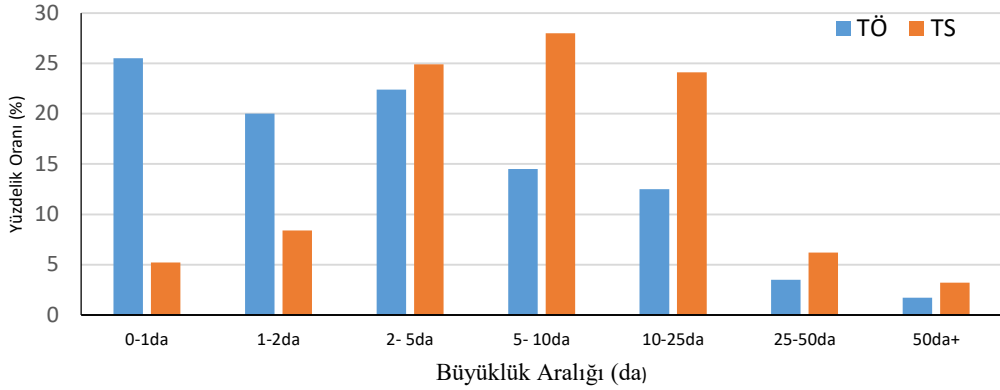
toplulaştırmadan önceki 30475 parselin 7766 adedi 0-1 da aralığında parsellerden oluşmaktadır. 6086 adedi 1-2 da aralığında, 6831 adedi 2-5 da aralığında, 4409 adedi 5-10 da aralığında, 3812 adedi 10-25 da aralığında, 1062 adedi 25-50 da aralığında, 509 adedi 50+ da aralığındadır. Toplulaştırmadan sonra oluşan 17901 parselin 924 adedi 0-1 da aralığında parsellerden oluşmaktadır. 1502 adedi 1-2 da aralığında, 4459 adedi 2-5 da aralığında, 5010 adedi 5-10 da aralığında, 4313 adedi 10-25 da aralığında, 1114 adedi 25-50 da aralığında, 579 adedi 50+ da aralığındadır.

Çizelge 4'de görüldüğü üzere 1 da'a kadar olan parseller çoğunluktadır. Buda parsellerin çok küçük ekonomik olarak işlenebilecek büyüklükten yoksun olduğunu göstermektedir. Küsek (2014) de benzer sonuçların oluştuğunu bildirmiştir.

Proje alanındaki incelenen köy/mahallelere ait parsel büyüklüğü sayısının yüzdelik oranı Çizelge 5' de gösterilmiştir.

Çizelge 5 Proje alanındaki incelenen köy/mahallelere ait parsel büyüklüğü sayısının yüzdelik oranı incelendiğinde; Toplulaştırmadan önce 0-1 da aralığındaki parsel sayısı proje sahasında % 25.5 iken toplulaştırmadan sonra % 5.2 oranında gerçekleşmiştir. Benzer şekilde 1-2, 2-5, 5-10, 10-25, 25-50 ve 50 da üstü parsel sayıları sırasıyla toplulaştırmadan önce % 20, 22.4, 14.5, 12.5, 3.5 ve 1.7 iken toplulaştırmadan sonra ise bu rakamlar sırasıyla % 8.4, 24.9, 28, 24.1, 6.2 ve 3.2 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 7).

0-1 ve 1-2 da büyüklüklerinde düşüş gözlenirken diğer tüm aralıklarda artış gözlenmiştir. Artan aralıklarda artış oranı ortalama % 72 olmuştur.



Şekil 7. İncelenen projelere ait parsel büyüklüğü sayısının ortalama yüzdelik oranları

3.11. Birim Çevre (BÇ)

İncelenen 60 projede toplulaştırma öncesinde BÇ 40.84 iken toplulaştırma sonrasında 40.58'e düşmüş ve birim çevrede % 0.6' lık bir azalma meydana gelmiştir.

3.12. Birim Alan Kaybı (BAK)

Proje alanında 60 köy/mahalleye ait BAK Çizelge 6'da gösterilmiştir. Bu değerlerle arazi kazancı hesap edildiğinde parsel çevreleri toplamı farkı 1106244 m'dir. Her parselin sınırlarında 0.50 cm kullanılmadığından arazi kazanımı $0.50 \times 1106244 = 553122$ m² olur. Tüm projeler dikkate alındığında kazanım oranı % 0.25 olarak belirlenmiştir.

Kayıp alan bakımından incelenen projelerin 17'sinde ortalama % 15.6 artış gözlenirken, 43'ünde ise ortalama % 23.2 azalma gözlenmiştir. Birim alan kaybında (BAK) ise 26 projede % 24.2 artış bulunurken, 34 projede ise % 21.1 düşüş gözlenmiştir.

3.13. Parametrelerin Arasındaki Korelasyon Değerleri (PAKD)

60 köy/mahalledeki incelenen parametrelerin korelasyon değerleri ve bu değerlere ait mutlak değer toplamları Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7'de incelenen parametreler arasındaki korelasyon değerlerine bakıldığında 0.99 ile MDOPA ile PKMUT arasında çok kuvvetli ilişki mevcuttur. Korelasyon değerleri % 85 ile % 100 arasındaki değerlere bakıldığında ise TO ile OBP, BÇ, PÇT, MDOPA ve MDOHS arasında, TPS ile TPM, PÇT, PKMUT, MDOPA ve MDOHS arasında, PÇT ile BÇ, PKMUT, MDOPA ve BAK arasında, BÇ ile OPB ve BAK arasında, PKMUT ile MDOPA ve BAK arasında,

PKMUT ile MDOHS arasında, OPB ile BAK arasında ve MDOPA ile BAK arasında $p < 0.05$ seviyesinde kuvvetli ilişki mevcuttur.

Projedeki parametrelerin korelasyon değerlerinin mutlak değerleri alındığında 11.98 ile MDOPA en çok değer alan parametredir. Bundan sonra sırasıyla en çok mutlak değer alan parametreler PKMUT, TO, BAK, PÇT, TPS, BÇ, OPB, PBS, TPM, MKMUT, MDOHS, MPD, TPA, NST, ve HSTO dur.

60 projede yapılan araştırmada belirlenen kriterler arasında, (x) ve (y) değişkeni arasındaki korelasyondan yola çıkılarak kurulan regresyon modelleri Çizelge 8'de gibi elde edilmiştir:

Çizelge 7'de incelenen parametreler arasındaki korelasyon değerlerine bakıldığında 0.99 ile MDOPA ile PKMUT arasında çok kuvvetli ilişki mevcuttur. Korelasyon değerleri % 85 ile % 100 arasındaki değerlere bakıldığında ise TO ile OBP, BÇ, PÇT, MDOPA ve MDOHS arasında, TPS ile TPM, PÇT, PKMUT, MDOPA ve MDOHS arasında, PÇT ile BÇ, PKMUT, MDOPA ve BAK arasında, BÇ ile OPB ve BAK arasında, PKMUT ile MDOPA ve BAK arasında, PKMUT ile MDOHS arasında, OPB ile BAK arasında ve MDOPA ile BAK arasında $p < 0.05$ seviyesinde kuvvetli ilişki mevcuttur.

Projedeki parametrelerin korelasyon değerlerinin mutlak değerleri alındığında 11.98 ile MDOPA en çok değer alan parametredir. Bundan sonra sırasıyla en çok mutlak değer alan parametreler PKMUT, TO, BAK, PÇT, TPS, BÇ, OPB, PBS, TPM, MKMUT, MDOHS, MPD, TPA, NST, ve HSTO dur.

60 projede yapılan araştırmada belirlenen kriterler arasında, (x) ve (y) değişkeni arasındaki korelasyondan yola çıkılarak kurulan regresyon modelleri Çizelge 8'deki gibi elde edilmiştir.

Çizelge 6. İncelenen projelere ait Birim Alan Kaybı

	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS	TÖ	TS
	PÇT	PÇT	Alan	Alan	Kayıp	Kayıp	BAK	BAK
Toplam	9994307	8888062	244699	219041	4997.15	4444.03	20.42	20.29

Çizelge 7. İncelenen parametrelerin arasındaki korelasyon değerleri

	TO	TPS	TPA	TPMS	HSTO	PÇT	BÇ	PKMUT	MKMUT	NST	OPB	MDOPA	MDOHS	BAK	PBS	MPD
TO	1															
TPS	0.81	1														
TPA	0.45	0.73	1													
TPMS	0.80	0.89	0.77	1												
HSTO	0.49	0.21	0.05	0.24	1											
PÇT	0.87	0.87	0.60	0.76	0.27	1										
BÇ	-0.94	-0.74	-0.35	-0.70	-0.43	-0.88	1									
PKMUT	0.87	0.96	0.61	0.84	0.24	0.92	-0.82	1								
MKMUT	0.67	0.50	0.07	0.32	0.40	0.66	-0.67	0.63	1							
NST	0.47	0.50	0.40	0.58	0.16	0.44	-0.45	0.46	0.10	1						
OPB	-0.96	-0.72	-0.29	-0.71	-0.51	-0.77	0.95	-0.79	-0.66	-0.46	1					
MDOPA	0.88	0.96	0.61	0.83	0.25	0.93	-0.82	0.99	0.65	0.45	-0.80	1				
MDOHS	0.62	0.44	0.04	0.26	0.37	0.63	-0.63	0.57	0.98	0.08	-0.61	0.60	1			
BAK	0.90	0.85	0.48	0.72	0.31	0.97	-0.93	0.92	0.72	0.43	-0.86	0.93	0.69	1		
PBS	0.67	0.74	0.33	0.56	0.22	0.68	-0.64	0.80	0.55	0.20	-0.63	0.79	0.49	0.71	1	
MPD	0.45	0.42	0.23	0.41	0.16	0.45	-0.37	0.49	0.41	0.13	-0.40	0.50	0.34	0.42	0.43	1
Mutlak Toplam	11.85	11.34	7.01	10.38	5.33	11.70	11.31	11.91	9.00	6.30	11.12	11.98	8.36	11.81	10.44	7.60

Koyu değerler $p < 0.05$ düzeyinde önemli.

Çizelge 8. Proje değerlerine göre regresyon modelleri

Formüller	R ²	Formüller	R ²
TO = -72.013xOPB + 86.587	0.9235	PÇT = 0.3217xPKMUT + 0.6836	0.8502
TO = -112.36xBÇ + 136.52	0.8767	PÇT = 0.3341xMDOPA + 0.6453	0.8688
TO = 102.49xBAK - 86.686	0.8068	PÇT = 0.9954xBAK + 0.1214	0.9377
TO = 96.901xPÇT - 91.829	0.7620	BÇ = 0.5938xOPB + 0.4841	0.9024
TO = 33.718xPKMUT - 29.786	0.7581	BÇ = -0.8877xBAK + 1.9604	0.8735
TO = 34.88x MDOPA - 33.566	0.7684	PKMUT = 1.0152xMDOPA - 0.0794	0.9762
TPS = 2.3924xTPM - 0.6816	0.7956	PKMUT = 2.7009xBAK - 1.3157	0.8402
TPS = 1.1728xPKMUT - 0.358	0.9179	MKMUT = 0.8714xMDOHS + 0.211	0.9594
TPS = 1.2105xMDOPA - 0.485	0.9262	MDOPA = 2.6539x - 1.2105	0.8564

Çizelge 8'nin ilk denklemi $TO = -72.013 \times OPB + 86.587$ için bir projede OPB oranı belirlenerek denklemde yerine konulduğunda TO bulunabilir. OPB oranı 1 olan bir proje sahasında TO'nun 14.57 olacağı %92.35 oranında tanımlanabilecek şekilde söylenebilir. TO'nun bu rakamdan daha yüksek çıkması OPB nin normalden daha yüksek oluşturulmasının başarılı olduğu anlamına gelirken daha düşük çıkması ise OPB'nin normalin altına düştüğü anlamına geldiği söylenebilir.

Peker ve Dağdelen (2016)'in yaptığı çalışmada, toplulaştırmadan önceki ve sonraki ortalama parsel büyüklükleri sırasıyla 5.18 ve 9.28 da olarak bildirilmiş ve de toplulaştırma oranı ise % 44 olarak belirlenmiştir. Bu değerler kullanılarak OPB oranı (5.18/9.28) olan 0.558 değeri $TO = -72.013 \times OPB - 86.587$ denklemine yerine konduğunda $TO = \% 46.4$ gibi bir değer elde edilmesi çalışmayı destekler niteliktedir.

3.14. Projelerin Performans Değerleri

İncelenen 60 köy/mahalledeki projelerin performans değerleri Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9 incelendiğinde çalışma yapılan 60 köy/mahallenin performansı ortalama olarak % 76.3 olarak ortaya çıkmıştır.

Şekil 8'de 60 projenin 25 parametreye göre 100 üzerinden aldığı performans puanları grafik olarak gösterilmiştir.

Köy bazında performans olarak en düşük % 24 ile Sahilkent mahallesi, en yüksek % 96 ile Adaköy mahallesi, Akyazı, Tuzsuz ve Konuralan köyleri olduğu görülmektedir.

Şekil 9'da Projelerde performansı değerlendirirken kullanılan parametrelerin 60 projedeki durumu

4. Sonuç

Araştırma alanı için arazi toplulaştırmada başarı ölçütü olarak parsel sayısı dikkate alındığında; 47 yerleşim yerinde azalma, 13 yerleşim yerinde ise artma gözlenmiştir. Arazi toplulaştırma projelerinin farklı açılardan incelenmesi, toplulaştırma oranının hesaplanmasında parsel sayısı üzerinden gidilmesinin yeterli olmadığı sonucunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle bu çalışmada ilave olarak parseldeki hisse sayılarından yola çıkılarak toplulaştırmanın oranı tekrar hesaplanmıştır. Toplulaştırma yapılan alanlarda malikler müştereklikten kurtulmak için tercihlerini müstakil parsel yönünde kullandığından parsel sayısında artış meydana gelmektedir. Bu da parsel sayısı üzerinden toplulaştırma oranını negatif değer yaparken hisse sayısı üzerinden yapılan toplulaştırma oranı pozitif değer çıkmaktadır. Hisse sayısı üzerinden toplulaştırma oranının hesaplanması daha doğru ve güvenilir sonuç alınabilir.

Ülkemizde arazi mülkiyeti çok önemli bir değerdir. Bu nedenle varisler ve komşular arasında süregelen mülkiyet anlaşmazlıkları sosyal huzurun bozulmasında yerel yönetim ve yargı kuruluşlarına sık sık başvurulmasında başlıca etkenler olarak gösterilmektedir. Arazi toplulaştırması bu tür anlaşmazlıkların bir bölümünün ortadan kaldırılmasında veya tamamen çözümlenmesinde ve dolayısıyla sosyal huzurun nispeten sağlanmasında etkili bir rol oynamaktadır. Maliklerin arazi toplulaştırma yapılırken tercihini tam parsel olarak planlamayı veya bir işletme olacak şekilde planlamayı talep etmektedir. İncelenen köy/mahallelerde tam parsel oluşumunda önemli artış mevcuttur. Toplulaştırma öncesine göre tam parsel sayısında azalmalar genelde ekonomik olarak kullanılmaya uygun olmayan çok küçük parsellerin birleştirilmesi nedeniyle tam parsel sayılarında azalma meydana gelmiştir.

Tarım yapılan alanlarda çit veya tarla sınırına yaklaşamama nedeniyle, tarla sınırına paralel en az 50 cm genişliğindeki bir tarla şeridi tam anlamıyla ekilemez. Bu ise bir kısım alanın boş kalmasına veya ürün kaybına neden olur. Arazi toplulaştırması yapılan sahalarda sınır kayıplarının en az olması açısından en elverişli parsel şekli kare, İşleme kolaylığı ve zaman kaybının önlenmesi açısından ise dikdörtgen, parsellerdir. Parsellerin şekillerinin bozuk oluşu tarlanın sürümü sırasında çiftçiye güçlük yaratmakta, sürülme zamanını artırarak, zaman kayıplarına neden olmaktadır. Arazi toplulaştırma uygulamaları yapılan parsellerin şekilleri genel olarak dikdörtgenlerden oluşmaktadır. Şekilleri düzgün olan tarlalarda insan ve makinelerin veriminde önemli artışlar sağlanmaktadır. Ayrıca tarım makinelerinin kullanımı kolaylaşmakta, işleme maliyetleri ve süreleri azalmaktadır. Toplulaştırma projesinin öncesinde parsellerin çoğu şekilsiz olması nedeniyle parsel çevresi ve nokta kırık sayısı ve çevre uzunluğu fazladır. Toplulaştırma sonrasında dikdörtgen

parseller oluşması istendiğinden çevre uzunluğunda % 11 ve kırık nokta sayısında % 47 oranında azalmıştır.

Arazi toplulaştırma çalışmalarında planlanan, önemli olgulardan biriside, tarım arazileri içerisinde altyapısı tamamlanmış yolların yapılarak, ulaşımın ekonomik ve kolay hale getirilmesi işlemleridir. Maliklerin yerleşme alanları ile tarımsal arazilerine ulaşması için kat edilmesi gereken yol toplulaştırma projesi ile hisse sayısı ve parsel sayısı azaldığından yol mesafesi azalmakta ve böylece çiftçilerin gidiş geliş için harcadığı zaman ve yakıttan tasarruf edilmektedir. Çalışılan proje sahasında parsel bazında ve parsellerdeki malik bazında köy merkezine uzaklıklarda yoldan % 64 oranında azalması nedeniyle zaman ve yakıttan kazanım sağlanmıştır.

Proje sahasında toplulaştırma öncesinde tüm parsellerin yolu mevcut değildir. Parsel mülkiyetindeki müştereklikten dolayı işletmeler kendi aralarında rızai taksim yaparak oluşturdukları parsellere ulaşmak için ayrıca yol planladığından, arazi kayıplarına neden olmaktadır. Proje sahasında toplulaştırma öncesinde yolsuz parseller mevcut iken toplulaştırma sonrasında yolsuz parsel oluşturulamayacağından tamamı yola kavuşturulmuştur.

Maliklerin parselleri çok küçük olduğunda, yani tarladaki iş, 1 iş gününü doldurmadığı veya sık sık tarla değiştirilmesi tarımsal araziye gidiş geliş ve aletlerin tekrar toplanması nedeniyle işgücü verimli bir şekilde değerlendirilememekte ve zaman kaybına neden olmaktadır. Dağınık haldeki parsellerde alet ve makinelerin rasyonel kullanımını da zorlaştırmaktadır. Toplulaştırma ile malikler parseldeki hisselerini birleştirmekle daha büyük parseller oluşmakta, maliklerin birden çok parseldeki hisselerini de büyük bir çoğunlukta müstakil talep etmektedir. Parsel oluşturacak kadar hissesi bulunmayan malikler de tüm parsellerdeki hisselerini bir işletme olabilecek maliklerle tek parselde birleştirerek daha kullanılabilir parseller oluşturmuştur. Çalışma alanında toplulaştırmadan önce OPB 8.03 iken toplulaştırmadan sonra 12.24 olmuştur. TPS'da % 35 azalma, TPA ve TPMS'da sırasıyla % 18.53 ve % 8,91 artış meydana gelmiştir.

Toplulaştırma yapılmayan alanlarda devletçe uygulanan sulama projelerinde tarım arazilerinde kanal ve kanalet tesisi mülkiyet ve parsel sınırları gözetilerek planlandığından mühendislik ve optimum şartlardan uzaklaşmaktadır. Bu da sulama projelerinde yapılan kanal uzunluğu ve sanat yapıları miktarını arttırdığından hem maliyet hem de sulama randımanını düşürmektedir.

Arazi toplulaştırma projelerinde başarıyı yakalamak için projelerin değerlendirilmesinde kullanılacak başarı kriterlerinin belirlenmesi ve her bir projede bu başarı kriterlerinde belirlenen oranlardan daha yüksek başarıyı sağlayanlara onay verilecek şekilde gerekli yönetmeliklerin yeniden gözden geçirilerek toplulaştırmanın daha verimli hale getirilmesi daha uygun olacaktır.

Kaynaklar

- Anonim, 2000. DPT, VIII. Beş yıllık kalkınma planı (2001-2005). Arazi Kullanımı, Arazi ve Arsa Politikaları ve Arazi Toplulaştırması Alt Komisyonu Raporu, 17 Ocak, Ankara.
- Arıcı, İ., 1994. Arazi toplulaştırması. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, No:60, Bursa, 121s.
- Arslan, H., Tunca, E., 2013. Arazi toplulaştırmasının sulama projelerinin performansı üzerine etkileri. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 2013,28(3):126-133.
- Bayraç, N., Yenilmez, F., 2006. Tarım sektörünün yapısal analizi ve avrupa ortak tarım politikası. www.econturk.org /Türkiyeeconomisi/Naci2.doc (Erişim Tarihi: 07.03.2010)
- Boyacıoğlu, R., 1973. Arazi toplulaştırması yapılan erzincan güllüce köyündeki tarımsal işletmelerin ekonomik analizi, 131 s., Erzincan.
- Boyraz, Z. ve Üstündağ, Ö., 2008. Kırsal alanlarda arazi toplulaştırma çalışmalarının önemi. e-Journal of New World Sciences Academy. Volume: 3, Number: 3.
- Boztoprak, T., Demir O., Çoruhlu Y. E., 2016. Comparison of expropriation and land consolidation on the regulation of agricultural land. Sigma J Eng & Nat Sci 34 (1), 2016, 43-55.
- Ekinci, K., 2012. Samsun ili bafra ovası arazi toplulaştırması projesinde çiftçi davranışlarının belirlenmesi ve projenin sosyo-ekonomik yararları. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tokat.
- Küsek, G., 2014. Sulama Projeleri İçin Arazi Toplulaştırmasının Tekno-Ekonomik Değerlendirmesi. Ç.Ü.Z.F. Dergisi, 2014, 29 (1) : 7-20.
- Peker, M., Dağdelen, N. 2016. Aydın bölgesi toplulaştırma sahalarında toplulaştırma öncesi ve sonrası kültürteknik hizmetlerinin irdelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 13(1):25-33
- Takka, S., 1988. Türkiye’de arazi toplulaştırmasının önemi, sulama projelerinde sağladığı faydalar ve toplulaştırmayı gerektiren nedenler; toplulaştırma uygulamaları ve kanuni mevzuat. Sulama Projelerinde Arazi Toplulaştırması Semineri Bildirileri