



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260972



The effects of cutting times of the rootstock's top and rootstock's stem thickness on graft success in walnut for topworking graft

Burak Akyüz*, Ahmet Öztürk, Ümit Serdar

Ondokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Samsun, Turkey

*Corresponding author/sorumlu yazar: burak.akyuz@omu.edu.tr

Geliş/Received 21/01/2016

Kabul/Accepted 15/03/2016

ABSTRACT

One of the important problem in walnut production is establishing orchards with unfruitfulness trees and using cultivars that doesn't suitable for this area. In recent years walnut cultivation is began to be done with high lateral bearing capacity cultivars. For this aim, in unfruitfulness orchards topworking studies has begun with these cultivars. Grafting methods and periods, ecology, the cutting time of the rootstock's top before grafting and the applications made after grafting affect the graft success on walnut. In this study, the effects the cutting times of the rootstock's top before grafting on graft success and shoot growth were examined. Also the effect of the rootstocks thickness to graft success and shoot growth were examined. For this aim rootstocks were divided into three groups and their top were cut in two periods (60 and 20 days before graft). Graft success was determined one month after grafting as sprouting ratio. On the other hand, length and diameter of graft scion shoots, number of internodes per shoot, the distances of internodes, sugar, starch and carbohydrate (mg L^{-1}) contents of shoots were investigated after vegetation period. The cutting time of the rootstock's top affected the graft success, the distance of internodes, sugar, starch and carbohydrate (mg L^{-1}) contents of sprouts statistically. In the study, highest graft sprouting ratio was 92.7% on thick rootstocks which cut off in early period (60 days before grafting). Rootstock's diameter didn't affect the scion's starch, sugar and carbohydrate level statistically. According to the study, we can advise that bark grafting on walnut should be made on thick rootstocks and rootstock's top should be cut before leaf appearance.

Keywords:

Bark grafting
Bleeding
Chandler
Topworking graft
Walnut

Cevizde çeşit değiştirme aşılarında anaçlarda tepe kesimi zamanı ve kalınlıklarının aşı başarısı üzerine etkisi

ÖZET

Ülkemizde ceviz yetiştiriciliğindeki en önemli sorunlardan biri şimdiye kadar ceviz bahçelerinin ekolojije uygun olmayan ve genellikle verimi düşük çeşitler ile kurulmasıdır. Son yıllarda yan dal verimi yüksek çeşitlerin ülkemizde yetiştirilmeye başlanması ile birlikte mevcut bahçelerinde bu çeşitlerle değiştirilmesi amacıyla aşılama çalışmaları yapılmaya başlanmıştır. Cevizde aşı başarısı aşı yöntemi ve zamanına, ekolojije, anaçlarda tepe kesim zamanına ve aşidan sonra yapılan uygulamalara göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmada, cevizde çeşit değiştirme aşısında anaçta aşidan önce yapılan tepe kesimi zamanının aşı sürme ve sürgün gelişimi üzerine etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bunun yanı sıra çevirme aşısı yapılan anaçlarda, anaç kalınlığının aşı başarısı ve sürgün gelişimi üzerine etkisi de belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla 3 farklı kalınlıktaki anaçlarda aşılama öncesi iki dönemde (60 ve 20 gün önce) tepe kesimleri yapılmıştır. Çeşit değiştirme aşısı olarak kabuk altı aşı yöntemi kullanılmış ve aşılar 20 Haziran'da yapılmıştır. Uygulamaların cevizde aşı başarısı ve aşı sürgünü gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla aşidan bir ay sonra aşı sürme oranı (%), vejetasyon sonunda ise aşı sürgünü boyu (cm) ve çapı (mm), sürgündeki boğum sayısı (adet), boğumlar arası mesafe (cm), sürgünlerde şeker, nişasta ve karbonhidrat (mg L^{-1}) içerikleri belirlenmiştir. Tepe kesimi zamanının aşı sürme oranı (%), boğumlar arası mesafe ile sürgünlerdeki şeker, nişasta ve karbonhidrat içerikleri üzerine istatistiksel olarak önemli etki yaptığı saptanmıştır. Araştırmada en yüksek aşı sürme oranı %92.7 ile erken dönemde kesilen kalın anaçlardan elde edilmiştir. Anaç çapının sürgünlerdeki nişasta, şeker ve karbonhidrat içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Araştırma sonucunda, cevizde çeşit değiştirme (kabuk altı) aşılarının özellikle kalın anaçlara uygulanması ve tepe kesimi işleminin erken dönemde yapılması önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Kabuk altı aşı
Kanama
Chandler
Çeşit değiştirme aşısı
Ceviz

1. Introduction

Walnut is one of the most important nut trees in the world. World's total walnut production is 3418559 tones and China is leading with 1700000 tones. Hence Turkey's walnut production is 194298 tones (FAOSTAT, 2016). Walnut is an important species with different using purposes such as fruits, woods, chemical industry and etc. Also its value at the market is high and increasing. So request to the walnut production is getting popular.

Walnut grafting needs more care than the other fruits. The reasons are higher temperature request for callus formation and xylem exudation (Lagerstedt, 1979; Knuiyuki and Forde, 1985; Yildiz and Yilmaz, 2003; Sen, 2011). The effect of these factors make difficult to graft walnut and reduce the graft success. Many studies have been carried out for grafting of young walnut plants. In these studies, researchers suggested different times and methods for grafting walnut depending to the ecology (Achim and Botu, 2001; Özkan et al., 2001; Ördek, 2004; Karadeniz, 2005; Dehghan et al., 2009).

Some of the walnut orchards were established with seed which of them were open-pollinated and some of them were established with wrong named cultivars. Because of these reasons yields are low in these kind of walnut orchards. So there is an increasing demand on grafting those trees. Depending on these serious problems on walnut grafting and high cost of orchard replanting (Rezaee et al., 2008), topworking seems to be the best alternative method for changing cultivars in unfruitfulness walnut orchards. Some researchers tried different techniques for topworking of walnut (Dehghan et al., 2009; Serdar et al., 2013; Karadeniz, 2014; Rezaee et al., 2014). But, there have been no studies concerned with the effects of different cutting times of rootstock's top before grafting on graft success in topworking of walnut.

The aims of this study were to determine the effects of; i) the cutting times (60 and 20 days) of the rootstock's top before grafting, ii) thickness of rootstocks on graft success and scion shoot growth.

2. Materials and Methods

This research was carried out in 2011-2012 in a private orchard at Samsun's Atakum district. About ten-eleven years old grafted trees with 'Yalova 1', 'Şebin' and 'Bilecik' cultivars were used as rootstock. Hence 'Chandler' cultivar was used as a scion for changing cultivar. The scions were taken in February and they were stored in cases which contain moist perlite at 2-4°C. In the study, rootstocks top was cut off at 15 cm above from the graft area in two different times before grafting. The first time was 20 April (early: sixty days before grafting) and the second time was 30 May (late: twenty days before grafting). Grafts were made in 20

June using bark grafting. In the grafting, the rootstocks were divided into three groups as their stem thickness. These groups are thin (34.00-60.00 mm), medium (60.01-85.00 mm) and thick (85.01-110.00 mm).

In the study, the graft success (sprouting of scion) ratio was determined on 20 July (30 days after grafting). Hence, shoot length (cm), shoot diameter (mm), number of internodes and distances between internodes (cm) on the shoot were measured in December. Also sugar, starch and carbohydrate contents of shoots were examined according to the Candolfi and Koblet (1990). For this aim, about 2 cm part shoots were taken from third internode at the end of the vegetation period (Bates et al., 2002). The shoot parts were dried for 5-7 days at 70 °C in oven. When moisture content of shoots became stable, they were broken into pieces with the mill. 200mg sample taken from them and put into glass tubes. 8 ml 70 % Ethyl alcohol was put into it. After that the mixture extracted at 60°C for 30 minutes (Candolfi and Koblet, 1990). 8ml 1M perchloric acid was added into the mixture and they were stored at 60°C for 1 hour. This procedure repeated twice. The alcohol in the samples were removed at 37 °C and the two mixture combined. The absorbance value was determined at 620 nm with spectrophotometer. Sugar and starch content were determined with anthrone method (Scott and Melvin, 1953). To determine of sugar and starch contents glucose was used as a standard. The results were expressed as mg/L.

The study was established with randomized blocks with three replications. Each replication had five plants. Data were analyzed with SPSS 16 statistical program. Differences between mean values were evaluated with 'Duncan Multiple Range Test' ($P < 0.05$).

3. Results

It's founded that cutting times of the rootstocks top and rootstocks thickness affected to graft success as statistically. The higher graft success with 83.7 % was determined from early period (Table 1). On the other hand, the thick rootstocks had the best graft success with 88.8 %. When we look at the interactions, the best graft success was obtained from thick rootstocks which were cut in the early period (92.7 %) and the worst graft success was obtained from thin rootstocks that cut in the late period (61.4 %).

The shoot length was 79.4 cm in the late cutting and 74.1cm in the early cutting period. However, it did not affect from the cutting periods directly. But, in both cutting periods, medium and thick rootstocks had longer and thicker scion shoots and more number of nodes in the interactions. Distances between internodes statistically affected from cutting period and rootstock thickness. Internode length was longer in late cutting period with 4.9 cm. On the other hand the longer internodes distances were obtained from medium and thick rootstocks than thin ones (Table 1).

Table 1. Effects of the cutting times and rootstock thickness on graft success and shoot development, and carbohydrate contents in walnut

Cutting time	Rootstock diameter (mm)	Graft success (%)	Shoot length (cm)	Shoot diameter (mm)	Nodium number	Distance between internodium (cm)	Sugar (mg L ⁻¹)	Starch (mg L ⁻¹)	CH (mg L ⁻¹)
Early	Thin	83.1bc*	43.5 b	10.5 c	11.4 b	3.9 c	20.9	24.7	44.8
	Medium	75.2 d	89.6 a	16.0 ab	18.2 a	4.9 ab	19.2	24.4	42.8
	Thick	92.7 a	89.2 a	17.0 ab	18.7 a	4.6 bc	20.7	22.9	42.7
Late	Thin	61.4 e	54.0 b	13.8 b	11.7 b	4.6 bc	28.7	19.2	47.0
	Medium	76.5 cd	93.3 a	17.2 a	17.0 a	5.5 a	30.5	18.8	48.5
	Thick	84.8 b	90.7 a	16.9 ab	18.4 a	4.8 ab	30.5	19.4	49.1
SEM		4.36	8.96	1.07	1.39	0.21	2.18	1.12	1.14
Factor Means									
Rootstock thickness	Thin	72.3 b	48.8 b	12.2 b	11.6 b	4.2 b	24.8	22.0	45.9
	Medium	75.9 b	91.5 a	16.6 a	17.6 a	5.2 a	24.9	21.6	45.6
	Thick	88.8 a	89.9 a	16.9 a	18.5 a	4.7 ab	25.6	21.2	45.9
Cutting time	Early	83.7 a	74.1	14.5	16.1	4.5 b	20.3 b	24.0 a	43.4 b
	Late	74.3 b	79.4	16.0	15.7	4.9 a	29.9 a	19.1 b	48.2 a
P									
Cutting time		P<0.001	P<0.198	P<0.086	P<0.681	P<0.038	P<0.001	P<0.001	P<0.002
Rootstock thickness		P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.004	P<0.801	P<0.539	P<0.985
Cutting time x Rootstock thickness		P<0.001	P<0.041	P<0.025	P<0.023	P<0.050	P<0.395	P<0.251	P<0.451

*: Means with different letters in the same column were significantly different

Cutting times affected statistically to sugar, starch and carbohydrate contents. Starch content was higher in the early cutting time than in the late cutting time. However, sugar and carbohydrate contents were higher in late cutting period (Table 1).

4. Discussion

In the study, the best graft success was taken from thick rootstocks which were cut in the early period. This success may be resulted from these rootstocks didn't spend most of their starches. Also, thick rootstocks had more carbohydrate capacity than the others. Actually, in the late cutting period, rootstocks spent the most of starches to grow the sprouts up to 30 May. On the other hand, cutting the rootstock's top in early period gave much time for distraction of xylem exudation. So, it will reduce xylem exudation problem, when we start grafting. The best scion shoot development was obtained from medium and thick rootstocks. This could be resulted from higher carbohydrate capacity of them. Bleeding should be prevented during the graft healing time in walnut (Reil et al., 1998). Hence, Serdar et al. (2013) advised that cutting the rootstock's top should be done at least 20 days before grafting, on the other hand the optimum time for this application may be immediately before bud burst (from end of March to middle of April) for both graft success and also shoot development in topworking of walnut. And also, obtained results in this study were in accordance with Rezaee and Vahdati (2008) who reported that graft success ratio in bark graft method was varied from 50% to 100% and modified bark grafting method in walnut

represents a simple and effective technique to convert inferior walnut trees to desirable cultivars.

5. Conclusion

In Turkey, most of the producers cut down their unfruitfulness walnut trees. However, we suggest that not to cut these trees. These trees can be grafted with topworking methods and they can grow faster comparing to young grafted plants. As a result of our study when topworking graft on walnut, rootstock's top should be cut in early period before leaf appearance. Also thicker rootstocks should be chosen for both graft success and scion shoot quality. In the study, we made the grafts only one time and also very late date (20 June). So we don't know how success we can get if we make grafts in different periods. So, different grafting times for topworking of walnut should be also studied.

Acknowledgment

We thank Dr. Bülent KÖSE for his support of analyses of carbohydrate in this study.

References

- Achim, G., Botu, I., 2001. Results in walnut propagation using different methods. *Acta Hort.*, 544: 503-509.
- Bates, T.R., Dunst, R.M., Joy, P., 2002. Seasonal dry matter, starch, and nutrient distribution in 'Concord' grapevine roots. *HortScience*, 37(2): 313-316.
- Candolfi-Vasconcelos, M.C., Koblet, W., 1990. Yield, fruit quality, bud fertility and starch reserves of the wood as a function of leaf removal in *Vitis vinifera* - Evidence of

- compensation and stress recovering. *Vitis*, 29:199-221.
- Dehghan, B., Vahdati, K., Rezaee, R., Hassani, D., 2009. Persian walnut (*Juglans regia* L.) grafting as influenced by different bench grafting methods and scion cultivars, Society for the Advancement of Horticulture, Lucknow, India, *J. Appl. Hortic. (Lucknow)*, 11: 56-58.
- FAOSTAT, 2016. World walnut production. URL: <http://faostat.fao.org> [accession date: 15.01.2016]
- Karadeniz, T., 2005. Relationships between graft success and climatic values in walnut (*Juglans regia* L.), Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia, *J. Central Europ. Agric.*, 6: 631-634.
- Karadeniz, T., 2014. The change graft in walnut and the importance of it in terms of walnut growing in Macedonia. *J. Hygienic Eng. Design*, 8: 141-144.
- Knuiyuki, A.H., Forde, H.I., 1985. Propagation. Walnut orchard management. (Ed: D.E. Ramos, D. J. Durzan) Cooperative Extension, University of California, Division of Agriculture, USA. pp: 34-36.
- Lagerstedt, H.B., 1979. Propagation-seed, grafting, budding. *Nut Tree Culture in North America* (Ed: R. A. Jaynes). North. Nut Grow. Assoc. Broken Arrow Road Hamden, pp: 240-271.
- Ördek, G.Ö., 2004. Antakya ekolojik koşullarında, cevizler (*J. regia* L.) için en uygun aşılama zamanı ve yönteminin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Özkan, Y., Gümüş, A., 2001. Effects of different applications on grafting under controlled conditions of walnut (*Juglans regia* L.), International Society for Horticultural Science (ISHS), Leuven, Belgium, *Acta Hortic.*, 544: 515-520.
- Reil, O.W., Leslie, A.C., Forde, I.H., McKenna, R.J., 1998. Walnut Production Manual (Ed: D.E. Ramos). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. pp: 71-83.
- Rezaee, R., Vahdati, K., Grigoorian, V., Valizadeh, M., 2008. Walnut grafting success and bleeding rate as affected by different grafting methods and seedling vigour. *J. Hortic. Sci. Biotech.*, 62(1): 21-26.
- Rezaee, R., Vahdati, K., 2008. Introducing of a simple and effective procedure for topworking Persian walnut tree. *J. Amer. Pomolog. Soc.*, 62: 21- 26.
- Rezaee, R., Hassani, D., Vahdati, K., 2014. Long Term Trials on Topworking of Walnut Trees in Iran. *Acta Hortic.*, 1050: 197-201.
- Sen, M.S. 2011. Ceviz (4th ed.). ÜÇM yayıncılık, Samsun.
- Serdar, Ü., Öztürk, A., Akyüz, B., 2013. Cevizde çeşit değiştirme aşısı: kabuk altı (çoban) aşısı. *Hasad Bitkisel Üretim*, 335: 68-71.
- Scott, T.A., Melvin, E.H., 1953. Determination of Dextran with Anthrone. *Anal. Chem.*, 25(11): 1656-1661.
- Yildiz, K., Yılmaz, H., 2003. Effect of transplanting rootstocks before grafting on xylem exudation and graft success in walnut. *J. Amer. Pomolog. Soc.*, 57(4): 146-148.



Research /Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.260973



Determination of fruit characteristics of cactus pear
selected from Adana province

Mehmet Tütüncü^{a*}, Abdulkadir Sarier^b, Burhanettin İmrak^b, Songül Çömlekçioğlu^c,
Ali Küden^c, Ayzin Baykam Küden^c

^aOndokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Horticulture Department, Samsun, ^bÇukurova University Pozantı Agricultural Research and Application Center, Adana, ^cÇukurova University, Agriculture Faculty, Horticulture Department, Adana
*Corresponding author/sorumlu yazar: mtutuncu.tr01@gmail.com

Geliş/Received 02/02/2016 Kabul/Accepted 21/04/2016

ABSTRACT

The study was performed on thirty one cactus pear genotypes selected from Adana province in Turkey to determine their pomological characteristics. Fruits of selected genotypes were collected from their natural sites in 2012 and 2013 and the fruit characteristics were evaluated by using ten different fruit traits. The results showed that the average fruit weight was about 80 g, the average seed number per fruit was 240 and the fruit shape of the selected genotypes was generally elliptical (64.74%). Ease of fruit peeling were classified as medium (54.83%). Total Soluble Solids (TSS) of the genotypes were determined between 7% and 15% and the pH value was between 5.17 and 7.36. Titratable acidity content (TA) was found to be significantly different in a genotype-dependent way and acidity varied between 1.94% and 9.08%. The simplified scoring method was used to evaluate the selected genotypes and the genotype of 01 OP 19 gave the highest score.

Keywords:
Opuntia
Pomology
Prickly pear Selection
Weighted ranked
method

Adana bölgesinden selekte edilen dikenli incirlerin meyve özelliklerinin belirlenmesi

ÖZET

Bu çalışma Adana bölgesinden seçilen otuz bir dikenli incir genotipinin pomolojik özelliklerini belirlemek için gerçekleştirilmiştir. 2012 ve 2013 yıllarında seleksiyonu yapılan genotiplerden doğal ortamlarında meyveler toplanmış ve on farklı meyve özelliği kullanılarak değerlendirilmiştir. Genotiplerin değerlendirilmesinde tartılı derecelendirme yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, ortalama meyve ağırlığı 80 g, meyve başına ortalama tohum sayısı 240, seçilen genotiplerde meyve şekli genel olarak eliptik (%64.74) olarak bulunmuştur. Meyve kabuğunun soyulma zorluğu orta (%54.83) olarak sınıflandırılmıştır. Genotiplerin suda çözünabilir kuru madde miktarı %7 ile %17, pH 5.17-7.36 arasında bulunmuştur. Titre edilebilir asitlik genotipe bağlı olarak önemli farklılık göstermiş ve %1.94 ile %9.08 arasında bulunmuştur. Basit derecelendirme yöntemi sonucunda 01 OP 19 no.lu genotip en yüksek puanı almıştır.

Anahtar Sözcükler:
Opuntia
Pomoloji
Dikenli incir
Seleksiyon
Basit derecelendirme
yöntemi

© OMU ANAJAS 2016

1. Introduction

Cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), belongs to *Cactaceae* family, is well adapted to semi-arid and arid regions and plant can survive in prolonged drought conditions. Cactus pear has been an alternative significant agricultural food resource due to its well adaptation capability to arid lands where the many fruit species cannot presence naturally (De Wit et al., 2010).

Finding an alternative food resources for human as well as for animals in a region located in erratic rainfall is highly dependent its climatic conditions and

availability of natural resources of certain region (Nefzaoui, 2009). Therefore, cactus pear is life-saving food resource for human being and animals in underdeveloped African countries where people having struggle during prolonged arid period. Additionally, cactus pear fruit is rich in minerals and vitamins (Galati et al., 2003) and it is easily accessible and affordable food for people lives in rural areas (Chipeta, 2010). It is well reported previously that fruits and other parts of the plant are used in traditional medicine (Wolfram et al., 2003), to prevent heart attack, cataract, neurological diseases as well (Shadidi, 1997; Greenway, 2001;

Lopez, 2007; Corral-Aguayo et al., 2008).

Cactus pear naturally grows in bushy areas, garden borders as an individual plant or population in costal sides of Mediterranean and Aegean regions in Turkey (Karababa et al., 2004). There is no commercial plantation and cultivars in Turkey, but fruits are sold in local bazaars and consumption is limited. In this study, we aimed to: (1) determine pomological characteristics of selected cactus pear genotypes naturally grown in Adana in Turkey; and, (2) evaluate genotypes using weighted ranked methods.

2. Materials and Methods

2.1. Material

The study was performed on thirty one genotypes selected from different locations of Adana province in Turkey in 2012 and geographic information of the selected plants were recorded (Table 1). The selected plants were indicated and given special code individually such as "XX OP YY" (XX: province traffic code, OP: *Opuntia*, YY: genotype number).

Table 1. Geographical data of selected genotypes

No	Code	Location	Altitude (m)	Latitude (N)	Longitude (E)
1	01 Op 02	Mustafalar	256	37° 05' 08''	35° 28' 38''
2	01 Op 03	Kaş Obası	282	37° 08' 54''	35° 30' 34''
3	01 Op 04	Karlık	261	37° 10' 02''	35° 30' 20''
4	01 Op 05	Karlık	305	37° 16' 55''	35° 31' 55''
5	01 Op 06	Pirili	89	37° 05' 18''	35° 11' 06''
6	01 Op 07	Pirili	110	37° 06' 27''	35° 08' 33''
7	01 Op 08	Pirili	110	37° 06' 47''	35° 08' 37''
8	01 Op 09	Pirili	110	37° 06' 47''	37° 08' 37''
9	01 Op 10	Araplar	162	37° 11' 58''	35° 02' 47''
10	01 Op 11	Karaisalı	231	37° 10' 09''	35° 07' 09''
11	01 Op 12	Kesmeburun	18	36° 45' 51''	35° 29' 30''
12	01 Op 13	Kesmeburun	18	36° 45' 08''	35° 30' 02''
13	01 Op 14	Şihganim	7	36° 44' 26''	35° 30' 29''
14	01 Op 15	Zeynepli	17	36° 44' 12''	35° 34' 30''
15	01 Op 16	Zeynepli	17	36° 44' 17''	35° 34' 11''
16	01 Op 17	Deveci Uşağı	7	36° 45' 18''	35° 27' 19''
17	01 Op 18	Vayvaylı	20	36° 51' 21''	35° 36' 21''
18	01 Op 19	Vayvaylı	49	36° 54' 10''	35° 37' 41''
19	01 Op 21	Yeniköy	28	36° 56' 58''	35° 45' 42''
20	01 Op 22	İsalı	36	36° 55' 26''	35° 43' 11''
21	01 Op 23	İsalı	38	36° 55' 26''	35° 43' 11''
22	01 Op 24	Balcalı	58	37° 01' 49''	35° 22' 51''
23	01 Op 25	Hocalı	166	37° 07' 09''	35° 24' 26''
24	01 Op 26	Maltepe	357	37° 07' 06''	35° 24' 43''
25	01 Op 27	Bebeli	17	36° 36' 11''	35° 26' 07''
26	01 Op 28	Bebeli	17	36° 39' 28''	35° 29' 54''
27	01 Op 29	Kaldırım	14	36° 41' 04''	35° 31' 28''
28	01 Op 30	Kaldırım	14	36° 41' 05''	35° 31' 38''
29	01 Op 31	Terliksiz	4	36° 40' 59''	35° 19' 23''
30	01 Op 33	Beyköy	5	36° 44' 04''	35° 17' 59''
31	01 Op 34	Bucak	407	37° 13' 55''	34° 56' 39''

2.2. Method

2.2.1. Pomological and statistical analysis

Fruits were collected from selected genotypes in their natural habitat and analyses were done both in 2012 and in 2013 on these selected plants. Pomological analyses were performed according to Mashope (2007)

in pomology laboratory of Horticultural Department in Çukurova University. Twenty one fruit samples were randomly collected from selected genotypes and following fruit characteristics were evaluated: fruit length (FL) (mm), fruit diameter (FD) (mm), total fruit weight (TFW) (g), and edible fruit weight (EFW) (g). Fruit shape (FS) was classified based on FD/FL rate in

four different category which were oblong (0.45-0.55), elliptical (0.56-0.69), ovoid (0.70-0.79) and round (0.80-0.89) (Mashope, 2007). Fruit firmness (FF) measured using hand penetrometer (Wagner Instruments, Model FT, USA) in 6 randomly selected fruits per genotype. Ease of fruit peeling (EFP) ranked from easy peeling (1) to hard peeling (5). Percentage of fruit pulp (FP) (%) estimated using ratio of edible fruit weight to total fruit weight (Mashope, 2007). Total soluble solid contents (TSS) was measured using hand refractometer (SOIF optical Instruments, VBR20T) and pH measured using digital pH meter (Mettler Toledo, S220) in fruit juice obtained from twenty one fruits per genotype. Seed number per fruit counted in five randomly selected fruits from each genotype. Titratable acidity (TA) estimated by using 5 ml fruit juice and 95 ml distilled water and titrated with 0.1N NaOH until pH value reached 8.2. Amount of NaOH spent was estimated and TA determined according to Karaçalı (2012) in terms of citric acid.

The data of pomological evaluation were statistically analyzed by using SPSS package software.

First, the distributions of the variables were checked

by using Kolmogorov Smirnov normality test. Two-way variance analysis were done to observe the effect of years and genotypes and Duncan multiple comparison test were used to determine differences between the group means.

2.2.2. Evaluation of cactus pear genotypes

Evaluation of cactus pear genotypes was performed according to Balık and Beyhan (2014). Modified version of simplified scoring method was used to evaluate cactus pear genotypes and criteria were determined based on economically important fruit characteristics, simplicity of fruit harvesting and its suitability for the plantation. Genotype characteristics were determined and relative coefficient value was given for each category. Each category also divided to sub-categories and given another coefficient value. Categorical value was calculated multiplying two coefficient values for each genotype and the genotypes were compared in terms of summation of all category value. Plant characteristics and coefficient values of selected genotypes were given in Table 2.

Table 2. Plant characteristics used in weighted ranked method

Parameters	Coefficient	Categories	Category range	Point
Plant Growth Habit (PGH)	5	Upright	Plant crown \approx Plant height	10
		Spreading	Plant crown > Plant height	7
		Decumbent		5
		Drooping		3
Cladode: number of spines per areole (CSN)	15	Absent or very few	0 – 1	10
		Few	2 – 3	8
		Medium	4 – 5	5
		Many	6 – 7	3
Fruit Shape (FSH)	10	Very Many	>7	1
		Round	Diameter/Length = 0,80- 0,89	10
		Ovoid	Diameter/Length = 0,70- 0,79	9
		Elliptical	Diameter/Length = 0,56- 0,69	7
Fruit Size (FS)	15	Oblong	Diameter/Length = 0,45- 0,55	5
		Large	Diameter >78	10
		Medium	Diameter = 54 – 77	7
Fruit Firmness (FF)	10	Small	Diameter <53	4
		Firm	>2.80 kg.cm ⁻²	10
		Medium	2.26 – 2.79 kg.cm ⁻²	7
Fruit Skin Color (FSC)	10	Soft	1.72 – 2.25 kg.cm ⁻²	4
		Orange		10
		Yellow		7
		Purple		5
Fruit Flesh Color (FFC)	10	Green		3
		Orange		10
		Yellow		7
		Purple		5
Pulp (%)	15	Green		3
		High	>55	10
		Medium	55 – 51	7
Seed Number (SN)	10	Low	< 50	4
		Few	< 179	10
		Medium	180 - 264	7
		Many	> 265	4

3. Results and Discussion

3.1. Pomological characteristics

Considering the evaluation of fruit characteristics of selected genotypes, the lowest fruit diameters were found to be 33.08 mm and 33.29 mm in 01 OP 09 and

01 OP 12 genotypes respectively, while the highest fruit diameter was found to be 50.73 mm in 01 OP 15 genotype. Similarly, the lowest fruit length was observed in 01 OP 09 and 01 OP 12 genotypes with 59.08 and 59.65 respectively, while mean fruit length was the highest in 01 OP 33 genotype with 84.08 mm (Table 3).

Table 3. Pomological traits of selected cactus pear genotypes from Adana province - I

Code	Fruit diameter (mm)	Fruit length (mm)	Fruit firmness (kg.cm ⁻²)	Total fruit weight (g)	Edible fruit weight (g)
02*	47.48 ± 0.63c-f	71.7 ± 1.23e-h	2.4 ± 0.33d-l	92.35 ± 2.79a-d	47.33 ± 1.92b-h
03	44.99 ± 0.55h	68.28 ± 1.08h-j	1.75 ± 0.18mn	75.67 ± 2.26ijk	38.17 ± 1.25kl
04	47.12 ± 0.48c-g	71.92 ± 1.02d-h	2.41 ± 0.25d-l	99.11 ± 2.18a	54.15 ± 1.51a
05	50.08 ± 0.47ab	63.63 ± 0.62k-n	2.43 ± 0.22c-l	93.54 ± 2.06abc	49.21 ± 1.35a-f
06	50.13 ± 0.66ab	62.47 ± 1.11mno	2.19 ± 0.17h-n	89.43 ± 2.09b-e	45.39 ± 1.25d-i
07	48.24 ± 0.5bcd	65.89 ± 1.04j-m	2.39 ± 0.15d-l	86.96 ± 2.08c-h	44.1 ± 1.53f-i
08	45.78 ± 0.62e-h	65.27 ± 1.06j-m	2.07 ± 0.14j-n	74.45 ± 2.22jkl	36.41 ± 1.46l
09	33.09 ± 0.6j	59.08 ± 1.34o	1.75 ± 0.07mn	29.29 ± 1.30n	17.43 ± 0.51n
10	47.68 ± 0.61cde	60.96 ± 0.97no	1.93 ± 0.13lmn	89.76 ± 2.39b-e	46.7 ± 1.34c-i
11	44.34 ± 0.43h	66.83 ± 1.18i-l	2.27 ± 0.24g-l	74.40 ± 1.97jkl	44.44 ± 1.51e-i
12	33.29 ± 0.6j	59.65 ± 1.29o	1.73 ± 0.06n	29.34 ± 1.30n	17.27 ± 0.51n
13	47.81 ± 0.7cde	69.97 ± 1.39g-i	2.51 ± 0.22c-k	84.39 ± 3.19d-i	42 ± 2.19h-k
14	47.35 ± 0.59c-g	71.03 ± 1.35f-i	2.57 ± 0.23b-j	79.70 ± 2.85gj	40.43 ± 2.27i-l
15	50.73 ± 0.58a	75.7 ± 1.35cd	2.61 ± 0.27b-h	94.00 ± 3.35abc	50.28 ± 1.86a-d
16	47.21 ± 0.53c-g	62.85 ± 1.11l-o	2.4 ± 0.15d-l	79.34 ± 2.48g-j	41.57 ± 1.83i-l
17	45.3 ± 0.49gh	72.9 ± 1.63d-g	2.38 ± 0.13f-l	78.63 ± 2.03h-j	38 ± 1.42kl
18	45.31 ± 0.54gh	70.21 ± 1.22g-i	2.54 ± 0.34b-j	87.75 ± 2.59c-g	44.8 ± 1.5e-i
19	48.74 ± 0.57abc	68.64 ± 1.26h-j	2.24 ± 0.21g-m	92.57 ± 3.16a-d	49.63 ± 1.68a-e
21	47.37 ± 0.53c-g	69.92 ± 1.38g-i	1.75 ± 0.18mn	87.57 ± 2.53c-g	45.38 ± 1.72d-i
22	50.28 ± 0.54a	74.44 ± 2c-f	2.8 ± 0.27b-f	97.64 ± 2.88ab	52.33 ± 1.57bc
23	50.64 ± 0.48a	74.7 ± 1.41c-f	2.46 ± 0.21c-k	98.70 ± 2.58a	51.87 ± 1.58abc
24	42.18 ± 0.95ii	65 ± 1.08j-m	2.94 ± 0.33abc	63.13 ± 2.74m	31.27 ± 1.58m
25	46.02 ± 0.89e-h	78.03 ± 1.38bc	2.63 ± 0.22b-h	88.82 ± 4.09c-f	45.31 ± 1.73d-i
26	49.1 ± 0.48ab	67.44 ± 0.96i-k	2.49 ± 0.17c-k	86.47 ± 1.87c-h	47.06 ± 1.2b-h
27	46.4 ± 0.66d-h	75.41 ± 1.06cde	2.88 ± 0.28a-f	83.83 ± 3.19e-i	43.71 ± 2.63h-j
28	47.37 ± 0.7c-g	80.07 ± 1.65b	2.92 ± 0.29a-d	67.04 ± 3.51klm	48.03 ± 2.42b-g
29	44.41 ± 0.68h	64.86 ± 1.18jm	3.03 ± 0.21ab	68.37 ± 2.24klm	37.33 ± 1.54kl
30	47.38 ± 0.6c-g	65.86 ± 1.1j-m	2.73 ± 0.19b-g	80.41 ± 2.45f-j	41.31 ± 1.82i-l
31	42.13 ± 1.33ii	70.15 ± 1.33g-i	2.43 ± 0.19c-l	77.94 ± 3.96iij	39.89 ± 2.36i-l
33	43.22 ± 0.47i	84.08 ± 1.14a	3.33 ± 0.31a	82.49 ± 2.27e-j	41.96 ± 1.38h-k
34	45.47 ± 0.52fgh	65.01 ± 1.14jm	2.01 ± 0.13k-n	76.35 ± 2.18ijk	38.73 ± 1.59jkl
Significant	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

*Abbreviation of 01 OP 02

Fruit firmness varied between 1.7 kg.cm² and 3.3 kg.cm². Ease of fruit peeling of seventeen genotypes among thirty one were classified "Medium" (54.83%), twelve genotypes were classified "Hard" (38.70%) and only two genotypes were classified "Easy" (6.45%) (Table 3).

One of the most important quality parameters in fruit growing is fruit weight and fruit weight of economically grown cactus pear cultivars were found to be between 120 g and 200 g. In this study, fruit weight of selected genotypes was varied between 29 g and 99 g. The lowest TFW were 29.28 g in 01 OP 09 genotype and

29.24 g in 01 OP 12 genotype, while the highest was obtained from 01 OP 04 with 99.10 g. On the other hand, TFW was between 63.13 g and 99.10 g if 01 OP 09 and 01 OP 12 genotypes were excluded (Table 3). Karababa et al. (2004) previously reported in their study of cactus pear, carried out in five different locations of Adana, the mean value of TFW was found to be varied between 70.46 g and 96.71 g. Toplu et al. (2009) reported first evaluation of physico-chemical characteristics of cactus pear accessions grown in Turkey and researchers determined that TFW varied between 48.70 g and 118.07 g with an average of 77.95

g in 25 cactus pear accessions. Additionally, TFW was found to be 107.28g in another study in Adana province carried out by Bekir (2006). In present study, our findings are very similar with previous studies. However, total fruit weight of the selected cultivars were determined to be lower than its economical standard value (120 g-200 g), this situation may occur due to selected genotypes were grown naturally without any cultural applications such as fertilization and irrigation. In parallel to these results, total fruit weight and edible fruit weight (EFW) were found to be the

lowest in 01 OP 09 and 01 OP 12 genotypes with 17.43 g and 17.26 g, respectively. The highest EFW was obtained in 01 OP 04 with 54.15 g.

Amount of fruit pulps were found to be average 52% similar to the results of previously reported study by Duru and Türker (2005) (Table 4). On the other hand, amount of fruit pulp was significantly lower than the results of Karababa et al. (2004). These differences may arise depending on the genotypic effect of the selected plants, different locations and number of the fruit samples analyzed.

Table 4. Pomological traits of selected cactus pear genotypes from Adana province - II

Code	Pulp (%)	Total soluble solids (°Brix)	pH	Seed number	Titrateable acidity (%)
02*	50.6 ± 0.80ef	13.5 ± 1.5ab	6.33 ± 0.73abc	239.58 ± 18.84e-1	4.7 ± 1.44bc
03	50.31 ± 0.54ef	12.5 ± 0.5abc	6.91 ± 0.32ab	275 ± 26.46c-f	3.23 ± 0.55c
04	54.38 ± 0.61c-f	14.0 ± 0a	6.09 ± 0.8abc	234.08 ± 10.36f-i	4.38 ± 0.42bc
05	52.42 ± 0.44d-f	13.0 ± 0ab	6.63 ± 0.49ab	231.92 ± 8.88f-i	3.65 ± 0.71bc
06	50.63 ± 0.5ef	13.5 ± 0.5ab	6.98 ± 0.11ab	186.92 ± 10.86jk	2.78 ± 0.48c
07	50.22 ± 0.71ef	12.5 ± 1.5abc	6.65 ± 0.25ab	222.58 ± 11.72g-j	3.52 ± 0.19bc
08	48.25 ± 0.75f	8.0 ± 5cd	6.48 ± 0.27abc	218.08 ± 12.03h-j	5.31 ± 0.39bc
09	61.77 ± 1.51a	7.0 ± 0d	5.18 ± 0.17c	95.75 ± 6.03i	48.7 ± 3.26a
10	51.96 ± 0.41ef	12.0 ± 0abc	5.76 ± 0.96bc	149.17 ± 19.31	3.39 ± 0.07c
11	59.31 ± 0.64a-c	15.0 ± 0a	6.34 ± 0.78abc	185.92 ± 7.55jk	5.06 ± 2.31bc
12	61.00 ± 1.42ab	7.0 ± 0d	5.18 ± 0.17c	96.75 ± 6.93i	50.34 ± 4.9a
13	48.83 ± 0.95f	12.5 ± 0.5abc	7.37 ± 0.11a	254.67 ± 17.64d-1	1.94 ± 1.12c
14	49.44 ± 1.05ef	9.0 ± 2bcd	7.09 ± 0.11ab	312.33 ± 14.12abc	2.77 ± 0.4c
15	58.23 ± 5.82a-d	11.0 ± 1a-d	7.32 ± 0.15a	279.75 ± 22.6cde	2.84 ± 0.8c
16	51.75 ± 0.68ef	11.5 ± 2.5a-d	7.01 ± 0.14ab	251.42 ± 16.03d-1	2.64 ± 0.25c
17	47.81 ± 0.77f	11.0 ± 1a-d	6.4 ± 0.34abc	248.75 ± 15.1d-1	3.04 ± 0.03c
18	50.84 ± 0.41ef	12.5 ± 0.5abc	6.67 ± 0.02ab	209.58 ± 7.47ij	2.87 ± 0.37c
19	58.27 ± 5.71a-d	12.5 ± 1.5abc	6.59 ± 0.15ab	221 ± 11.08g-j	3.68 ± 0.61bc
21	51.39 ± 0.77ef	11.5 ± 1.5a-d	6.94 ± 0.15ab	263.42 ± 9.02d-h	3.23 ± 0.1c
22	53.58 ± 0.46c-f	12.5 ± 1.5abc	6.93 ± 0.07ab	249.25 ± 15.42d-1	3.42 ± 0.48c
23	52.35 ± 0.49d-f	11.0 ± 3a-d	7.02 ± 0.3ab	280.33 ± 13.55cde	3.33 ± 0.9c
24	48.90 ± 0.58fef	12.0 ± 1abc	6.27 ± 0.44abc	190.42 ± 8.98jk	3.52 ± 0.64bc
25	55.70 ± 5.06 b-e	11.5 ± 0.5a-d	6.47 ± 0.42abc	274.75 ± 11.28c-f	3.68 ± 0.61bc
26	54.45 ± 0.79c-f	10.5 ± 1.5a-d	6.46 ± 0.38abc	323.08 ± 6.62ab	3.33 ± 0.64c
27	51.59 ± 1.78ef	12.0 ± 3abc	6.82 ± 0.14ab	347.67 ± 22.28a	3.17 ± 0.42c
28	50.16 ± 0.98ef	10.5 ± 0.5a-d	7.09 ± 0.32ab	259.42 ± 7.17d-h	3.2 ± 1.35c
29	54.19 ± 0.66c-f	10.25 ± 1.75a-d	7.11 ± 0.4ab	270.58 ± 15.93c-f	2.88 ± 0.45c
30	50.62 ± 1.00ef	10.5 ± 1.5a-d	7.19 ± 0.06a	277.58 ± 7.89c-f	2.24 ± 0c
31	51.76 ± 0.93ef	11.5 ± 1.5a-d	6.9 ± 0.27ab	245.25 ± 10.02d-1	2.88 ± 0.39c
33	50.62 ± 0.58ef	10.5 ± 1.5a-d	7.23 ± 0.17a	265.08 ± 13.46dg	2.65 ± 0.61c
34	50.14 ± 0.95ef	13.25 ± 1.75ab	6.03 ± 1.28abc	289.25 ± 14.1bcd	9.09 ± 5.64b
Significant	<0.001	<0.068	<0.04	<0.001	<0.001

*Abbreviation of 01 OP 02

Total soluble solid (TSS) contents was determined between 7% and 15%. The lowest TSS content was found to be 7% both in 01 OP 09 and 01 OP 12 genotype, while the highest TSS content was 15% in 01 OP 11 genotype. Cactus pear fruit is not climacteric, therefore mainly fructose and glucose are stored as carbohydrate resource instead of starch. Level of sugar content in mature fruit remains mainly stable after harvest and this characteristic is one of the significant

factors to determine fruit quality and consumers' demands. Fruits should be harvested when TSS content is higher than 12% to avoid taste problems (Berger et al., 2003). However TSS content in some Mexican cactus pear is about 17-18%, acceptable TSS content is minimum 13% (Inglese, 2009). In our study, TSS contents of the fruits of 16 genotypes were changed between 11-13%, it was higher than 13% in 6 genotypes and lower than 11% in 9 genotypes. These differences

may occur depending on the ecological conditions, ripening period, natural habitat grown in and the genotypic characteristics of the genotypes (Karaçalı, 2009).

Lowest and highest seed number per fruit of the selected genotypes were between 95 (01 OP 09) and 347 (01 OP 27) (Table 4). Seed number of a cactus pear fruit is a very important parameter in breeding program. Cactus pear fruit is botanically classified in berry fruits and each seed is placed in fruit flesh (Weiss and Mizrahi, 1993; Mondragon-Jacoba and Bardelon, 1996; Mejia and Cantwell, 2003). However, seedless fruits are preferred for marketing, but limited studies and unsuccessful results were reported on this issue. Weiss and Mizrahi (1993) reported that fruits of BS1 cactus pear line is a parthenocarpic fruit contains abortive seeds (100%). However marketing value of parthenocarpic fruit was decreased due to smaller fruit

size.

Titrateable acidity levels of fruits were changed between 1.94% and 50.33%. If the genotypes contains the highest TA values such as 01 OP 09 (TA: 48.7%) and 01 OP 12 (TA: 50.33%) were excluded, the lowest acidity content was obtained to be 1.94% and the highest acidity was 9.08%. (Table 4).

According to results of the pomological analysis, there were no significant differences between two years (data not shown).

Ovoid or elliptical fruit shape is an important selection factor in cactus pear cultivars since fruit processing of ovoid or elliptical fruit was easier and fruits were less damaged during the harvest comparing to long shaped fruits (Cantwell, 1991). Fruit shape of genotypes were mainly elliptical (67.74%) and ovoid (29.03%), except two genotypes which had round (3.22%) and oblong fruits (3.22%) (Table 5).

Table 5. Fruit shape and hardness of fruit peeling of the selected genotypes

No	Code	FD/FL	Fruit shape	Ease of fruit peeling
1	01 Op 02	0.669	Elliptical	3 (Medium)
2	01 Op 03	0.664	Elliptical	3 (Medium)
3	01 Op 04	0.660	Elliptical	3 (Medium)
4	01 Op 05	0.789	Ovoid	3 (Medium)
5	01 Op 06	0.815	Round	5 (Hard)
6	01 Op 07	0.739	Ovoid	4 (Hard)
7	01 Op 08	0.707	Ovoid	3 (Medium)
8	01 Op 09	0.566	Elliptical	3 (Medium)
9	01 Op 10	0.790	Ovoid	3 (Medium)
10	01 Op 11	0.670	Elliptical	3 (Medium)
11	01 Op 12	0.564	Elliptical	3 (Medium)
12	01 Op 13	0.691	Elliptical	5 (Hard)
13	01 Op 14	0.674	Elliptical	4 (Hard)
14	01 Op 15	0.679	Elliptical	4 (Hard)
15	01 Op 16	0.759	Ovoid	3 (Medium)
16	01 Op 17	0.633	Elliptical	3 (Medium)
17	01 Op 18	0.651	Elliptical	4 (Hard)
18	01 Op 19	0.717	Ovoid	3 (Medium)
19	01 Op 21	0.685	Elliptical	3 (Medium)
20	01 Op 22	0.698	Elliptical	4 (Hard)
21	01 Op 23	0.686	Elliptical	5 (Hard)
22	01 Op 24	0.652	Elliptical	3 (Medium)
23	01 Op 25	0.591	Elliptical	4 (Hard)
24	01 Op 26	0.731	Ovoid	4 (Hard)
25	01 Op 27	0.597	Elliptical	3 (Medium)
26	01 Op 28	0.691	Elliptical	2 (Easy)
27	01 Op 29	0.725	Ovoid	2 (Easy)
28	01 Op 30	0.604	Elliptical	3 (Medium)
29	01 Op 31	0.517	Oblong	4 (Hard)
30	01 Op 33	0.708	Ovoid	4 (Hard)
31	01 Op 34	0.669	Elliptical	3 (Medium)

3.2. Evaluation of selected genotypes

Selected genotypes were evaluated by using weighted ranked method based on morphological and pomological criteria which were plant growth habit, amount of cladode spines, fruit shape, fruit size, fruit firmness, fruit skin color, fruit flesh color, fruit pulp content and seed number per fruit. According to the results, the genotypes got the highest ranking point regarding prickliness has a spine or none on its cladodes. Only three genotypes got the highest point due to the lowest seed number per fruit and two of them have purple and rather small fruits. Additionally, these

two genotypes (01 OP 09 and 01 OP 12) have no marketable fruits and genotypes may belong to different species in *Opuntia* genus. As a result of weighted ranking, 01 OP 19 genotype was found to be the best genotype with 850 point and 01 OP 03 genotype was the lowest (Table 6). Additionally, except 01 OP 19, three genotypes (01 OP 05, 855; 01 OP 10, 855 and 01 OP 25, 850) were ranked as 850 point or higher. 01 OP 05 genotype got lower ranking point than 01 OP 19 due to its yellow fruit skin color and lower pulp content whereas it has less spine per areole. Similarly, 01 OP 10 genotype got lower ranking point than 01 OP 19.

Table 6. Weighted ranked method results of the selected cactus pear genotypes

Genotype	PGH*	CSN	FSH	FS	FF	FSC	FFC	PULP	SN	Total
01 OP 19	50	120	90	150	40	100	100	150	70	870
01 OP 05	50	150	90	150	70	70	100	105	70	855
01 OP 10	50	120	90	150	40	100	100	105	100	855
01 OP 25	50	150	70	150	70	70	100	150	40	850
01 OP 04	50	150	70	150	70	100	70	105	70	835
01 OP 22	50	120	70	150	100	70	100	105	70	835
01 OP 11	50	150	90	105	70	70	70	150	70	825
01 OP 16	50	120	90	150	70	70	100	105	70	825
01 OP 15	50	120	70	150	70	70	100	150	40	820
01 OP 18	50	150	70	150	70	100	100	45	70	805
01 OP 21	50	120	70	150	40	100	100	105	70	805
01 OP 23	50	120	70	150	70	100	100	105	40	805
01 OP 33	50	150	50	150	100	100	100	45	40	785
01 OP 31	50	120	90	105	70	100	100	105	40	780
01 OP 02	50	150	70	150	70	100	70	45	70	775
01 OP 13	50	120	70	150	70	100	100	45	70	775
01 OP 17	50	120	70	150	70	100	100	45	70	775
01 OP 29	35	120	70	105	100	100	100	105	40	775
01 OP 07	50	120	90	150	70	70	100	45	70	765
01 OP 30	50	120	90	150	70	100	100	45	40	765
01 OP 24	50	120	70	105	100	100	100	45	70	760
01 OP 14	50	120	70	150	70	100	100	45	40	745
01 OP 08	50	120	90	105	40	100	100	45	70	720
01 OP 26	35	45	90	150	70	70	100	105	40	705
01 OP 27	50	45	70	150	100	40	100	105	40	700
01 OP 34	50	120	90	105	40	100	100	45	40	690
01 OP 28	50	45	70	105	100	100	100	45	70	685
01 OP 09	35	120	70	60	40	50	50	150	100	675
01 OP 12	35	120	70	60	40	50	50	150	100	675
01 OP 06	50	75	100	150	40	70	70	45	70	670
01 OP 03	50	120	70	105	40	70	70	45	40	610

*PGH: Plant growth habit, CSN: Cladode: spine number per areole, FSH: Fruit shape, FS: Fruit Size, FF: Fruit Firmness, FSC: Fruit Skin Color, FFC: Fruit Flesh Color, SN: Seed Number

because of lower fruit pulp amount whereas it has less seed number per fruit. It may suggest that less spine and lower seed number per fruit are more significant character than fruit skin color and pulp amount when we consider the plants grown without any cultural application. Therefore, 01 OP 19 with highest ranked point and following genotypes 01 OP 05 and 01 OP 25 could be shown promising genotype for commercial plantation as well as for future breeding programs.

4. Conclusion

Spineless cladode of cactus pear plant is consumed as salad in some countries besides an edible fruit. It is known that different parts of the plant can be used for different way of consumption such as in alcoholic beverages and marmalade industries, or as an animal feed. However, consumption of edible fruits is limited in Turkey, but sometimes fruits are used to make jam or ice cream in particular areas.

Recently, some efforts have been made to increase marketing value of cactus pear fruits especially in Çukurova region in Turkey and now packed products of cactus pear fruit can be found in supermarkets (Anonymous, 2014). Nowadays, production of high quality cactus pear fruits and exportation of them are aimed as next step. However it is obvious that determination of the best genotypes in terms of fruit quality parameters and improving commercial cultivars for commercial orchards are needed. Therefore, this study on the selection of cactus pear genotypes is the first step to get an opinion about the pomological characteristics of cactus pear naturally grown in Adana-Çukurova province in Turkey.

Acknowledgements

We are thankful to financial support of the Scientific Research Projects Unit of Çukurova University (Project No: ZFYL2012).

References

Anonymous, 2014. Dikenli incirin 400 tanesi, 12 liradan satılıyor. http://www.ascihaber.com/v4/haber/devam.asp?haber_id=9221 (Access Date: 11.12.2015).

Balık, H.I., Beyhan, N., 2014. Ordu'nun Ünye ilçesinde Palaz fındık çeşidinin klon seleksiyonu. *Anadolu J Agr Sci*, 29(3): 179-185.

Bekir, E.A., 2006. Cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Mill.) in Turkey: growing regions and pomological traits of cactus pear fruits. *Acta Hort.*, 728: 51-54.

Berger, H., Rodriguez-Felix, A., Galletti, L., 2013. Field operations and utilization of cactus cladodes. *Agro-Industrial Utilizations of Cactus Pear*, FAO, Rome, p. 21-29.

Cantwell, M., 1986. Post-harvest aspects of prickly pear fruits and vegetable cladodes. In *perishables handling, post-harvest technology of fresh horticultural crops*. Cooperative extension, University of California, 59: 6-9.

Chipeta, M., 2010. Keynote address (Nefzaoui, A., Inglese, P., Belay, T., Eds). *Improved utilization of cactus pear for food, feed, soil and water conservation and other products in Africa*. Proceedings of International Workshop, Mekelle (Ethiopia), p. 10-11.

Corral-Aguayo, R.D., Yahia, E.M., Carillo-Lopez, A., Gonzalez-Aguilar, G., 2008. Correlation between some nutritional components and the total antioxidant capacity measured with six different assays in eight horticultural crops. *J. Agric. Food. Chem.*, 56: 10498-10504.

De Wit, M., Nel, P., Osthoff, G., Labuschange, M.T., 2010. The effect of variety and location on cactus pear (*Opuntia ficus – indica*) fruit quality. *Plant Foods Hum. Nutr.*, 65: 136-145.

Duru, B., Türker, N., 2005. Changes in physical properties and chemical composition of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) during maturation. *J Prof Assoc Cactus*. 22-33.

FAO, 2013. *Agro-industrial utilization of cactus pear*. Rome. www.fao.org/docrep/019/a0534e/a0534e.pdf (Access: 11.12.2015)

Galati, E.M., Mondello, M.R., Giuffrida, D., Dugo, G., Miceli, N., Pergolizzi, S., Taviano, M.F., 2003. Chemical characterization and biological effects of Sicilian *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. fruit juice: antioxidant and anti-ulcerogenic activity *J. Agric. Food Chem.*, 51: 4903-4908.

Greenway, H.T., Pratt, S.G., 2001. Fruit and vegetable micronutrients in diseases of the eye. In *vegetable, fruits, and herbs in health promotion* (Watson, R. R., Ed.). CRC Press: Boca Raton pp 85-98.

Inglese, P., 2009. Cactus pear: gift of the new world. *Chronica Hort.*, 49(1): 15.

Karaçali, I., 2012. Bahçe ürünlerinin muhafaza ve pazarlanması. Sekizinci Baskı. Ege Üniversitesi Basımevi. İzmir. p. 486.

Lopez, J.L., 2007. Use of *Opuntia cactus* as a hypoglycemic agent in managing type 2 diabetes mellitus among Mexican American patients. *Nutrient Bytes*, 12(1): 1-7.

Mashope, B.K., 2007. Characterization of cactus pear germplasm in Southern Africa, <http://etd.uovs.ac.za/ETD-db/theses/available/etd.../MashopeBK.pdf> (Access Date: 11.12.2015).

Mejia, A., Cantwell, M., 2003. Prickly pear fruit development and quality in relation to gibberellic acid applications to intact and emasculated flower buds. *J Prof Assoc Cactus*, 72-85.

Mondragon-Jacobo, C., Bordelon, B.B., 1996. Cactus pear (*Opuntia* spp. *Cactaceae*) breeding for fruit production. *J Prof Assoc Cactus*, pp. 19.

Shahidi, F., 1997. *Natural antioxidants: An overview in natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications*. (Shahidi, F., Editor). AOCS Press: Champaign, IL, pp 1-11.

Toplu, C., Serce, S., Ercisli, S., Kamiloglu, O., Memnune, S., 2009. Phenotypic variation in physico-chemical properties among cactus pear fruits (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) from Turkey. *Phcog Mag.*, 5(20): 400-406.

Nefzaoui, A., El-Mourid, M., Salah, C., 2009. ICARDA and FAO-CACTUSNET collaborate to promote cactus (*Opuntia ficus indica*) for rangeland improvement and to combat desertification. *Cactusnet Newsletter*, 9: 28-33.

Weiss, J., Nerd, A., Mizrahi, Y., 1993. Vegetative parthenocarpy in the cactus pear *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. *Annals of Botany*, 72: 521-526.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260974



Lactarius pyrogalus'un değişik inokulum uygulamalarının fındıkta
(*Corylus avellana*) bitki gelişimi üzerine etkileri¹

Beyhan Kibar^{a*}, Aysun Pekşen^b

^aAbant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu

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

*Sorumlu yazar/corresponding author: beyhan.kibar@ibu.edu.tr

Geliş/Received 23/03/2016

Kabul/Accepted 06/04/2016

ÖZET

Bu çalışmanın amacı *Corylus avellana* (fındık) ile ektomikorizal ilişkisi bulunan *Lactarius pyrogalus* mantar türüne ait vejetatif ve sıvı inokulum uygulamalarının fındık fidanlarının gelişimi üzerine etkilerini belirlemektir. Çalışmada 7 farklı inokulum uygulaması ele alınmış ve her bir uygulama için 5 adet fidan yetiştirilmiştir. Fidanlarda 3 aylık yetiştirme periyodunun sonunda, ektomikoriza oluşumu ve bitki gelişimi değerlendirilmiştir. İnokule edilmeyen kontrol uygulamasındaki fidanlar hariç, tüm inokulum uygulamalarında ektomikoriza oluşumu gözlenmiştir. Farklı inokulum uygulamalarına ait fidanlarda bitki boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, kök yaş ve kuru ağırlığı, sürgün yaş ve kuru ağırlığı, toplam bitki kuru ağırlığı, kök:sürgün oranı, kök ve sürgün kuru madde içeriği belirlenmiştir. Farklı inokulum uygulamalarının kök:sürgün oranı ve sürgün kuru madde içeriği hariç, incelenen diğer özellikler üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki gelişim parametreleri ve mikorizal aşılama etkinliği (MAE) birlikte değerlendirildiğinde en iyi sonuçlar şekersiz Modifiye Edilen Melin-Norkrans (MMN) besin ortamı ile nemlendirilen ve vejetatif inokulumun kullanıldığı uygulamadan elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, *L. pyrogalus*'un farklı inokulumları kullanılarak yapılan inokulasyonun fındık fidanlarının gelişimine olumlu katkılar sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Bitki gelişimi
Corylus avellana
Ektomikorizal ilişki
İnokulum
Lactarius pyrogalus

The effects of various inoculum applications of *Lactarius pyrogalus* on the plant growth in hazelnut (*Corylus avellana*)

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the effects of vegetative and liquid inoculum applications of *Lactarius pyrogalus*, an ectomycorrhizal mushroom associated with hazelnut (*Corylus avellana*), on the growth of hazelnut seedlings. In the study, 7 different inoculum applications were examined and 5 seedlings were grown for each application. At the end of the cultivation period of 3 months, ectomycorrhizae formation and plant growth in the seedlings were evaluated. Ectomycorrhizal formation was observed in all inoculum applications, except for non-inoculated seedlings in the control application. Plant height, stem diameter, root length, root wet and dry weight, shoot wet and dry weight, total plant dry weight, root:shoot ratio, root and shoot dry matter content in seedlings belonging to different inoculum applications were determined. The effect of different inoculum applications on all other properties examined except for root:shoot ratio and shoot dry matter content was found statistically significant. When the plant growth parameters and mycorrhizal inoculation efficiency (MIE) were evaluated together, the best results were obtained from the application which was moistened with without sugar Modified Melin-Norkrans (MMN) nutrient medium and used vegetative inoculum. As a result, it was determined that inoculation made by using different inoculums of *L. pyrogalus* provided positive contributions to the growth of hazelnut seedlings.

Keywords:
Plant growth
Corylus avellana
Ectomycorrhizal
association
Inoculum
Lactarius pyrogalus

© OMU ANAJAS 2016

¹Bu makale, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu tarafından desteklenen (Proje No: Z-451) "Bazı Yenilebilir Ektomikorizal Mantar Türlerinin Kültüre Alınması Üzerine Araştırmalar" isimli doktora tezinden hazırlanmıştır.

1. Giriş

Mikoriza, bitkiler ile mantarlar arasında karşılıklı yararlanmaya dayanan bir yaşam biçimi olarak tanımlanmaktadır. Dünya üzerindeki bitkilerin yaklaşık %92'si potansiyel olarak bir mikorizal mantarla simbiyotik bir ilişkiye sahiptir (Isaac, 1992). Mikorizanın tiplerinden biri olan ektomikoriza tarım ve ormancılık açısından oldukça önemlidir ve 2000 bitki türü ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Fagaceae (kayın, meşe), Pinaceae (ladin, çam, köknar) ve Myrtaceae (okaliptüs) ektomikorizal ilişki gösteren türlerden bazılarıdır. Meyve türlerinden *Corylus avellana* (fındık), *Castanea sativa* (kestane), *Juglans regia* (ceviz), *Prunus avium* (kiraz) ve *P. cerasus* (vişne) gibi türler de ektomikorizal ilişki göstermektedirler (Brundrett ve ark., 1996).

Ektomikorizal mantarlar, birçok ekosistemde topraktaki mikrobiyal kitlenin en önemli üyelerindedir. Ektomikorizal mantarların bitki besin maddesi alımı (Landeweert ve ark., 2001), bitki-su ilişkisini düzenleme ve kuraklığa dayanımı artırma (Sylvia ve ark., 1993; Morte ve ark., 2000), bitki büyümesini artırma (Guerin-Laguette ve ark., 2003), hastalık ve zararlılara karşı bitkiyi koruma (Branzanti ve ark., 1999), stres koşullarına karşı bitkinin toleransını artırma (Marx ve Artman, 1978), genç fidanların hayatta kalma oranını artırma (Lu ve ark., 1998) ve toprak yapısını iyileştirme (Borchers ve Perry, 1992) gibi önemli işlevleri bulunmaktadır. Aynı zamanda yenilebilir mantar türleri içinde, ekonomik olarak en önemli mantar gruplarından birini oluştururlar. Ektomikorizal mantarların doğadaki miktarlarının azalması ve bu mantarlara olan talebin artması, ektomikorizal mantarların yetiştiriciliği konusunda araştırmaların yapılmasına neden olmuştur. Bu araştırmalar sadece mantar üretimi değil, ektomikorizal ilişkide oldukları bitkilerin gelişimleri bakımından da büyük önem taşımaktadır.

Dünyada ektomikorizal mantarların bitki gelişimi üzerine olan etkileri konusunda oldukça fazla çalışma bulunmasına rağmen, ülkemizde bu konuda yapılan çalışmalar oldukça az sayıdadır (Tüfekçi, 2007; Kibar, 2009; Kibar ve Pekşen, 2011). Birçok çalışmada, ektomikorizal mantar türleri ile aşılamanın bitki gelişimini teşvik ettiği belirlenmiştir (Hattori ve ark., 2000; Brunner ve Brodbeck, 2001; Alves ve ark., 2001; Souza ve ark., 2004; Tüfekçi, 2007). Bunun aksine, Quoreshi ve Timmer (1998) ve Repac (2007) ektomikorizal mantar aşılamanın bitki gelişimi üzerine herhangi bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Ektomikorizal mantar aşılamanın bitki gelişimi üzerine etkisi mantar türüne, inokulumun tipine ve yaşına, uygulama şekline, inokulum yoğunluğuna, inokulasyon zamanına, iklim ve konukçu ile mantar arasındaki etkileşime bağlı olarak değişebilmektedir (Torres, 1992).

Fındık (*Corylus avellana* L.) Karadeniz

Bölgesi'ndeki ana ürünlerden biridir. Bu bölge için fındık dışında, fındık bahçelerinden toplanan "Fındık mantarı" veya "Tirmit" olarak adlandırılan *L. pyrogalus* mantarı da önemli bir üründür. *L. pyrogalus* türü özellikle Giresun, Ordu ve Samsun pazarlarında satılan ve halk tarafından çok sevilerek tüketilen bir mantardır. Fındık ile ektomikorizal ilişkisi olan bu türün çoğaltılması kadar bitki gelişimi üzerine etkisinin saptanmasına da ihtiyaç duyulmaktadır.

Fidanların ektomikorizal mantarlarla aşılmasında doğal plantasyonlardan alınan toprak inokulumu, sporlar, ektomikorizal mantarların saf misel kültürleri, mikorizal fidanlar ve kökler kullanılmaktadır (Fries, 1987). Brundrett ve ark. (1996) tarafından ektomikorizal mantarların saf misel kültürleri ve vejetatif inokulumu en güvenilir ve en fazla tavsiye edilen inokulum tipi olarak bildirilmiştir. Kibar ve Pekşen (2011) tarafından yapılan çalışmada, *L. pyrogalus* türünün saf misel kültürleri ile aşılamanın fındık fidanlarında farklı inokulasyon uygulamalarının bitki gelişimi üzerine etkili olduğu bildirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı *Lactarius pyrogalus* (fındık tirmiti) mantar türünün farklı vejetatif ve sıvı inokulum uygulamalarının fındık (*Corylus avellana*) fidanlarında ektomikoriza oluşumu ve fidan gelişimi üzerine etkilerini belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada ektomikorizal mantar türü *Lactarius pyrogalus* (Bull.: Fr.) Fr.'un Samsun ilinin Terme ilçesinden toplanan mantar örneklerinden elde edilen miseller kullanılmıştır. Toplanan mantar örneklerinin teşhisleri Heilmann-Clausen ve ark. (2000)'na göre yapılmıştır. *L. pyrogalus* türünün saf misel kültürleri, Modifiye Edilen Melin-Norkrans (MMN) besin ortamında doku kültürü yöntemi kullanılarak elde edilmiştir (Jonathan ve Fasidi, 2003).

Vejetatif inokulum hazırlamak için torf:vermikülit (1:4) karışımından hazırlanan ortam 250 ml'lik cam şişelere 230 ml olacak şekilde doldurulmuş, otoklavda 121°C'de 1.5 saat steril edilmiştir. 24 saat sonra şişelere 80 ml olacak şekilde Biyotin Aneurin Folik Asit (BAF) sıvı ortamından ilave edilmiş ve tekrar otoklavlanarak 121°C'de 30 dakika steril edilmiştir. Bir gün sonra, steril şartlarda her şişeye 3 adet saf misel kültüründen kesilen 0.5 cm²'lik parçalar aşılama işlemi için kullanılmıştır. Aşılama işlemi sonrası şişeler misel gelişimi tamamlanana kadar karanlıkta 20°C'de inkübe edilmiştir. Sıvı inokulum hazırlamak için 250 ml'lik erlenlere 50 ve 100 ml olacak şekilde MMN ve BAF sıvı besin ortamı ilave edilmiş ve otoklavda 121°C'de 20 dakika steril edilmiştir. Soğuduktan sonra her bir erlen 2 adet saf misel kültüründen kesilen 0.5 cm²'lik parça ile aşılama işlemi ve 7 gün süreyle 20°C'de çalkalayıcı inkübatörde inkübe edilmiştir.

Çalışmada Palaz fındık çeşidi kullanılmıştır. Katlamaya alınmadan önce tohumlar %30'luk H₂O₂'de

30 dakika süresince tutulmuş ve steril suda iyice çalkalanarak tohumların yüzey sterilizasyonları gerçekleştirilmiştir. Daha sonra fındık tohumları nemlendirilmiş torf:vermikülit (1:10) ortamında buzdolabında katlamaya alınmıştır. Tohumlarda kökçük oluşumu gözlemlenene kadar yaklaşık 3.5 ay boyunca katlamaya devam edilmiştir. Tohum ekimi, kökçük yaklaşık olarak 1-2 cm uzunluğa ulaştığında ve kotiledonlar hala tohum kabuğu içerisinde iken yapılmıştır.

Çalışmada bitkileri yetiştirmek için 370 ml'lik kaplar kullanılmış olup, bu kaplara bitki gelişim ortamı (substrat) olarak 250 ml 1:1 oranında torf:vermikülit

karışımı doldurulmuştur. Daha sonra ağızları kapatılarak 121°C'de 1.5 saat boyunca steril edilmiştir. Kaplara 24 saat sonra MMN sıvı besin ortamı ilave edilmiş ve tekrar 121°C'de 30 dakika steril edilmiştir. Sterilizasyondan sonra uygulamalara ait ortam pH değerleri saptanmıştır. Çalışmada vejetatif ve sıvı inokulumun farklı miktarları kullanılarak, toplam 7 adet inokulum uygulaması ele alınmıştır. İnokulasyon steril şartlarda yapılmış olup, kontrol uygulamasında inokulasyon yapılmamıştır. Çalışmada her bir uygulama için 5 adet fidan yetiştirilmiştir. Çalışmada yer alan uygulamalar aşağıdaki şekilde hazırlanmış olup, Çizelge 1'de özetlenmiştir:

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan inokulum uygulamaları

Uygulamalar	Besin ortamı	İnokulum tipi	İnokulum:substrat oranı veya inokulum miktarı
A	MMN	Vejetatif inokulum	1:8
B	MMN	Vejetatif inokulum	1:2
C	MMN	Vejetatif inokulum	1:4
D	n-MMN	Vejetatif inokulum	1:4
E	MMN	Sıvı inokulum	50 ml
F	MMN	Sıvı inokulum	100 ml
G	n-MMN	Sıvı inokulum	100 ml
Kontrol	n-MMN	-	-

n-MMN: şekerless MMN besin ortamı

A- Substrat 40 ml MMN sıvı besin ortamı ile nemlendirilmiştir. Sterilizasyondan sonra substrat 1:8 (inokulum:substrat) oranında vejetatif inokulum ile karıştırılmış ve tohum ekimi yapılmıştır.

B- Substrat 40 ml MMN sıvı besin ortamı ile nemlendirilmiştir. Sterilizasyondan sonra substrat 1:2 (inokulum:substrat) oranında vejetatif inokulum ile karıştırılmış ve tohum ekimi yapılmıştır.

C- Substrat 40 ml MMN sıvı besin ortamı ile nemlendirilmiştir. Sterilizasyondan sonra substrat 1:4 (inokulum:substrat) oranında vejetatif inokulum ile karıştırılmış ve tohum ekimi yapılmıştır.

D- Substrat 80 ml şekerless MMN (n-MMN) sıvı besin ortamı ile nemlendirilmiştir. Sterilizasyondan sonra substrat 1:4 (inokulum:substrat) oranında vejetatif inokulum ile karıştırılmış ve tohum ekimi yapılmıştır.

E- Substrat 80 ml MMN sıvı besin ortamı ile nemlendirilmiştir. Sterilizasyondan sonra tohum ekimi yapılmıştır. Kotiledonlar çıktıktan sonra MMN sıvı ortamında geliştirilen 50 ml sıvı inokulum kök bölgesine uygulanmıştır.

F- Substrat 80 ml MMN sıvı besin ortamı ile nemlendirilmiştir. Sterilizasyondan sonra tohum ekimi yapılmıştır. Kotiledonlar çıktıktan sonra MMN sıvı besin ortamında geliştirilen 100 ml sıvı inokulum kök bölgesine uygulanmıştır.

G- Substrat 80 ml şekerless MMN (n-MMN) sıvı besin ortamı ile nemlendirilmiştir. Sterilizasyondan sonra tohum ekimi yapılmıştır. Kotiledonlar çıktıktan sonra BAF sıvı besin ortamında geliştirilen 100 ml sıvı inokulum kök bölgesine uygulanmıştır.

Kontrol- Substrat 80 ml şekerless MMN (n-MMN) sıvı besin ortamı ile nemlendirilmiştir. İnokulasyon yapılmadan yetiştirme ortamına tohum ekimi yapılmıştır.

Fidanlar haftada bir kez eşit miktarda (20-30 ml) destile su ile sulanmış, 12 saat ışık 12 saat karanlık koşullarda, 18-23°C'de yetiştirilmiş ve dışarıdan besin ilavesi yapılmamıştır. Yetiştirme periyodunun sonunda (3 ay sonunda) bitki gelişimi değerlendirilmiştir. Çalışmada bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), kök uzunluğu (cm), kök ve sürgün yaş ağırlığı (g) Kibar (2009)'a, kök ve sürgün kuru madde içeriği (%) Kacar (1994)'a, kök ve sürgün kuru ağırlığı (g), toplam bitki kuru ağırlığı (g) ve kök:sürgün oranı Brunner ve Brodbeck (2001)'e göre belirlenmiştir. Mikorizal aşılama etkinliği (MAE, %) aşağıda belirtilen formül kullanılarak hesaplanmıştır (Bagyaraj ve ark., 1998).

$$MAE (\%) = \frac{\text{Aşıl原因 BKM (g)} - \text{Aşıl原因mayan BKM (g)} \times 100}{\text{Aşıl原因 BKM (g)}}$$

Aşıl原因 BKM: Aşıl原因mış bitki kuru madde ağırlığı (g)

Aşıl原因mayan BKM: Aşıl原因mayan bitki kuru madde ağırlığı (g)

Farklı inokulum uygulamalarına ait fidanlarda ektomikoriza oluşumu, kök kısımları streomikroskopta incelenerek ve kök parçalarının değişik kimyasallara olan reaksiyonlarına bakılarak doğrulanmıştır.

Deneme Tesadüf Parselleri deneme desenine göre 5 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışmada elde edilen verilerin varyans analizleri SPSS istatistik programı

kullanılarak yapılmıştır. İncelenen özellikler bakımından istatistiksel olarak önemli bulunan ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile tespit edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmada farklı vejetatif ve sıvı inokulum uygulamaları yapılan ortamların sterilizasyon sonrası pH değerlerinin 5.80-6.46 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ektomikorizal mantarların alkali topraklara göre asit topraklarda daha fazla bulunduğu ve nötre yakın toprak pH'sında mikoriza oluşumunun daha iyi sağlandığı bildirilmektedir. Agar ortamında türe bağlı olarak ektomikorizal mantarların misel gelişiminin 5.5-7.0 arasındaki pH'larda daha iyi olduğu saptanmıştır (Sundari ve Adholeya, 2003; Daza ve ark., 2006).

Çizelge 2. Vejetatif ve sıvı inokulum uygulanan ortamların sterilizasyondan sonraki pH değerleri ve ektomikoriza oluşumu

Uygulamalar	Ortam pH değerleri	Ektomikoriza oluşumu
A	5.80	+
B	5.80	+
C	5.82	+
D	6.46	+
E	5.85	+
F	5.90	+
G	5.89	+
Kontrol	5.99	-

+: Var, -: Yok

İnokulasyondan 3 ay sonra fidanlardan alınan kök örnekleri incelendiğinde, inokulasyon uygulanan tüm fidanların ektomikoriza oluşturduğu belirlenmiştir. Buna karşılık kontrol uygulamasında fındık fidanlarının köklerinde mikorizal kısa köklere rastlanmamıştır (Çizelge 2). Yapılan çalışmalarda farklı ektomikorizal mantar türleri ile konukçu bitkiler arasında ektomikoriza oluştuğu bildirilmiştir (Rincon ve ark., 1999; Guerin-Laguette ve ark., 2004; Parlade ve ark., 2004). Kibar ve Pekşen (2011) kontrol uygulaması dışında, *L. pyrogalus* türünün saf miselleri ile inokule edilen fidanlarda ektomikoriza oluşumu gözlemlendiğini bildirmişlerdir.

İnokulum uygulamaları arasında gövde çapı, kök uzunluğu, sürgün kuru ağırlığı ve toplam bitki kuru ağırlığı bakımından farklılıklar istatistiksel olarak çok önemli ($P<0.01$), bitki boyu, kök ve sürgün yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve kök kuru madde içeriği bakımından önemli ($P<0.05$), kök:sürgün oranı ve sürgün kuru madde içeriği bakımından ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3).

Farklı inokulum uygulamaları arasında en yüksek bitki boyu vejetatif inokulumla hazırlanan D uygulamasındaki fidanlardan (28.38 cm) elde edilmiştir. Diğer tüm inokulum uygulamaları (A, B, C, E, F ve G) kontrol uygulaması ile istatistiksel olarak aynı grupta

yer almıştır. Bununla birlikte, A, B, E ve F inokulum uygulamalarından kontrole göre daha yüksek bitki boyu elde edilmiştir. Çalışmada D uygulamasındaki fidanların boyu kontrole göre %48 oranında daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3). Benzer şekilde, *L. deliciosus* ile aşıl原因 *Pinus sylvestris* fidanlarında, inokule edilmeyen fidanlara göre, bitki boyu %46-132 oranında daha yüksek bulunmuştur (Guerin-Laguette ve ark., 2003). Yapılan diğer çalışmalarda da ektomikorizal mantar türleriyle aşıl原因mayan fidanların (kontrol) bitki boylarının aşıl原因anlara göre daha kısa olduğu belirlenmiştir (Hattori ve ark., 2000; Souza ve ark., 2004; Turjaman ve ark., 2006; Tüfekçi, 2007). Araştırma bulgularının bu çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

En yüksek gövde çapı değeri (3.14 mm) sıvı inokulumla hazırlanan E uygulaması fidanlarında belirlenmiştir. En düşük gövde çapı ise (2.08 mm) B uygulaması fidanlarında tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise gövde çapı değeri 2.33 mm olarak belirlenmiştir. Gövde çapı bakımından B uygulaması hariç, diğer inokulum uygulamalarından, kontrole göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Çalışmada E uygulamasındaki fidanların gövde çaplarının kontrol uygulamasına göre %35 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Ektomikorizal mantar türleriyle aşıl原因mayan fidanlara göre, aşıl原因an fidanların gövde çaplarının daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Alves ve ark., 2001; Nunez ve ark., 2006; Tüfekçi, 2007).

En yüksek kök uzunluğu (30.08 cm) vejetatif inokulumla hazırlanan A uygulamasındaki fidanlarda, en düşük ise (12.50 cm) sıvı inokulumun kullanıldığı G uygulamasındaki fidanlarda elde edilmiştir. Kontrol uygulamasında ise kök uzunluğu 16.40 cm olarak belirlenmiştir. Uygulamalar arasında sadece G ve F uygulamalarından kontrole göre daha düşük kök uzunluğu elde edilmiş, diğer tüm uygulamalarda kontrolden daha yüksek kök uzunluğu tespit edilmiştir. Çalışmada, kök uzunluğu değerlerinin kontrole göre A uygulamasında %83 oranında ve D uygulamasında %65 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Elde ettiğimiz sonuçlar, ektomikorizal mantarlar ile inokule edilen fidanların inokule edilmeyen kontrol fidanları ile karşılaştırıldığında, kök uzunluğunda artış olduğunu bildiren Akitsu ve ark. (2000) ve Hattori ve ark. (2000) ile uyumludur.

Kök yaş ağırlığı bakımından E uygulaması (2.16 g) ilk sırada yer alırken, onu aralarında istatistiksel fark olmayan A ve D uygulamaları izlemiştir. En düşük kök yaş ağırlığı B uygulamasından elde edilmiştir. B, C, F ve G uygulamaları, kontrol uygulaması ile aynı grupta yer almışlardır. Kontrole göre E uygulamasındaki fidanların kök yaş ağırlığının %64 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. En yüksek sürgün yaş ağırlığı D uygulamasından (4.28 g) elde edilmiştir. D uygulaması dışında kalan tüm inokulum uygulamaları, kontrol uygulamasıyla istatistiksel olarak aynı grupta

Çizelge 3. Farklı inokulum uygulamalarının bitki boyu, gövde çapı, kök uzunluğu, kök ve sürgün yaş ağırlığı üzerine etkisi

Uygulamalar	Bitki boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Kök uzunluğu (cm)	Kök yaş ağırlığı (g)	Sürgün yaş ağırlığı (g)
A	21.20b*	2.44bcd**	30.08a**	1.71ab*	2.79b*
B	19.55b	2.08d	24.83abc	1.16b	1.14b
C	18.33b	2.35cd	26.35ab	1.50b	2.06b
D	28.38a	3.05ab	27.04a	1.66ab	4.28a
E	20.73b	3.14a	21.83a-d	2.16a	2.53b
F	20.47b	2.89abc	15.77cd	1.52b	2.31b
G	18.40b	2.57a-d	12.50d	1.49b	2.13b
Kontrol	19.20b	2.33cd	16.40bcd	1.32b	1.85b

*%5 düzeyinde önemli, **%1 düzeyinde çok önemli

olup, son sırada yer almışlardır. Vejetatif inokulumla hazırlanan D uygulamasında, fidanların sürgün yaş ağırlıklarının kontrole göre %131 oranında artış gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 3). Gelişmekte olan misellerin, konukçu bitkinin fotosentezini artırarak bitki gelişimini teşvik edebildiği belirtilmektedir (Jumpponen ve Trappe, 1998). Bu çalışma sonuçları, ektomikorizal aşılamanın fidanlarda kök ve sürgün yaş ağırlığını artırdığını bildiren Tüfekçi (2007)'nin çalışma sonuçları ile uyumludur.

En yüksek kök kuru ağırlığı (kök biyoması) E (0.48 g) ve D (0.47 g) uygulamalarında, en düşük kök kuru ağırlığı ise C (0.31 g) ve B (0.34 g) uygulamalarında gelişen fidanlardan elde edilmiştir. Sürgün kuru ağırlığı (sürgün biyoması) bakımından da, en yüksek değer D uygulamasında (1.32 g) tespit edilmiştir. En düşük sürgün kuru ağırlığı B uygulamasında (0.54 g) belirlenmiş olup, B ve C uygulamalarından kontrole göre daha düşük değerler elde edilmiştir. Kök ve sürgün kuru ağırlıklarında olduğu gibi, en yüksek toplam biyomas (toplam bitki kuru ağırlığı) D uygulamasındaki (1.79 g) fidanlarda, en düşük ise B uygulamasındaki (0.88 g) fidanlarda tespit edilmiştir. Kontrol uygulamasında, toplam bitki kuru ağırlığı 1.11 g olarak belirlenmiştir. B ve C dışındaki tüm inokulum uygulamalarının, toplam bitki kuru ağırlığının kontrolden daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kontrolle

karşılaştırıldığında, D uygulamasındaki fidanların kök kuru ağırlıkları %24 oranında, sürgün kuru ağırlıkları %78 oranında ve toplam bitki kuru ağırlıkları %61 oranında artmıştır (Çizelge 4). Thomson ve ark. (1994) ektomikorizal mantar türleriyle aşılan fidanların kuru ağırlıklarının, aşılanmayanlara göre %50-350 arasında değişen oranlarda arttığını belirlemişlerdir. Başka bir çalışmada *Tricholoma matsutake* ile inokule edilen *Pinus densiflora* fidanlarının toplam kuru ağırlığı ise kontrole göre %98 oranında artmıştır (Guerin-Laguette ve ark., 2004). Benzer şekilde, Brunner ve Brodbeck (2001) ve Turjaman ve ark. (2006) tarafından ektomikorizal mantar türleriyle aşılanan fidanlarda, aşılanmayanlara göre daha fazla kök ve sürgün kuru ağırlığı elde edildiği bildirilmiştir. Araştırma bulgularının bu çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, Quoreshi ve Timmer (1998) ise ektomikorizal mantarlar ile aşılamanın fidan kuru ağırlığını etkilemediğini tespit etmişlerdir.

Farklı inokulum uygulamalarının kök:sürgün oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Çalışmada elde edilen fidanların kök:sürgün oranı değerleri 0.35-0.76 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4). Brunner ve Brodbeck (2001), ektomikorizal mantarlarla inokulasyonun fidanların kök:sürgün oranını önemli derecede azalttığını belirtmişlerdir.

Çizelge 4. Farklı inokulum uygulamalarının kök, sürgün ve toplam bitki kuru ağırlığı, kök:sürgün oranı ile kök ve sürgün kuru madde miktarı üzerine etkisi

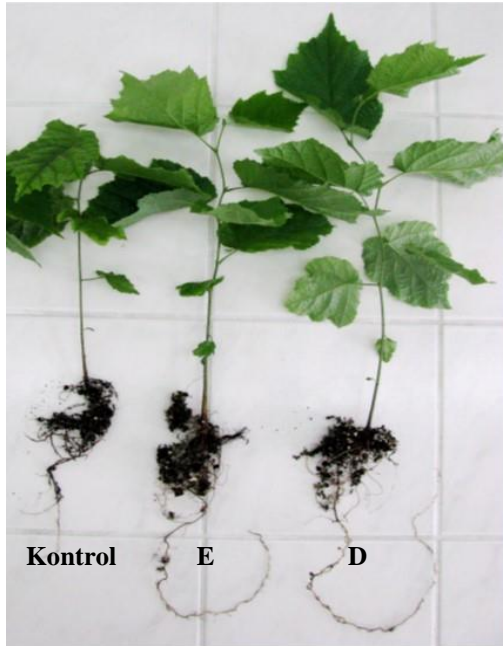
Uygulamalar	Kök kuru ağırlığı (g)	Sürgün kuru ağırlığı (g)	Toplam bitki kuru ağırlığı (g)	Kök:sürgün oranı	Kök kuru madde miktarı (%)	Sürgün kuru madde miktarı (%)
A	0.41ab*	0.90ab**	1.31ab**	0.47 ^{öd}	12.86cd*	23.27 ^{öd}
B	0.34b	0.54b	0.88b	0.76	16.97abc	28.46
C	0.31b	0.70b	1.01b	0.45	12.01d	24.43
D	0.47a	1.32a	1.79a	0.35	17.91a	23.62
E	0.48a	0.92ab	1.40ab	0.56	13.15bcd	26.06
F	0.38ab	0.98ab	1.36ab	0.40	16.93abc	30.37
G	0.39ab	0.79b	1.18b	0.52	17.13ab	24.29
Kontrol	0.38ab	0.74b	1.11b	0.57	15.19a-d	24.19

*%5 düzeyinde önemli, **%1 düzeyinde çok önemli, öd: önemli değil

Ektomikorizal inokulasyonla kök:sürgün oranının arttığını belirten Eltrop ve Marschner (1996)'ın bulgularının tersine bu çalışmada, B uygulaması hariç, diğer tüm inokulum uygulamalarında kök:sürgün oranının kontrole göre azaldığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan Alves ve ark. (2001) ektomikorizal inokulasyonun kök:sürgün oranı üzerine etkisinin olmadığını belirtmişlerdir.

Çalışmada D uygulamasında inokule edilen fidanların kök kuru madde içeriği (%17.91) ilk sırada yer almış ve bu uygulamadaki fidanların kök kuru madde içeriği, kontrole göre %18 oranında daha yüksek bulunmuştur. C uygulamasında inokule edilen fidanların kök kuru madde içerikleri (%12.01), diğer tüm inokulum uygulamalarından önemli derecede düşük bulunmuştur. Farklı inokulum uygulamaları arasında, sürgün kuru madde içeriği bakımından ise istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmamıştır. Çalışmadan elde edilen sürgün kuru madde içerikleri %23.27-30.37 arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4). Alves ve ark. (2001) ve Souza ve ark. (2004), ektomikorizal mantar inokulasyonunun, fidanların kuru madde miktarlarını kontrole göre arttırdığını belirlemişlerdir.

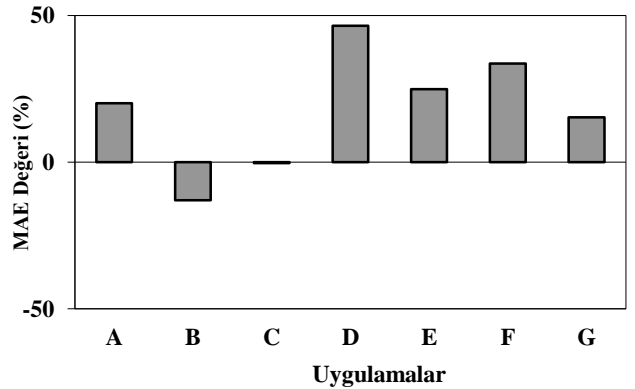
Çalışmada bitki gelişimi ile ilgili incelenen özellikler dikkate alındığında, şekersiz MMN (n-MMN) ortamı ile nemlendirilen 1:4 oranında vejetatif inokulum:substrat karışımıyla hazırlanan D uygulamasından, diğer uygulamalara göre daha iyi sonuçlar alınmıştır. Kontrol ve bitki gelişiminin iyi olduğu inokulum uygulamalarına ait bitkilerin genel görünüşleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Kontrol ve bazı inokulum uygulamalarının sürgün ve kök gelişimi bakımından karşılaştırılması

Yamada ve ark. (1999) tarafından yapılan çalışmada, *T. matsutake* miselleri ile inokule edilen ve glikozun kullanılmadığı MNC ortamı ile nemlendirilen bitkilerin gelişiminin, glikoz içeren MNC ortamı ile nemlendirilenlerden daha iyi olduğu belirlenmiştir. İnokulum kaynağı olarak vejetatif ve sıvı inokulumun kullanıldığı bu çalışmada, bitki gelişimi açısından vejetatif inokulum ve sıvı inokulumun uygulandığı fidanlar arasında önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Parlade ve ark. (2004)'nın yaptıkları çalışmada vejetatif inokulum ile yapılan inokulasyonların sıvı inokulumla göre, mikorizal fidanların üretiminde daha etkili olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, Yamada ve ark. (1999) ve González-Ochoa ve ark. (2003) ise yaptıkları çalışmalarda mikorizal gelişim için sıvı misel inokulumunun iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmada, ayrıca farklı inokulum uygulamalarının Mikorizal Aşılama Etkinlik (MAE) değerleri de hesaplanmıştır. Kontrol uygulamasına göre mikorizal aşılama etkinliği incelendiğinde, en yüksek MAE değeri D uygulamasından (%46.43) elde edilmiş, bunu F, E, A ve G uygulamaları (sırasıyla %33.60, 24.85, 20.11 ve 15.29) izlemiştir. En düşük MAE değeri ise B uygulaması (%-12.98) ve C uygulamasında (%-0.35) tespit edilmiştir. MMN sıvı besin ortamı ile nemlendirilen ve vejetatif inokulum ile hazırlanan B ve C uygulamasında aşılınmış bitkilerin kuru ağırlığı, aşılınmayan bitkilerin kuru ağırlığından daha düşük bulunmuştur. Bunun sonucu olarak MAE kontrolden daha düşük olmuştur (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı inokulum uygulamalarının mikorizal aşılama etkinliği

Bu sonuçlara göre D, F, E, A ve G inokulum uygulamalarının yapıldığı bitkilerin MAE değeri istenilen düzeyde pozitif etki oluştururken, B ve C uygulamalarının yapıldığı fidanlarda ise negatif ilişki gerçekleşmiştir. Dolayısıyla B ve C uygulamalarının, fidanlar üzerinde olumlu bir etki yaratmadığı anlaşılmaktadır. Tüfekçi (2007)'nin sedir fidanlarının büyüme, gelişme ve besin elementleri alımına ektomikorizal aşılamanın etkisini araştırmak amacıyla yaptığı çalışmada, MAE değeri tohum ekimi

aşamasında %7.4-23.3 oranlarında ve fide dikimi aşamasında %2.9-24.7 oranları arasında bulunmuştur. Fındıkta *L. pyrogalus* mantarının saf misel kültürleri ile aşılamanın MAE üzerine etkisinin farklı olduğu saptanmıştır (Kibar ve Pekşen, 2011).

4. Sonuç

Bu çalışmada, fındık ile ektomikorizal ilişkisi olan *L. pyrogalus* türünün farklı inokulumlarının bitki gelişimi üzerine etkisi farklı bulunmuştur. Çalışmada B ve C inokulum uygulamaları dışındaki, diğer tüm inokulum uygulamalarında, ektomikorizanın fidan gelişimi üzerinde olumlu yönde etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Bitki gelişimi ve MAE bakımından, şekersiz MMN besin ortamı ile nemlendirilen ve vejetatif inokulumun kullanıldığı D uygulamasının en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir.

Yenilebilir ektomikorizal mantarlar lezzetli besinler olmasının yanı sıra, aynı zamanda mikorizal ilişkide oldukları bitki gelişimi açısından önemli fonksiyonlara sahiptirler. Ülkemizde bu konu ile ilgili yeterli çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, farklı ektomikorizal mantarların gerek meyve gerekse orman ağaçlarında bitki besin maddelerinin alımı, bitki büyüme ve gelişmesi, bitkilerin hayatta kalması, toprak yapısı üzerine etkileri ile kuraklık ve tuzluluk gibi stres koşullarına, hastalık ve zararlılara karşı bitkiyi korumasına yönelik daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Teşekkür

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonuna Z-451 nolu projeye sağladıkları maddi destekten dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akitsu, N., Hattori, T., Seo, G.S., Ohta, A., Shimada, M., 2000. A possible role of oxalate produced in the symbiotic culture system with a host plant *Pinus densiflora* and a mycorrhizal fungus *Lactarius hatsudake*. *Wood Research*, 87: 13-14.
- Alves, J.R., Souza, O., Podlech, P.A.S., Giachini, A.J., Oliveira, V.L., 2001. Effect of ectomycorrhizal inoculum produced by solid state fermentation on growth of *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36(2): 307-313.
- Bagyaraj, D.J., Manjunath, A., Govida, V.S., 1998. Mycorrhizal inoculation effect on marigold, eggplant and citrus in an Indian soil. *Journal of Soil Biology & Ecology*, 8: 98-103.
- Borchers, J.G., Perry, D.A., 1992. The influence of soil texture and aggregation on carbon and nitrogen dynamics in southwest Oregon forests and clearcuts. *Canadian Journal of Forest Research*, 22: 298-305.
- Branzanti, M.B., Rocca, E., Pisi, A., 1999. Effect of ectomycorrhizal fungi on chestnut ink disease. *Mycorrhiza*, 9(2): 103-109.
- Brundrett, M., Bougher, N., Dell, B., Grove, T., Malajczuk,

- N., 1996. Working with mycorrhizas in forestry and agriculture. Australian Center for International Agricultural Research, pp. 374.
- Brunner, I., Brodbeck, S., 2001. Response of mycorrhizal Norway spruce seedlings to various nitrogen loads and sources. *Environmental Pollution*, 114: 223-233.
- Daza, A., Manjon, J.L., Camacho, M., Romero de la Osa, L., Aguilar, A., Santamaria, C., 2006. Effect of carbon and nitrogen sources, pH and temperature on *in vitro* culture of several isolates of *Amanita caesarea* (Scop.:Fr.) Pers. *Mycorrhiza*, 16(2): 133-136.
- Eltrop, L., Marschner, H., 1996. Growth and mineral nutrition of non-mycorizal and mycorizal Norway spruce (*Picea abies*) seedlings grown in semi-hydroponic sand culture. I. Growth and mineral nutrient uptake in plants supplied with different forms of nitrogen. *New Phytologist*, 133: 469-478.
- Fries, N., 1987. The third benefactors' lecture: ecological and evolutionary aspects of spore germination in the higher basidiomycetes. *Transactions of the British Mycological Society*, 88: 1-7.
- González-Ochoa, A.I., Herasa, J., Torres, P., Sánchez-Gómez, E., 2003. Mycorrhization of *Pinus halepensis* Mill. and *Pinus pinaster* Aiton seedlings in two commercial nurseries. *Annals of Forest Science*, 60: 43-48.
- Guerin-Laguette, A., Conventi, S., Ruiz, G., Plassard, C., Mousain, D., 2003. The ectomycorrhizal symbiosis between *Lactarius deliciosus* and *Pinus sylvestris* in forest soil samples: symbiotic efficiency and development on roots of a rDNA internal transcribed spacer-selected isolate of *L. deliciosus*. *Mycorrhiza*, 13(1): 17-25.
- Guerin-Laguette, A., Shindo, K., Matsushita, N., Suzuki, K., Lapeyrie, F., 2004. The mycorrhizal fungus *Tricholoma matsutake* stimulates *Pinus densiflora* seedling growth *in vitro*. *Mycorrhiza*, 14: 397-400.
- Hattori, T., Akitsu, N., Seo, G.S., Ohta, A., Shimada, M., 2000. Mechanisms for Ectomycorrhizae Synthesis. (Part I). The Production of Organic Acids during the Symbiotic Cultivation of *Pinus densiflora* Associated with *Lactarius hatsudake*. *Annual Report of Interdisciplinary Research Institute of Environmental Sciences*, 18: 121-127.
- Heilmann-Clausen, J., Verbeken, A., Vesterholt, J., 2000. The Genus *Lactarius*. *Fungi of Northern Europe*. In: Laessle J.H. Petersen, S.A. Elborne (eds.), Vol. 2, Denmark.
- Isaac, S., 1992. *Fungal Plant Interactions*. Chapman and Hall, London, UK, pp. 418.
- Jonathan, S.G., Fasidi, I.O., 2003. Requirements for vegetative growth of *Tricholoma lobayensis* (Heim), a Nigerian edible fungus. *Advances in Food Sciences*, 25(3): 91-95.
- Jumpponen, A., Trappe, J.M., 1998. Performance of *Pinus contorta* inoculated with two strains of root endophytic fungus *Phialocephala fortinii*: effects of resin synthesis system and glucose concentration. *Canadian Journal of Botany*, 76: 1205-1213.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. Ankara Üni. Zir. Fak. Eğitim, Araş. ve Gel. Vak. Yay. No: 3.
- Kibar, B., 2009. Bazı Yenilebilir Ektomikorizal Mantar Türlerinin Kültüre Alınması Üzerine Araştırmalar. Doktora Tezi. O.M.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kibar, B., Pekşen, A., 2011. *Lactarius pyrogalus* mantar türünün farklı izolatlarının ve inokulasyon uygulamalarının fındık (*Corylus avellana*) fidanında ektomikoriza oluşumu ve fidan gelişimi üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 7(2): 89-104.

- Landeweert, R., Hoffland, E., Roger, D., Finlay, R.D., Kuyper, T.W., Bremen, N., 2001. Linking plants to rocks, ectomycorrhizal fungi mobilize nutrients from minerals. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(5): 248-254.
- Lu, X., Malajczuk, N., Dell, B., 1998. Mycorrhiza formation and growth of *Eucalyptus globulus* seedlings inoculated with spores of various ectomycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*, 8(2): 81-86.
- Marx, D.H., Artman, J.D., 1978. Growth and Ectomycorrhizal Development of Loblolly pine Seedlings in Nursery Soil Infested with *Pisholithus tinctorius* and *Thelephora terrestris* in Virginia. USDA Forest Service Research Note, SE-256, pp. 4.
- Morte, A., Lovisolo, C., Schubert, A., 2000. Effect of drought stress on growth and water relations of the mycorrhizal association *Helianthemum almeriense*-*Terfezia claveryi*. *Mycorrhiza*, 10: 115-119.
- Nunez, J.A.D., Serrano, J.S., Barreal, H.A.R., Gonzales, J.A.S.O., 2006. Ectomycorrhizal Status of Norway Spruce Seedlings from Bare-Root Forest Nurseries. *Forest Ecology and Management*, 231: 226-233.
- Parlade, J., Pera, J., Luque, J., 2004. Evaluation of mycelial inocula of edible *Lactarius* species for the production of *Pinus pinaster* and *P. sylvestris* mycorrhizal seedlings under greenhouse conditions. *Mycorrhiza*, 14(3): 171-176.
- Quoreshi, A.M., Timmer, V.R., 1998. Exponential fertilization increases nutrient uptake and ectomycorrhizal development of black spruce seedlings. *Canadian Journal of Forest Research*, 28(5): 674-682.
- Repac, I., 2007. Ectomycorrhiza formation and growth of *Picea abies* seedlings inoculated with alginate-bead fungal inoculum in peat and bark compost substrates. *Forestry*, 80(5): 517-530.
- Rincon, A., Álvarez, I.F., Pera, J., 1999. Ectomycorrhizal Fungi of *Pinus pinea* L. in Northeastern Spain. *Mycorrhiza*, 8: 271-276.
- Souza, L.A.B., Filho, G.N.S., Oliveira, V.L., 2004. Efficiency of ectomycorrhizal fungi on phosphorus uptake and eucalypt growth promotion. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 39(4): 349-355.
- Sundari, K.S., Adholeya, A., 2003. Growth profile of ectomycorrhizal fungal mycelium: emphasis on substrate pH influence. *Antonie van Leeuwenhoek*, 83(3): 209-214.
- Sylvia, D.M., Hammond, L.C., Bennett, J.M., Haas, J.H., Linda, S.B., 1993. Field response of maize to VAM fungus and water management. *Agronomy Journal*, 85(2): 193-198.
- Thomson, B.D., Grove, T.S., Malajczuk, N., Hardy, G.E.S.J., 1994. The effectiveness of ectomycorrhizal fungi in increasing the growth of *Eucalyptus globulus* Labill in relation to root colonization and hyphal development in soil. *New Phytologist*, 126(3): 517-524.
- Torres, P., 1992. Estudio de las micorrizas de pino carrasco (*Pinus halepensis* Miller), Tesis Doctoral, Universidad de Murcia, Murcia.
- Turjaman, M., Tamai, Y., Segah, H., Limin, S.H., Osaki, M., Tawaray, K., 2006. Increase in early growth and nutrient uptake of *Shorea seminis* seedlings inoculated with two ectomycorrhizal fungi. *Journal of Tropical Forest Science*, 18(4): 243-249.
- Tüfekçi, S., 2007. Doğal Populasyonlardaki Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) Mikorizasının İzole Edilmesi ve Çoğaltılıp Fidan Üretiminde Kullanılması. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yamada, A., Maeda, K., Ohmasa, M., 1999. Ectomycorrhiza formation of *Tricholoma matsutake* isolates on seedlings of *Pinus densiflora* in vitro. *Mycoscience*, 40: 455-463.



Samsun ilinde mısır (*Zea mays* L.) üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan virüslerin belirlenmesi

Yusuf Toksöz, Nazlı Dide Kutluk Yılmaz*

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

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: nazlik@omu.edu.tr

Geliş/Received 27/01/2016

Kabul/Accepted 07/06/2016

ÖZET

Samsun ilinde 184 farklı mısır tarlasında 2009-2010 yıllarında survey çalışmaları gerçekleştirilmiştir. I. üretim alanlarından toplanan 290 yaprak örneğinin, Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) yöntemi ile test edilmesi sonucunda, %4.8'inin Maize dwarf mosaic virus (MDMV) ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Bu örneklerde Sugarcane mosaic virus (SCMV) ve Sorghum mosaic virus (SrMV)'e rastlanılmamıştır. Farklı bölge ve semptomları yansıtacak şekilde 290 örnek içerisinde seçilen 130 örneğin ELISA ile testi sonucunda ise, %7.7'sinin Maize mosaic virus (MMV) ve %3.1'inin Barley yellow dwarf virus (BYDV)-PAV ırkı ile enfekteli olduğu saptanmıştır. Ancak, testlenen 130 örnekte BYDV-MAV ırkına ve Maize stripe virus (MSpV)'e rastlanmamıştır. Silajlık olarak yetiştirilen II. üretim mısır alanlarında ise toplam 111 adet yaprak örneği ELISA yöntemi ile test edilmiş olup, bu örneklerin %55'inin MMV, %0.9'unun BYDV-PAV ve %0.9'unun MDMV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Sadece 1 örnekte MDMV+MMV ikili virüs enfeksiyonu (%0.9) tespit edilmiştir. Bu mısır alanlarında SCMV, SrMV, MSpV ve BYDV-MAV ile enfekteli örnek tespit edilmemiştir. Ayrıca, bölgede MDMV'nin varlığı, reverse transkripsiyon-polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR) yöntemi ile de teyit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

BYDV-PAV
ELISA
MDMV
Mısır
MMV
RT-PCR

Determination of viruses causing infection in corn (*Zea mays* L.) fields in Samsun province

ABSTRACT

Survey studies were carried out in 184 corn fields in Samsun province in 2009-2010. A total of 290 leaf samples collected from the first-crop corn planted areas were tested by Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) method, and 4.8% of these samples were found to be infected with for Maize dwarf mosaic virus (MDMV). Sugarcane mosaic virus (SCMV) and Sorghum mosaic virus (SrMV) were not detected in these samples. A hundred-thirty samples out of 290 were selected according to different symptom appearance and various locations where surveys were performed. Result of serological tests showed that 7.7% and 3.1% of these samples were infected with MMV (Maize mosaic virus) and BYDV-PAV (Barley yellow dwarf virus), respectively. However, BYDV-MAV and Maize stripe virus (MSpV) were not determined in these samples. A total of 111 leaf samples collected from the second-crop corn planted for silage production were tested by ELISA, and 55%, 0.9% and 0.9% were found to be infected with MMV, BYDV-PAV and MDMV, respectively. In only one sample, double infections of MDMV and MMV were determined (0.9%). None of the samples collected from the second-crop corn fields in Samsun were infected with SCMV, SrMV, MSpV and BYDV-MAV. Additionally, MDMV infection was confirmed by using reverse transcription polymerase chain reaction (RT-PCR) in the region.

Keywords:
BYDV-PAV
ELISA
MDMV
Maize
MMV
RT-PCR

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Mısır (*Zea mays* L.) doğrudan insan tüketiminde, hayvan beslenmesinde, sanayinin değişik alanlarında hammadde olarak ve tohumluk endüstrisinde kullanılan bir kültür bitkisidir. Hemen hemen tüm bölgelerimizde mısır yetiştirilmesine rağmen, ekonomik anlamda başta

Akdeniz Bölgesi olmak üzere, Karadeniz ve Marmara Bölgeleri'nde yetiştiriciliği yapılmaktadır. Karadeniz Bölgesi'nin ülkemiz mısır ekim alanları içerisindeki payı %33.3'tür. Samsun ili ise toplam 414.669 da ekiliş alanı ve 534.635 ton üretimi ile Karadeniz Bölgesi'ndeki payı yaklaşık %26'dır (TUİK, 2009). Samsun ilinde ise özellikle Çarşamba ve Terme

ilçelerinde mısır ekim alanları yoğunluk kazanmıştır. Ayrıca, kıyıya yakın alçak düzlükler ile ilin genelinde mısır yetiştiriciliği yapılmaktadır. Öte yandan, bölgede Bafra ve Ondokuzmayıs ilçelerinde ikinci ürün olarak silajlık amacıyla yetiştirilmektedir.

Mısır üretiminde verimi olumsuz etkileyen sebepler arasında virüs hastalıkları büyük önem taşımaktadır. Ulusumuzun tahıl üretimine dayalı beslenme alışkanlığı ve bölgede geniş çiftçi kitlesinin yıllık gelirinin büyük oranda bu ürüne bağlı olması, bu bitkinin veriminin artırılmasını daha da zorunlu hale getirmektedir. Mısırdaki bugüne kadar enfeksiyon oluşturan 40'dan fazla virüs hastalığı saptanmıştır (Shurtleff, 1980). Bu virüs hastalıkları arasında önemli ürün kayıplarına sebep olan Maize dwarf mosaic virus (Mısır cüce mozayik virüsü, MDMV; Baloğlu ve ark., 1991), Maize mosaic virus (Mısır mozayik virüsü, MMV), Maize stripe virus (Mısır çizgi virüsü, MSpV), Barley yellow dwarf virus (Arpa sarı cücelik virüsü, BYDV) (Fidan ve Yılmaz, 2004), Sugarcane mosaic virus (Şeker kamışı mozayik virüsü, SCMV) ve Johnson grass mosaic virus (Kanyaş mozayik virüsü, JGMV) (İlbağı ve ark., 2006)'ün varlığı ülkemiz mısır üretim alanlarında tespit edilmiştir. Bu virüslerden; MDMV, SCMV, SrMV ve JGMV Potyviridae familyasının Potyvirus cinsi içerisinde yer almakta (Mohammedi ve Hajjehgari, 2009; Petrik ve ark., 2010; Wang ve ark., 2010) ve afit vektörlerle non-persistent olarak taşınmaktadır (Teakle ve Grylls, 1973; Koike ve Gillaspie, 1976; Ford ve ark., 2004). Luteoviridae familyasının Luteovirus cinsinin üyeleri olan BYDV-MAV ve -PAV ırkları ise afit vektörler ile persistent olarak doğada etkili bir şekilde enfekteli bitkiden sağlıklı bitkilere nakledilmektedir (Waterhouse ve ark., 1988; Mayo ve D'Arcy, 1999). MMV (Rhabdoviridae familyası, Nucleorhabdovirus cinsi) ve MSpV (Tenuivirus cinsi)'ün taşınması ise bir bitki piresi türü olan *Peregrinus maidis* (Ashmead) vasıtası ile olmaktadır (Tsai, 2008). Günümüzde virüs hastalıkları ile savaşta kimyasal mücadele etkili bir kontrol sağlayamamakta, en etkili ve pratik yöntem dayanıklı çeşitlerin yetiştiriciliği ile olmaktadır. Bu da hastalıkların belirlenmesi ve epidemiyolojilerinin iyi bilinmesi esasına dayanmaktadır.

Ülkemizde mısır virüs hastalıkları ve bu hastalıkların mısırdaki yapmış olduğu kayıplar üzerine sınırlı sayıda araştırma olmakla birlikte (Baloğlu ve ark., 1991; Fidan ve Yılmaz, 2004; İlbağı ve ark., 2006; Değirmenci ve ark., 2013; İlbağı ve Geyik, 2014); bugüne kadar Samsun ilinde mısırdaki enfeksiyon oluşturan virüs türleri konusunda bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada Samsun ili dane ve silajlık mısır üretim alanlarında, üretimi tehdit eden virüs türlerinin saptanması hedeflenmiştir.

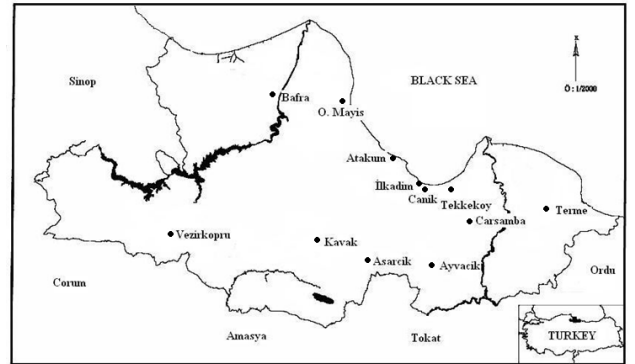
2. Materyal ve Yöntem

2.1. Sürvey çalışmaları

Samsun ilinde mısır, hem I. ve hem de II. ürün

olarak yetiştirilmektedir. Bu sebeple, sürvey çalışmaları iki farklı zamanda gerçekleştirilmiştir. II. üretim için sürveyler, toplam üretimin %90.9'unun yapıldığı Bafra ve Ondokuzmayıs ilçelerine ait köylerde, 2009 yılı Ağustos ayında; I. üretimde ise Samsun ili mısır üretiminin alanlarının %90.4'ünü kapsayan Çarşamba, Merkez, Terme, Bafra, Ayvacık, Tekkeköy, Kavak, Asarcık ve Vezirköprü ilçelerine ait köylerde, 2010 yılı Haziran-Temmuz aylarında yapılmıştır (Çizelge 1). Her ilçede mısır yetiştiriciliği bakımından öneme sahip olan köyler; Gıda, Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlükleri yardımı ile belirlenmiştir. Daha sonra her köyden en az 1 alan şansa bağlı olarak sürvey kapsamına alınmıştır. Örnekleme yapılan ilçeler Şekil 1'de gösterilmiştir.

Sürveylerde her alanda tarlanın tümünü temsil edecek şekilde ortalama her 2 metrede bir bitkilerde cüceleşme, yapraklarda mozaiik, şerit şeklinde çizgilenme, kızarma, leke ve buruşma gibi virüs benzeri semptom gösteren bitkilerin üst yapraklarından 3-4 adet alınmıştır (Nault ve ark., 1979). Daha sonra toplanan bu örnekler etiketlenip polietilen torbalara konularak laboratuara getirilmiş, laboratuarda belirtilerine göre gruplandırılıp, her bir gruba ait örnek sayıları kayıt edildikten sonra, tekrar etiketlenip, çalışmalara kadar -20°C'deki derin dondurucuda muhafaza edilmiştir.



Şekil 1. Samsun ili I. ve II. mısır üretim alanlarında sürveyler sırasında örnekleme yapılan ilçeler

2.2. Serolojik çalışmalar

Serolojik testlemelerde MMV, MSpV, BYDV-PAV, BYDV-MAV (Adgen, İskoçya), MDMV, SCMV (Bioroba, İsviçre) ve SrMV (DZMS, Almanya)'e spesifik poliklonal antiserumlar kullanılmıştır. 2009 yılında II. mısır üretim alanlarından virüs benzeri semptom gösteren 111 adet; 2010 yılında ise I. üretimin yapıldığı toplam 12 ilçeden 290 adet mısır yaprak örneği toplanmıştır. II. üretim alanlarında, ekim yapılan ilçe sayısı 2 ile sınırlı olduğundan (Bafra ve Ondokuzmayıs), ilçelerin ekim alanları dikkate alınmaksızın, araziden alınan her bir semptom grubuna ait (mozayik, şerit, kızarma, şerit+mozayik, kloroz vb.) bitki örnekleri, tüm virüsler (7 adet) için ELISA ile test edilmiştir. Böylelikle, bölgede dominant olan virüslerin hangi semptom gruplarında yoğunlaştığı konusunda fikir

sahibi olunmak istenmiştir. Ancak, I. ürün mısır üretim alanlarından elde edilen örneklerde, tüm örneklerin ELISA ile testlenebilmesi için, her bir virüse ait yeterli miktarda antiserum mevcut olmadığından (MMV, MSpV, BYDV-PAV ve MAV ırkları için), bu virüsler için testlenecek örnek sayısında bir miktar sınırlandırma

yoluna gidilmiştir. Bu amaçla, öncelikle toplanan yaprak örnekleri semptomlarına göre alt gruplara ayrılmış; sürvey yapılan ilçelerin ekim alanı miktarları da dikkate alınarak, bu gruplardan şansa bağlı olarak seçim yapılmış ve testlenecek örnek sayıları belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Samsun ili mısır üretim alanlarında örnek alınan ilçeler, bu ilçelerin toplam mısır üretim alanları ile test edilen örnek sayıları (Samsun Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, 2007 Yılı Verileri)

İlçe adı	I. Ürün		II. Ürün	
	Ekim alanı (da)	Testlenen örnek sayısı	Ekim alanı (da)	Testlenen örnek sayısı
Merkez (İlkadım, Canik, Atakum)	30.000	10* (4)**	-	-
Asarcık	12.000	13 (3)	-	-
Ayvacık	30.000	30 (15)	-	-
Bafra	20.000	22 (8)	20.000	55
Çarşamba	62.000	60 (26)	-	-
Kavak	30.000	30 (15)	-	-
Ondokuzmayıs	-	-	10.000	56
Tekkeköy	30.000	30 (15)	-	-
Terme	63.000	63 (32)	-	-
Vezirköprü	10.000	12 (3)	-	-
Toplam	287.000	290 130	30.000	111

*MDMV, SCMV ve SrMV için ELISA ile testlenen örnek sayıları,

**Parantez içerisinde verilen sayısal değerler MMV, MSpV, BYDV-PAV ve MAV ırkları için ELISA ile testlenen örnek sayılarını ifade etmektedir

2.2.1. DAS-ELISA

MMV, MSpV, MDMV ve SCMV için DAS-ELISA yöntemi Clark ve Adams (1977) ve antiserumların temin edildiği firmanın önerileri izlenerek uygulanmıştır. Bitki yaprak örnekleri ekstraksiyon tampon çözeltisinde ezildikten sonra (1g bitki örneği: 9 ml örnek tampon çözeltisi), önceden kaplama tampon çözeltisinde MMV ve MSpV için 1/200, SCMV ve MDMV için ise 1/1000 oranında sulandırılarak hazırlanan antiserum ile kaplanmış ELISA mikroplyetlerine 100 µl olacak şekilde ilave edilmiştir. Bir gece 4°C'de buzdolabında bekletilen mikroplyetler, yıkama tampon çözeltisi ile 5 defa yıkandıktan sonra, konjugat tampon çözeltisinde MMV ve MSpV için 1/200, SCMV ve MDMV için ise 1/1000 oranında sulandırılan konjugat'tan 100 µl mikroplyetin her bir çukuruna ilave edilmiştir. Konjugat inkübasyonu MDMV, SCMV için 30°C'de 5 saat ve MMV, MSpV için oda sıcaklığında (25°C) 2 saat olarak yapılmıştır.

2.2.2. TAS-ELISA

SrMV için TAS-ELISA yöntemi, antiserumun temin edildiği firmanın önerileri göz önüne alınarak uygulanmıştır. ELISA mikroplyetleri kaplama tampon çözeltisi ile 1:1000 oranında sulandırılarak hazırlanan antiserum ile kaplanmış ve bu kaplama işleminden 2 saat sonra mikroplyet 3 defa üçer dakika aralıklarla yıkama tampon çözeltisi ile yıkayıp protein bloklaya

işlemi yapılarak (10 ml yıkama + 0.2 g süt tozu) 37°C'de 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Bitki yaprak örnekleri ekstraksiyon tampon çözeltisinde homojenize edildikten sonra, bloklanan ELISA mikroplyetlerine 100 µl olacak şekilde ilave edilmiştir. Bir gece +4°C'de buzdolabında bekletilmiş olan mikroplyetler, yıkama tampon çözeltisi ile 3 defa yıkandıktan sonra, konjugat tampon çözeltisinde 1:1000 oranında sulandırılan Mab'tan 100 µl mikroplyetin her bir çukuruna ilave edilmiştir. İki saat 37°C'de inkübasyondan sonra yıkama işlemi yapılan kuyulara 1/1000 oranında sulandırılan rat-anti-mouse (RAM)-AP konjugattan, 100 µl her bir çukura ilave edilerek tekrar 37°C'de 2 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır.

2.2.3. COMPOUND-ELISA

BYDV'nin -PAV ve -MAV ırkları için uygulanan Compound ELISA yöntemi antiserumların temin edildiği firmanın önerileri izlenerek gerçekleştirilmiştir. Bu prosedüre göre; 1:200 oranında kaplama tampon çözeltisi ile sulandırılan antiserum (BYDV-PAV, BYDV-MAV) ile ELISA mikroplyetleri kaplanmış ve oda sıcaklığında 4 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre dolduğunda, mikroplyetler yıkama tamponu ile 5 defa yıkanarak, bitki örnekleri GEB tampon çözeltisinde ezildikten sonra, her bir kuyuya 100 µl ilave edilmiştir. Bir gece +4°C'de buzdolabında bekletilen mikroplyetler, yıkama işlemi takiben, A (antibody belirleme) ve B (alkalin fosfataz enzim konjugat)

solüsyonları konjugat tampon çözeltisinde (ECI buffer) 1:200 oranında sulandırılmıştır. Daha sonra, mikropleytin her bir çukuruna 100 µl ilave edilerek, oda sıcaklığında 2 saat süre ile inkübasyona bırakılmıştır.

DAS-, TAS- ve Compound-ELISA'da, bu basamaklardan sonra, yapılan işlemler benzer şekilde devam etmiştir. Mikropleytlerin çukurları yıkama tampon çözeltisi ile yıkandıktan sonra, substrat tampon çözeltisi içerisinde 1 mg/ml olacak şekilde hazırlanan substrattan (p-nitrofenil fosfat, Sigma) mikropleytlerin çukurlarına 100'er µl ilave edilmiş ve bu mikropleytler oda sıcaklığında 30-120 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Sonuçlar; ELISA mikropleyt okuyucusunda (Tecan Spectra II) 405 nm dalga boyunda absorbans değerlerinin alınmasıyla elde edilmiştir. Her iki virüs için negatif kontrollerin absorbans değerlerinden 2 katı ve daha fazla değer veren örnekler pozitif olarak değerlendirilmiştir (Geering ve ark., 2004).

2.3. RNA ekstraksiyonu ve RT-PCR (Reverse transkripsiyon-polimeraz zincir reaksiyonu)

MDMV ile enfekteli (2 örnek) ve sağlıklı mısır bitkilerinin yapraklarından toplam RNA'lar RNeasy RNA Ekstraksiyon kiti (Qiagen, Almanya) kullanılarak, kit protokolüne göre ekstrakte edilmiştir. Elde edilen RNA'lar MDMV'ün kılıf protein (CP) genine spesifik primerler (MDMV-F:CAACCAGGGCYGAATTTGATAG ve MDMV-R: GTGCAAGGCTRAAGTCGGTTA) (Geering ve ark., 2004) kullanılarak, tek basamaklı RT-PCR yöntemi ile çoğaltılmıştır. Kullanılan spesifik primerlerden beklenen bant büyüklüğü 336 bp'dir. RT-PCR reaksiyon karışımı; 2 µl RNA, 5 µl 5X Qiagen One Step RT-PCR buffer, her bir primerden 0.25 µl (0.6 µM), 1 µl dNTPs mix (400 µM), 1 µl Qiagen One Step RT-PCR Enzyme mix ve 15.5 µl RNase enzimi içermeyen su ilave edilerek toplam hacim 25 µl olacak şekilde hazırlanmıştır. Amplifikasyonlar Bio-Rad MJ Mini PCR Thermocycler'da, 50°C'de 30 dk, 95°C'de 15 dk, 35 döngü olacak şekilde 94°C'de 30 s, 50°C'de 30 s ve 72°C'de 1 dk ve 1 döngü 72°C'de 5 dk ile tamamlanmıştır.

RT-PCR sonrası oluşan DNA fragmentlerinin görüntülenmesi için % 1'lik Agaroz jel kullanılmıştır. 0.7 g Agaroz (Merck, Almanya) 70 ml 1x TBE tampon çözeltisi (Tris base, Borik asit, EDTA) içerisinde karıştırılarak, mikrodalga fırında eritilmiştir. Karışım 50°C'ye kadar soğutulduktan sonra boya olarak Ethidium Bromür (0.5 µl/ml) ilave edilmiş ve yatay tipteki jel elektroforez cihazının (Wide-mini Gel, Biorad, USA) jel hazırlama tabağına dökülmüştür. Jel tamamen katılaşması sağlandıktan sonra, içerisinde 1xTBE tampon çözeltisi bulunan elektroforez cihazının tankına yerleştirilmiştir. PCR tüpleri içerisindeki reaksiyon karışımından 10'ar µl alınarak 2 µl yükleme

tamponu ile karıştırılmış ve jeldeki hücelere yerleştirilmiştir. İlk hüreye DNA Marker 1 kb Ladder (Promega, ABD) konulduktan sonra cihaz 90 V'a ayarlanmış ve 1 saat çalıştırılmıştır. UV transilluminatör (GelDoc 2000, Biorad) üzerinde jelde oluşan DNA bantları görüntülenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. ELISA yöntemi ile mısırdaki enfeksiyon oluşturan virüslerin saptanması

Samsun ili mısır üretim alanlarında gerçekleştirilen sürveylerde; gerek I. ürün olarak mısır üretiminin yapıldığı ilçeler, gerekse silajlık mısır elde etmek amacı ile II. üretimin yoğunlaştığı bölgelerde, mısır bitkilerinde farklı tipte virüs benzeri semptomlara rastlanılmıştır. Bitkilerde görülen en yaygın semptomlar; cüceleşme, yapraklarda mozayik, şerit şeklinde çizgilenme, morarma, kloroz ve buruşma şeklindedir. Bu farklı semptomlara sahip mısır yaprak örneklerinin laboratuvarında test edilmesi sonucunda, bu semptomların bazılarının hangi virüs ya da virüsler tarafından oluşturulduğu saptanmıştır.

Samsun ili I. ürün mısır üretim alanlarından (Çarşamba, Terme, Bafra, Ayvacık, Tekkeköy, Kavak, Asarcık, Vezirköprü, Canik, Atakum ve İlkadım ilçeleri) toplanan 290 yaprak örneğinin ELISA yöntemi ile test edilmesi sonucunda; örneklerin % 4.8'inin MDMV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Bu örneklerde, SCMV ve SrMV'e rastlanılmamıştır. Örneklerin tümünün testlenebilmesi için yeterli miktarda antiserum mevcut olmadığından, farklı bölge ve semptomları yansıtacak şekilde 290 örnek içerisinde seçilen 130 örneğin ELISA ile testi sonucunda ise, örneklerin %7.7'sinin MMV ve %3.1'inin BYDV'ün PAV ırkı ile enfekteli olduğu saptanmıştır. Ancak, testlenen 130 örnekte BYDV-MAV ırkına ve MSPV'ye rastlanılmamıştır. Sonuç olarak, dane mısır üretim alanlarında en yaygın virüsün MMV (%7.7) olduğu ve bunu sırası ile; MDMV (%4.8) ve BYDV-PAV (%3.1)'in izlediği saptanmıştır (Çizelge 2). Elde edilen bu sonuçlara göre; Samsun ilinde MMV'ün en yoğun görüldüğü ilçenin %26.7 oran ile Kavak ilçesi olduğu, bu oranı %25 ile Bafra, %16.7 ile Atakum, %7.7 ile Çarşamba ve %6.7 oran ile de Tekkeköy ilçelerinin takip ettiği belirlenmiştir. Bölgede tespit edilen bir diğer virüs olan MDMV ise; %13.3 oran ile en fazla Ayvacık ilçesinde belirlenmiş olup, Çarşamba (%11.7), İlkadım (%10), Atakum (%8.3) ve Bafra (%4.5) ilçelerinde de bu virüs ile enfekteli örnekler tespit edilmiştir. İlde yaygınlık açısından 3. sırada bulunan BYDV-PAV enfeksiyonuna ise, Atakum (%33.3), Çarşamba (% 3.9) ve Terme (%3.1) ilçelerinde rastlanılmıştır (Şekil 1 ve Çizelge 2).

Çizelge 2. Samsun ili I. ürün olarak ekilen mısır üretim alanlarında sürvey yapılan ilçeler, ELISA ile testlenen örnek sayıları ve bu örneklerde belirlenen virüslerin dağılımı

İlçe	Örnek alınan tarla no	Testlenen örnek no*	Test edilen virüsler							
			MDMV	SCMV	SrMV	Testlenen örnek no**	MMV	MSPV	BYDV-PAV	BYDV-MAV
Asarcık	7		0	0	0	3	0	0	0	0
Atakum	20	12	1	0	0	6	1	0	2	0
Ayvacık	11	30	4	0	0	15	0	0	0	0
Bafra	11	22	1	0	0	8	2	0	0	0
Canik	13	8	0	0	0	3	0	0	0	0
Çarşamba	17	60	7	0	0	26	2	0	1	0
İlkadım	14	10	1	0	0	4	0	0	0	0
Kavak	13	30	0	0	0	15	4	0	0	0
Tekkeköy	13	30	0	0	0	15	1	0	0	0
Terme	18	63	0	0	0	32	0	0	1	0
Vezirköprü	6	12	0	0	0	3	0	0	0	0
Toplam	143	290	14	0	0	130	10	0	4	0
% Enf.			4.8	0	0		7.7	0	3.1	0

*MDMV, SCMV ve SrMV için ELISA ile testlenen örnek sayısı

**MMV, MSPV, BYDV-PAV ve -MAV ırkları için ELISA ile testlenen örnek sayısı

II. üretim mısır üretiminin yoğun olduğu Bafra ve Ondokuzmayıs ilçelerine ait, 41 farklı tarladan alınan 111 yaprak örneğinin ELISA ile testlenmesi sonucunda; silajlık mısır üretim alanlarında en yaygın virüsün % 55 oran ile MMV olduğu belirlenmiştir. Buna ilave olarak, MDMV (%0.9) ve BYDV-PAV (%0.9) enfeksiyonları da tespit edilmiştir (Çizelge 3). Bu çalışmada, MMV'ün bulaşıklık oranının Bafra ilçesinde (%80), Ondokuzmayıs ilçesine (%35.7) göre oldukça yüksek

olduğu saptanmıştır. MDMV Bafra ilçesine ait örneklerde (%1.8), BYDV-PAV ise Ondokuzmayıs ilçesi örneklerinde (%0.9) tespit edilmiştir. MDMV+MMV ikili virüs enfeksiyonuna; Bafra ilçesinde tek bir tarlada rastlanılmıştır. Ancak, II. üretim alanlarında SCMV, SrMV, MSPV ve BYDV-MAV ile enfekteli örnek tespit edilmemiştir (Çizelge 3 ve Şekil 1).

Çizelge 3. Samsun ili II. ürün (silajlık) olarak ekilen mısır üretim alanlarında sürvey yapılan ilçeler, testlenen örnek sayıları ve bu örneklerde belirlenen virüslerin dağılımı

İlçe	Örnek alınan tarla no	Testlenen örnek no	Test edilen virüsler							
			MDMV	SCMV	SrMV	MMV	MSPV	BYDV-PAV	BYDV-MAV	MDMV +MMV
Bafra	23	55	1	0	0	41	0	0	0	1
Ondokuzmayıs	18	56	0	0	0	20	0	1	0	0
Toplam	41	111	1	0	0	61	0	1	0	1
% Enf.			0.9	0	0	55	0	0.9	0	0.9

Her iki ürünün genel toplamında, Samsun ilinde MMV (%31.1) en yaygın virüs olarak ortaya çıkmaktadır. Bunu, MDMV (%4) ve BYDV-PAV (%2.1) izlemektedir (Çizelge 2 ve Çizelge 3).

Ülkemizde mısırdaki enfeksiyon oluşturan viral hastalıklar konusunda oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Türkiye'de mısır üretim alanlarında ilk kayıt edilen virüs; Ege Bölgesi'nde Myzus persicae (Sulz.) [Homoptera: Aphididae] ile taşınan MDMV'tür (Bremer ve Raatikainen, 1975). Daha sonra, Baloğlu ve ark. (1991), bu virüsün Çukurova Bölgesi'nde varlığını ortaya koymuşlardır. Aynı bölgede yürütülen bir diğer araştırmada; Fidan ve Yılmaz (2004), mısır bitkisi, yabancı otlar, afit ve Cicadellidae familyasındaki vektörlere uyguladıkları RT-PCR yöntemi ile MDMV, MMV, MSPV ve BYDV'ün tekli ve ikili

enfeksiyonlarını belirlemişlerdir. Bölgede, MDMV %8.04 bulunma oranı ile ilk sırayı alırken, bunu BYDV (%4.8), MSPV (%1.8) ve MMV (%1.6) izlemiştir. Trakya Bölgesi'nde ise, 2004 yılında gerçekleştirilen sürvey çalışmaları sonucu, mısır üretim alanlarında en yaygın virüs olarak MDMV (%50.7) belirlenmiş, BYDV-PAV ise az sayıda örnekte tespit edilmiştir (%1.4). Aynı bölgede, 2005 yılı sürveyleri sonucunda ise; MDMV incelenen örneklerde %5 oranında saptanmış olup, JGMV (%4), SCMV (%3) ve BYDV-PAV (%2) enfeksiyonlarının da varlığı belirlenmiştir. İki yılın sonuçları toplu olarak değerlendirildiğinde; Trakya Bölgesi üretim alanlarında MDMV (%31.8)'ün en yaygın virüs olduğu dikkat çekmektedir. Bunu BYDV-PAV (%1.65), JGMV (%1.65) ve SCMV (%1.24) izlemektedir (İlbağ ve ark., 2006). Samsun ili

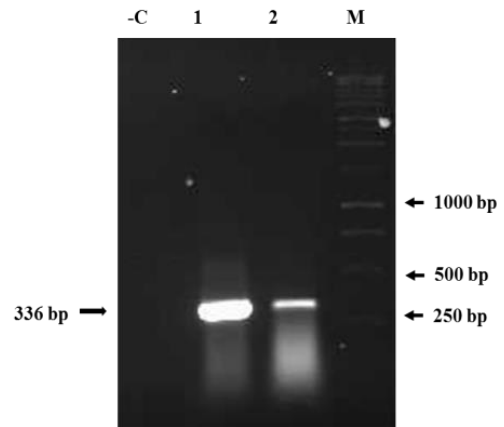
sonuçları, diğer bölgelerde yapılan çalışmalar ile kıyaslandığında; MDMV'nin enfeksiyon oranının Trakya (%31.4) ve Akdeniz (%8.04) Bölgeleri'nden daha düşük olduğu görülmektedir. MMV enfeksiyon oranının (%31.1) ise Türkiye'de bu virüs ile ilgili inceleme yapılan tek bölge olan Çukurova Bölgesi'nden (%1.6) oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir. Samsun ilinde mısır üretim alanlarında tespit edilen bir diğer virüs olan BYDV-PAV (%2.1)'in ise Trakya Bölgesi'ne (%1.65) benzer oranda yaygınlık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, diğer çalışmalarda tespit edilen MSpV, SCMV ve JGMV (Fidan ve Yılmaz, 2004; İlbağı ve ark., 2006) ise Samsun ilinde saptanmamıştır. Öte yandan, Samsun ilinde genellikle mısır ve buğday üretim alanları yan yana bulunmaktadır. Daha önce yürütülen bir çalışmada, Samsun ili buğday üretim alanlarında Wheat spindle streak mosaic virus (WSSMV), MDMV ve BYDV-PAV'a ilaveten, düşük oranda BYDV-MAV enfeksiyonuna da rastlanılmıştır (Erkan ve Kutluk Yılmaz, 2009). Nitekim, İlbağı ve Çıtır (2004), Türkiye genelinde tahıl virüs hastalıkları üzerinde yaptıkları çalışmada BYDV'nin PAV, RMV, SGV, MAV ve RPV olmak üzere beş farklı virüs türünden ileri geldiğini ve bunlar arasında BYDV-PAV'ın dominant olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde, bu çalışma ile Samsun ilinde mısır üretim alanlarında BYDV-MAV belirlenmemesine rağmen, düşük oranda BYDV-PAV'ın varlığı tespit edilmiştir. MDMV 20'den fazla afit türü ile non-persistent olarak taşınmasına rağmen (Ford ve ark., 2004); BYDV-PAV özellikle *Rhopalosiphum padi* L. ve *Sitobion avenae* (F.) (Homoptera: Aphididae) ile persistent olarak taşınmaktadır (Mayo ve D'Arcy, 1999). Araştırmada afit ile taşınma özelliğinde olan MDMV'nin 16, BYDV-PAV'ın ise sadece 5 örnekte tespit edilmesi, bu virüslerin taşınmasında etkili olan uygun vektörlerin bölgede az oranda bulunduğunu düşündürmektedir. Diğer taraftan, bölgede I. ve II. mısır üretim alanlarında en yaygın olarak saptanan MMV ise bir bitki piresi türü olan *P. maidis*'in hem nimf, hem de ergin bireyleri tarafından taşınmakta, ayrıca vektörün bünyesinde de çoğalabilmektedir (Tsai, 2008). Elde edilen bu sonuç, bölgede viruliferous (virüs taşıyan) vektör popülasyonunun yüksek oranda bulunduğunu akla getirmekle birlikte; ayrıca yörede yetiştirilen yerel ve ticari mısır çeşitlerinin de MMV'ye duyarlı olabileceği kanısını uyandırmaktadır. Öte yandan, MMV, II. ürün mısırda I. ürüne kıyasla oldukça yüksek oranda belirlenmiştir. Bunun nedeni; I ürün örneklerinin 2009, II. ürün örneklerinin ise 2010 yılına ait olması ve yıllar arasında iklimsel şartlara bağlı olarak hem vektör popülasyonunda hem de virüs ile enfekteli bitki sayısındaki farklılık olabilir. Ayrıca, I ürün örnekleri Haziran-Temmuz aylarında, II. ürün örnekleri ise Ağustos ayında toplanmıştır. Bölgede vejetasyon dönemi sonuna doğru vektör popülasyonunda önemli bir artış gözlenmektedir. Bu durum, enfekteli bitki oranını da etkileyebilmektedir. Gelecekte vektör türlerin bu bölgedeki varlığı ve hangilerinin yaygın olduğu

konusunda detaylı çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca, yetiştiriciliği yapılan mısır çeşitlerinin virüs hastalıklarına karşı reaksiyonlarının belirlenmesi ve üreticilerin dayanıklı ve toleranslı çeşitleri tercih etmelerinin sağlanması, virüsler sebebiyle oluşabilecek kayıpların azaltılmasına yardımcı olacaktır.

Sürveyler ile toplanan virüs benzeri semptom sergileyen örneklerin yaklaşık 400 adetinin ELISA ile testlenmesi sonucunda, sadece 96 tanesi (%23.9) enfekteli olarak bulunmuştur. Yaprak örneklerinin ELISA testi sonucunda negatif olması ve de arazide tespit edilen virüsler ile enfekteli örneklerin sergilediği semptomlardan daha farklı belirtilere de rastlanması; örneklerin diğer mısır virüsleri ile enfekteli olabileceğini veya olumsuz çevre ve toprak faktörleri sebebi ile örneklerin virüs benzeri semptomlara sahip olduğunu düşündürmektedir.

3.2. MDMV'nin RT-PCR testi ile belirlenmesi

ELISA testi ile MDMV ile enfekteli olduğu belirlenen mısır bitkisi yapraklarından RNA ekstraksiyonu yapılmıştır. Daha sonra, MDMV kılıf protein genine spesifik primerler kullanılarak RT-PCR reaksiyonu gerçekleştirilmiştir. Buna göre; her iki örnekte de beklenen moleküler büyüklükte (336 bp) band elde edilmiştir (Şekil 2). Böylelikle, MDMV için elde edilen ELISA sonuçları, RT-PCR yöntemi ile moleküler olarak da teyit edilmiştir. Benzer şekilde, Değirmenci ve ark. (2013)'da Sakarya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ait bazı mısır hatlarında aynı primerleri kullanarak, gerçekleştirdikleri RT-PCR çalışmaları ile MDMV'nin varlığını 5 örnekte tespit etmişlerdir.



Şekil 2. Maize dwarf mosaic virus (MDMV)'ün kılıf protein (CP) geninin RT-PCR ile belirlenmesi [-C: Negatif kontrol, 1 ve 2: MDMV ile enfekteli mısır yaprak örnekleri, M: 1 kb DNA ladder (Promega)]. Gri ok MDMV'nin CP'ye spesifik 336 bp'lik DNA fragmentini göstermektedir.

3.3. Belirlenen virüslerin semptom gruplarına göre dağılımları

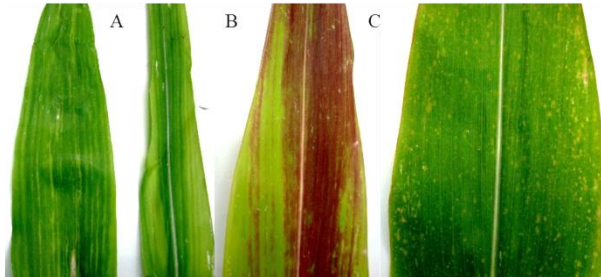
Samsun ili mısır üretim alanlarında yapılan sürveylerde; gerek I. üretim, gerekse II. üretim alanlarında mısır bitkilerinde farklı tipte virüs benzeri semptomlara rastlanılmıştır. Bu bitkilerde görülen en

yaygın semptomlar; yapraklarda şerit şeklinde çizgiler, kızarma, mozayik, kloroz, buruşma vb. şeklindedir. Sürveyler sırasında arazide belirlenen bu semptom gruplarına ait örneklerin ELISA ile test edilmesi sonucunda, bu semptomların hangi virüs ya da virüsler tarafından oluşturulduğu saptanmıştır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Mısır yapraklarındaki semptom gruplarına göre belirlenen virüslerin dağılımları

Semptom	Belirlenen virüsler				% Enfeksiyon oranı
	MMV	MDMV	BYDV-PAV	MMV+MDMV	
Mozayik	14	5	1	0	21.7
Şerit	25	8	1	1	38
Kızarıklık	20	1	3	0	26
Mozayik+şerit	2	1	0	0	3.3
Şerit+kızarıklık	2	0	0	0	2.2
Kloroz	2	0	0	0	2.2
Şerit+kloroz	1	0	0	0	1.1
Şekil bozukluğu	1	0	0	0	1.1
Buruşma	4	0	0	0	4.3
Toplam	71	15	5	1	

Çizelge 4 incelendiğinde; MMV'nin tespit edildiği 71 örnekte en yaygın olarak şerit şeklinde çizilenme (%35.2), kızarıklık (%28.2) ve mozayik (%19.7) tipi semptomların görüldüğü belirlenmiştir (Şekil 3). MDMV ile enfekteli bitkilerde (15 adet) rastlanan semptomlar ise; şerit şeklinde çizilenme (%53.3) (Şekil 4), mozayik (%33.3), kızarıklık (%6.7) ve mozayik+şerit şeklinde çizilenme (%6.7)'dir. BYDV-PAV (5 adet) ile ise en yoğun olarak kızarıklık (%60), şerit şeklinde çizilenme (%20) ve mozayik (%20) şeklinde semptomlar tespit edilmiştir. MMV+MDMV ikili virüs enfeksiyonuna sahip tek bitki örneğinin ise mısır bitkisinde şerit şeklinde semptom oluşturduğu gözlenmiştir.



Şekil 3. MMV'nin mısır bitkisinin yapraklarında oluşturduğu şerit (A), kızarıklık (B) ve mozayik (C) şeklinde semptomlar



Şekil 4. MDMV'nin mısır bitkisinin yapraklarında oluşturduğu şerit şeklinde çizgi semptomu

İspanya'da 2001 yılında yapılan sürveylerde sistemik semptom gösteren 784 mısır yaprak örneğinin ELISA ile testlenmesi sonucunda; %13.9'unun MDMV, %3'ünün Maize rough dwarf virus (MRDV) ile enfekteli olduğu saptanmıştır (Achon ve ark., 2008). Aynı ülkede 2002 yılı sürveyleri sonucunda ise; ELISA ile testlenen 982 yaprak örneğinin (sistemik semptom gösteren) %13.7'i MDMV, %1.8'i SCMV ve %3'ü MRDV; 2004 yılında ise, mozayik semptomu gösteren 566 örneğin %79.85'i MDMV, %1.94'ü SCMV ve %3'ü MRDV ile bulaşık olarak saptanırken; cüceleşme ve enasyon semptomu gösteren 157 örnekten 3'ü MDMV (%1.91), 2'si SCMV (%1.27) ve 112'si MRDV

(%71.79) ile enfekteli olarak belirlenmiştir (Achon ve ark., 2008). Bu çalışma sonucunda; mozayik simptomu gösteren örneklerin (20 adet) büyük bir kısmının MMV (%70) ile enfekteli olduğu, MDMV'ün ise şerit şeklinde simptom sergileyen bitki örneklerinde (%53.3) dominant olarak görüldüğü ortaya konulmuştur. Macaristan'da yürütülen bir araştırmada, bu çalışmada elde edilen verilere benzer şekilde, MDMV'e hassas mısır çeşitlerinde en yaygın görülen simptomlar; mozayik ve şerit şeklinde olmuştur (Sum ve ark., 1979). Macaristan'da 2002 yılında yürütülen bir diğer çalışmada ise, yapraklarda klorotik leke belirtisi sergileyen mısır örneklerinin SCMV, BYDV ve MDMV'e spesifik antiserumlar ile testlenmesi sonucunda, bu örneklerde sadece MDMV'ün varlığı tespit edilmiştir (Tobias ve Palkovics, 2004). Samsun ilinde yürütülen bu çalışmada ise; mozayik simptomu gösteren örneklerin ancak %20'i MDMV ile enfekteli olarak belirlenirken, %70'i MMV ve %5'i ise BYDV-PAV ile enfekteli olarak saptanmıştır.

Sonuç olarak bu çalışmada, Samsun ilinde hem I. ürün ve hem de II. ürün olarak yetiştirilen mısır bitkisinde MMV, MDMV ve BYDV-PAV'ın varlığı tespit edilmiştir. Ancak, bölgede mısırdaki enfeksiyon oluşturan diğer virüslerin daha kapsamlı bir çalışma ile araştırılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma projesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenmiştir (PYO.ZRT.1904.09.012).

Kaynaklar

- Achon, M.A., Serrano, L., Alonso-Duenas, N., Porta, C., 2008. Complete genome sequences of maize dwarf mosaic virus and sugarcane mosaic virus isolates coinfecting maize in Spain. *Archives of Virology*, 152: 2073–2078.
- Baloğlu, S., Aktura, T., Yılmaz, M.A., 1991. Çukurova Bölgesinde yetiştirilen I. ve II. ürün mısırdaki mekanik olarak taşınabilen virüslerin saptanması. VI. Türkiye Fitopatoloji Kongresi Bildirileri, 7- 11 Ekim, İzmir, s: 329-332.
- Bremer, K., Raatikainen, M., 1975. Cereal disease transmitted or caused by aphids and leafhoppers in Turkey. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae, IV. Biologica*, 203: 1-14.
- Clark, M.F., Adams, A.N., 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *Journal of General Virology*, 34: 475- 483.
- D'Arcy, C.J., Itnyre, R.L., Nass, P.H., Cheng, S., 1995. Barley yellow dwarf at Illinois: Progress and prospects. *Züchtungsfor schung- Berichte aus der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen*, 1: 59-62.
- Değirmenci, K., Akbaş, B., Cengiz, R., Ertunç, F., 2013. Bazı mısır hatlarına ait tohumlarda maize dwarf mosaic virus (MDMV)'nün varlığının belirlenmesi ve termoterapi uygulaması ile tohumdan arındırılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 22 (2): 69-73.
- Erkan, E., Kutluk Yılmaz, N.D., 2009. Samsun İli buğday Üretim Alanlarında Enfeksiyon Oluşturan Virüslerin Saptanması. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(2): 67-75.
- Fidan, H., Yılmaz, M.A., 2004. Çukurova Bölgesi mısır ekim alanlarında zararlı spiroplasma ve önemli virüs hastalık etmenlerinin saptanması. *Türkiye I. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri*, 8-10 Eylül 2004, Samsun, 210.
- Ford, R.E., Tosic, M., Shukla, D.D., 2004. Maize dwarf mosaic virus. *Descriptions of Plant Viruses Online*, No: 341.
- Geering, A., Thomas, J., Persley, D., 2004. A national diagnostic protocol for the identification of Maize dwarf mosaic virus. 19-28.
- İlbağı, H., Çıtır, A., 2004. Türkiye'de tahıl virüs hastalıkları ve yayılış alanları. *Türkiye I. Bitki Kongresi Kong.* 8-10 Eylül, Samsun, 176.
- İlbağı, H., Rabenstein, F., Habekuss, A., Ordon, F., Citir, A., 2006. Incidence of virus diseases in maize fields in the Trakya region of Turkey. *Phytoprotection*, 87 (3): 115-122.
- İlbağı, H., Geyik, S., 2014. Türkiye'de Bursa İli mısır (*Zea mays* L.) tarlalarında görülen virüs hastalıklarının saptanması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11 (1): 122-125.
- Jiang, J.X., Zhou X.P., 2002. Maize dwarf mosaic disease in different regions of China is caused by Sugarcane mosaic virus. *Archives of Virology*, 147: 2437-2443.
- Koike, H., Gillaspie, A.G., 1976. Strain M. A new strain of sugarcane mosaic virus. *The Plant Diseases Reporter*, 60: 50-54.
- Mohammadi, M.R., Hajieghrari, B., 2009. Sugarcane mosaic virus: The causal agent of mosaic disease on sorghum (*Sorghum bicolor* L.) in Tehran province of Iran. *African Journal of Biotechnology*, 8(20): 5271-5274.
- Mayo, M.A., D'Arcy, C.J., 1999. Family Luteoviridae: A reclassification of Luteoviruses, 15- 22.
- Nault, L.R., Gordon, D.T., Gingery, R.E., Bradfute, O.E., Castillo Loayza, J., 1979. Identification of maize viruses and mollicute and their potential insect vectors in Peru. *Phytopathology*, 69: 824-828.
- Petrik, K., Sebestyén, E., Gell, G., Balázs, E., 2010. Natural insertions within the N terminal region of the coat protein of Maize dwarf mosaic potyvirus (MDMV) have an effect on the RNA stability. *Virus Genes*, 40: 135-139.
- Shurtleff, M.C., 1980. Compendium of corn diseases. St. Paul, M.N. American Phytopathological Society, 60-63.
- Sum, I., Sebestyén, E., Papp, I., Liszt, A., 1979. Növénytermeles. *Crop Production*, 28: 309-315.
- Teakle, D.S., Grylls, N.E., 1973. Four strains of sugarcane mosaic virus infecting cereals and other grasses in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*, 24: 465-477.
- Tobias, I., Palkovics, L., 2004. An unusual feature at the N-terminal end of the coat protein of Maize dwarf mosaic virus isolated in Hungary. *Journal of Phytopathology*, 152: 445-447.
- Tsai, J.H., 1975. Occurrence of a corn disease in Florida transmitted by *Peregrinus maidis*. *The Plant Disease Reporter*, 59: 830-833.
- TÜİK, 2009. <http://www.tuik.gov.tr> (06.12.2010)
- Wang, J.G., Zheng, H.Y., Chen, H.R., Adams, M.J., Chen, J.P., 2010. Molecular diversities of sugarcane mosaic virus and sorghum mosaic virus isolates from Yunnan province, China. *Journal of Phytopathology*, 158: 427-432.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260976



Organik domates yetiştiriciliğinde ön bitki ve organik gübre uygulamalarına bağlı olarak toprak mikrobiyotasındaki değişiklikler

Berna Tunali^{a*}, Gülen Özyazıcı^b, Aysun Pekşen^c

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun, ^bSiirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Siirt,

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

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

Geliş/Received 03/03/2016

Kabul/Accepted 15/06/2016

ÖZET

Bu araştırma, organik domates üretiminden önce uygulanan ön bitki ve organik gübrelerin topraktaki mikrobiyota değişimine etkisinin belirlenmesi amacıyla 2011-2014 yılları arasında yürütülmüştür. Tarla denemeleri, Tesadüf Bloklar deneme deseninde bölünmüş parsellere göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırmada soğan, lahanagil ve baklagil+buğdaygillerden üç farklı ön bitki uygulaması (pırasa, brokoli ve fiğ+arpa karışımı) ile kontrol (kışa boş geçiren parsel) ana parsellere, üç farklı organik gübre kaynağı (kompost, organik ticari gübre-1 ve organik ticari gübre-2) ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Her bir ön bitki ve organik gübre uygulaması sonrası domates hasadından sonra alınan topraklarda tespit edilen fungal mikroorganizma tür ve miktarının başlangıçtakine göre farklı olduğu tespit edilmiştir. Ön bitki ve organik gübre uygulandıktan sonra domates yetiştirilen topraklardaki *Penicillium* ve *Aspergillus* cinslerinin sayısının denemenin başlangıcındaki izolat sayısına göre oldukça azaldığı tespit edilmiştir. *Fusarium* cinsi içinde en yoğun bulunan tür ise *F. oxysporum* olarak bulunmuştur. Denemenin başlangıç yılında ve takiben 2012'de, *Pythium* ve *Rhizoctonia* gibi çökerten etmenleri yanında antagonist *Acremonium* cinsi tespit edilmemişken, 2013 ve 2014 yıllarında bu funguslar gözlenmiştir. Deneme başlangıcına göre toplam patojen ve antagonist mikroorganizma miktarı artmıştır. Ön bitki ve organik gübrelemenin domates yetiştirilen parsellerde *Trichoderma* ve diğer antagonistik mikroorganizmaların artışı için uygun şartları oluşturduğu anlaşılmaktadır. Toprak mikrobiyotasının bitkilerdeki hastalıklar üzerine etkileri hakkında detaylı çalışmalar yapılması uygun olacaktır.

Anahtar Sözcükler:

Domates
Ekim nöbeti
Fungus
Organik gübre
Organik tarım
Ön bitki
Solanum lycopersicum

Changes in soil mycobiota in response to previous crop and organic fertilizer applications in organic tomato cultivation

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of the previous crop and organic fertilizer applications prior to tomato production on changes in soil fungal communities between 2011 and 2014. Field experiments were established according to Split Plots in Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. In the study, three previous crop treatments from Alliaceae, Cruciferae, Fabaceae+Gramineae families (leek, broccoli and vetch+barley mixture) and control (no previous crop during winter season) were placed in the main plots whereas three different fertilizer sources (compost, organic commercial fertilizer-1 and organic commercial fertilizer-2) were placed in the sub-plots. It was determined that fungal microorganism species and their numbers determined in the soil samples taken after tomato harvest following each previous crop and fertilizer applications were different from the initial fungal microorganism profile and number. The numbers of isolates belonging to *Penicillium* and *Aspergillus* genera in tomato-grown soils after the previous crop and organic fertilizer applications decreased when compared with the number of initial isolates at the beginning of the experiment. *F. oxysporum* was found as the most prevalent species in *Fusarium* genus. While damping-off pathogens, *Pythium* and *Rhizoctonia*, and antagonist *Acremonium* were not observed in the beginning and 2012, they were detected in 2013 and 2014 years. Antagonist and pathogenic microbial community increased, compared to pre-sowing season. It was thought that the previous crop and organic fertilization applications created favorable conditions for the development of *Trichoderma* and other antagonistic organisms in tomato-grown plots. It can be useful to conduct more detailed studies on the impacts of soil mycobiota on plant diseases.

Keywords:

Tomato
Rotation
Fungi
Organic fertilizer
Organic agriculture
Previous crop
Solanum lycopersicum

1. Giriş

Organik tarım; üretimde sentetik kimyasal girdi ve ilaç kullanmadan yönetmelikler çerçevesinde izin verilen girdilerin kullanımı ile yapılan, üretimden tüketime kadar her aşaması kontrollü ve sertifikalı tarımsal üretim biçimidir. Konvansiyonel tarımda verimde artış sağlanmasına karşın toprağın yapısının bozulması, su kirliliği ve bazı pestisitlere direnç sağlanması gibi önemli çevre sorunları söz konusudur. Hatalı uygulamalar sonucunda yapısı bozulan toprağın iyileştirilmesi ve içindeki mikroorganizmaların korunup gelişiminin sağlanması, toprağın tek yönlü sömürülmesinin önlenerek doğal verimliliğinin devam ettirilmesi organik tarımın ana ilkelere dendir.

Organik tarımda, toprağın biyolojik yapısının, canlılığının korunması, toprak verimliliğinin sürdürülebilirliğinin sağlanması temel koşuldur. Bunun sağlanabilmesi amacıyla da organik gübre ve bazı toprak düzenleyicilerin kullanılması zorunlu hale gelmiştir. Organik gübrelerin üretimi ve kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Organik gübreler organik madde, mikroorganizmalar ve bitki besin maddeleri içermeleri nedeniyle toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmekte ve toprak verimliliğinin devamını sağlamaktadır.

Organik tarımın vazgeçilmez unsurlarından biri de ekim nöbetidir ve organik tarım sisteminin başarısını büyük ölçüde etkilemektedir. Hastalık etmenlerinin çoğu bir konukçuya veya aynı cins veya familya içerisinde yer alan birden çok konukçuya özelleşmiş bulunmaktadır. Bazı mikorizalar, endofitik funguslar ve patojenlerin konukçuya özelleştiği de bilinmektedir (Zhou ve Hyde, 2002). Birçok hastalık etmeni aynı tarlaya üst üste aynı ürünün ekilmesiyle ciddi sorunlar yaratmaktadır. Uygun bir ekim nöbeti toprakta besin miktarlarının artmasının yanı sıra toprakta hastalık ve zararlı popülasyonunu da azaltarak bitki gelişimi ve verimi üzerine önemli faydalar sağlamaktadır (Lamey ve Diaper, 1992). Özellikle *Fusarium* türlerine karşı etkili mücadele yollarından biri ekim nöbetidir. Etkili bir ekim nöbeti için iyi bir planlama yapılması ve doğru uygulanması büyük önem taşımaktadır. İyi planlanmış ekim nöbeti sistemlerinde toprak yapısı gelişmekte, toprakların azot ve organik madde içeriği artmakta, topraktaki bitki besin maddeleri ve uygulanan gübreler daha etkin bir şekilde değerlendirilebilmekte ve bunların yanı sıra hastalıklar azalmakta, yabancı ot ve zararlı kontrolü kolaylaşmaktadır (Duman ve Algan, 2012).

Turhan ve ark. (2007), bazı lahanalar grubu sebzelerden (brokoli, karnabahar ve lahanalar) sonra

yetiştirilen yazlık bitkilerde (domates, biber ve patlıcan) toprak kaynaklı fungal hastalıkların oluşumu ve bitkilerin gelişimini incelemişlerdir. Çalışmada en yüksek verim domates ve patlıcanda lahanalar ve brokoli ön bitki parsellerinde elde edilmiş, buna karşılık biberde verim değerleri üzerine lahanagil münavebesinin olumlu etki yapmadığı tespit edilmiştir. Denemelerin yürütüldüğü 2 yıl içerisinde yazlık sebzelerin kontrol parsellerinde bile önemli kök hastalığı çıkışı olmadığı için lahanagil artıklarının etkisi hakkında kesin bir kaniye ulaşılamamıştır. Smith ve Collins (2007), ekim nöbetinin ve bitki türünün, mikrobiyal dağılıma ve enzim aktivitesine etkisinin, toprak tipi ve gübreleme ile ilişkili olarak çok farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir.

Suzuki ve ark. (2012), ekim nöbeti ve zamanlamanın topraktaki mikobiyotanın değişiminde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ancak organik sebze tarımında ana ürün için ekim nöbetinde kullanılan ön bitki ve organik gübrelerin topraktaki patojen ve antagonistler üzerindeki etkisi konusunda da yeterli çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın amacı; organik sebze tarımında açıkta ana ürün olarak yetiştirilen domates yetiştiriciliğinden önce uygulanan farklı ön bitki ve organik gübrelerin topraktaki mikobiyota üzerine etkisini saptamaktır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ait Bafra Deneme İstasyonu arazisinde 4 yıl süre ile (2011-2014) yürütülmüştür. Deneme yeri topraklarında yapılan toprak analiz sonuçlarına göre killi bünyeye sahip, hafif alkali, tuzsuz, organik madde kapsamları orta, kireç kapsamları kireçli ve orta kireçli, fosfor kapsamları 2012 ve 2013 yıllarında orta, 2014 yılında yüksek seviyede bulunmuştur. Toprakların potasyum içeriklerinin de yüksek olduğu tespit edilmiştir.

2.1. Materyal

Çalışmada Rio Grande domates çeşidi kullanılmıştır. Ön bitki olarak kullanılan pırasa türünde İnegöl 92, brokoli türünde Belstar F₁ ile fiğ+arpa karışımında fiğ olarak Kubilay-82, arpa olarak Akhisar 98 çeşitleri kullanılmıştır. Organik gübre kaynakları olarak kompost, organik ticari gübre-1 ve organik ticari gübre-2 (Biofarm) kullanılmıştır. Kompost, organik büyükbaş hayvan gübresi ve tavuk gübresinin kompostlanmış halidir. Organik gübre kaynaklarının içerikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Organik gübre kaynaklarının bazı kimyasal özellikleri

Organik gübre kaynakları	pH	Organik madde (%)	Organik C (%)	Toplam N (%)	C/N	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
	7.9	45	26.16	2.81	9.31	2.60	1.42
Organik ticari gübre-1	7.5	40	23.25	1.97	11.80	1.00	1.50
Organik ticari gübre-2	7.0	65	37.79	3.50	10.80	3.00	3.00

2.2. Ön bitki ve organik gübre uygulamaları

Çalışma, Tesadüf Bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve ana parsellerde üç farklı ön bitki (pırasa, brokoli, fiğ+arpa karışımı) ile kontrol (kışı boş geçiren), alt parsellerde ise üç farklı organik gübre kaynağı (kompost, organik ticari gübre-1 ve organik ticari gübre-2) olacak şekilde planlanmıştır.

Ön bitkiler ekim ve dikiminden önce deneme alanında buğday yetiştirilmiş, buğday hasadından sonra arazi pullukla sürülerek kazayağı çekilmiş ve tırmıklanarak hazır hale getirilmiştir. Pırasa tohumları mayıs ayında fideliklere ekilmiş, temmuz ayının ikinci yarısında sıra arası 25 cm, sıra üzeri 10 cm olacak şekilde araziye şaşırtılmıştır. Brokoli tohumları temmuz ayında viyollere ekilerek önce fideleri elde edilmiş, daha sonra fideler ağustos ayının ikinci yarısında tarlaya sıra arası ve sıra üzeri 50 cm olacak şekilde şaşırtılmıştır. Fiğ+arpa karışımı %75 fiğ, %25 arpa (3:1) oranında olacak şekilde fiğin tohumluk miktarı dikkate alınarak 9:3 kg.da⁻¹ olarak kasım ayının ilk haftası ekilmiştir. Brokoli ve pırasa bitkileri yağmurlama sulama yöntemi ile domates bitkisinin sulanmasında ise damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Fiğ+arpa karışımı, fiğin %30 çiçeklenme döneminde biçilerek toprağa karıştırılmıştır. Brokoli ve pırasa bitkileri hasat olgunluğuna geldiğinde birkaç defa hasat edilerek hasatlar tamamlanmıştır. Domates denemelerinde kenarlarından birer sıra, parsel başı ve sonlarından birer sıra bitki kenar tesiri olarak atılmıştır. Hasat olgunluğuna gelen bitkiler elle kesilmek ya da sökülme suretiyle hasat işlemi yapılmıştır.

2.3. Toprakta mikobiyotanın tespiti

Toprakta başlangıçtaki mikobiyotayı tespit etmek amacıyla deneme alanında buğday hasadından sonra ön bitkilerin ekim ve dikiminden önce 2011 Temmuz ayında toprak örnekleme yapılmıştır. Çalışmada, buğday hasadı ile ön bitki yetiştiriciliği ve organik gübre uygulaması yapıldıktan sonra organik domates yetiştiriciliği yapılmıştır. Her üç deneme yılında (2012, 2013 ve 2014 yıllarında) da toprak örnekleri, domates hasadından sonra eylül ayının ilk haftası her bir uygulama için ayrı ayrı olacak şekilde alınmıştır. Denemede tüm parseller ve tekerrürlere gidilerek her parselin 3 noktasından 20 cm derinlikten olacak şekilde toprak sondası ile en az 1.5 kg toprak örneği alınarak iklim odasına getirilmiştir. Topraktaki mikobiyotanın belirlenmesi çalışmalarına kadar iklim odasında tutulmuştur.

Getirilen topraklar önce serilerek 7-10 gün süreyle iklim odasında kurutulmuş, kurutulan topraklar dövülerek toz haline getirilmiştir (Dhingra ve Singlair, 1995). Paçal yapılan topraklardan 3 tekrarlamalı olarak 10'ar gram alınmış ve 30 °C'de inkübatörde tekrar kurutulmuştur. Bu toprak örneğinden 1 g alınarak 500 ml su içerisinde karıştırıcıda karıştırılmıştır. Bu

süspansiyondan 1 ml'si, %2'lik su agarı (SA) bulunan 9 cm'lik petrilere yayılmıştır. Bu uygulama 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır (Eyjolfsdottir, 1995). İkinci günden itibaren gelişen koloniler incelenerek farklı görünümde olanlar bakterisit (oxytetracycline ve streptomycin sulfat) ilave edilen patates dekstroz agar (PDA) ve sentetik besin ortamı (SNA)'na aktarılmıştır. 5-8 gün sürelerle 23°C'de 12 saat ışık/12 saat karanlık koşullara ayarlanan inkübatörde inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen fungus kültürleri stereomikroskop ve ışık mikroskopu altında incelenerek teşhisleri Gerlach ve Nirenberg (1982), Dick (1990), Barnett ve Hunter (1998), Lessie ve Summerell (2006)'ya göre yapılmıştır. Saf olarak gelişen funguslar cryoviollere alınarak derin dondurucuda (-85°C) saklanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Organik domates üretiminden önce farklı ön bitki ve organik gübre uygulamalarının domates yetiştirilen alanlardaki mikobiyota üzerine etkisinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada, buğday hasadından sonra 2011 Temmuz ayında alınan toprak örneklerinde deneme alanının başlangıç mikobiyotası tespit edilmiştir. Koloni sayısı bakımından incelendiğinde *Penicillium* cinsinin koloni sayısının diğer cinslere göre oldukça yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 2). Wakelin ve ark. (2007), *Penicillium* spp.'nin toprakta bulunuş bakımından en yaygın fungusların başında geldiğini bildirmektedirler. Topraklarda en baskın ve yaygın bulunan cinsin *Penicillium* olduğunu bildiren Azaz ve Hasenekoğlu (1997), Asan (2004), Oskay (2007) ve Wakelin ve ark. (2007)'in bulgularıyla bu çalışma sonuçlarının benzer olduğu görülmektedir. *Penicillium* cinsini *Aspergillus*, *Sclerotium* ve *Fusarium* cinsleri izlemiştir. *Fusarium* cinsi içinde teşhisleri yapılan türler *F. graminearum*, *F. solani*, *F. proliferatum* ve *F. verticillioides* türleridir.

Çizelge 2. Başlangıçtaki deneme alanında belirlenen fungus cinsleri ve koloni sayıları

Fungal cinsler	Koloni sayısı (5x10 ²)
<i>Penicillium</i> spp.	95.33
<i>Fusarium</i> spp.	4.64
<i>Aspergillus</i> spp.	10.99
<i>Gleocladium</i> spp.	0.66
<i>Sclerotium</i> spp.	8.99
<i>Cladosporium</i> spp.	0.33
<i>Stemphylium</i> spp.	0.33
<i>Epicoccum</i> spp.	0.33
<i>Trichoderma</i> spp.	3.33
<i>Mucor</i> spp.	0.33

Deneme yıllarına ait her domates hasat döneminden sonra alınan toprak örneklerinde tespit edilen fungus cinsleri ve koloni sayıları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneme alanlarından yıllara göre izole edilen fungus cinsleri ve koloni sayıları (5×10^2)

Cinsler	PK	PO-2	PO-1	BK	BO-2	BO-1	FAK	FAO-2	FAO-1	KK	KO-2	KO-1
2012												
<i>Penicillium</i> spp.	5.00	8.67	4.33	5.67	4.33	7.33	7.67	6.67	3.00	3.67	3.00	2.67
<i>Aspergillus</i> spp.	-	-	-	-	0.67	0.33	1.33	-	-	-	-	-
<i>Trichoderma</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-	-	-	0.33
<i>Fusarium</i> spp.	-	-	1.33	0.33	-	-	0.33	0.33	-	-	-	-
<i>Verticillium</i> spp.	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trichothecium</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-
<i>Sclerotinium</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-
<i>Cladosporium</i> spp.	-	-	-	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-
<i>Stemphylium</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-	-	-	-
<i>Alternaria</i> spp.	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013												
<i>Penicillium</i> spp.	2.33	0.67	1.67	3.00	2.67	2.67	3.33	1.67	7.67	1.67	2.00	2.67
<i>Aspergillus</i> spp.	2.00	-	1.33	0.33	2.34	0.33	-	1.66	1.67	1.00	0.67	0.33
<i>Trichoderma</i> spp.	-	1.33	2.00	0.33	1.00	2.00	2.67	3.33	1.33	2.00	1.33	3.67
<i>Fusarium</i> spp.	3.67	2.67	1.67	2.33	3.33	4.33	3.00	0.67	1.67	3.00	3.33	2.33
<i>Acremonium</i> spp.	-	-	1.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Verticillium</i> spp.	0.67	-	-	-	-	-	1.33	-	-	0.33	-	-
<i>Botryoderma</i> spp.	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pythium</i> spp.	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizoctonia</i> spp.	-	0.67	-	-	-	-	-	-	-	-	0.33	-
<i>Geotricum</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Mucor</i> spp.	0.67	0.67	-	1.33	-	-	-	-	0.33	1	0.67	-
2014												
<i>Penicillium</i> spp.	0.33	0.67	0.33	-	1.00	0.67	0.33	1.33	0.33	1.67	1.00	1.33
<i>Aspergillus</i> spp.	1.00	0.67	0.33	1.67	0.33	-	0.67	-	0.66	0.33	1.00	1.33
<i>Trichoderma</i> spp.	0.33	-	0.33	-	2.33	-	0.67	0.33	0.33	0.33	1.00	0.67
<i>Fusarium</i> spp.	-	0.66	0.66	0.33	0.66	0.67	-	0.66	-	-	0.33	1.65
<i>Acremonium</i> spp.	-	-	-	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-
<i>Verticillium</i> spp.	0.33	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phoma</i> spp.	-	-	-	0.67	-	-	0.33	0.33	-	-	-	-
<i>Cylindrocarpon</i> spp.	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phytium</i> spp.	-	-	0.33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mucor</i> spp.	0.67	0.67	1.00	1.67	1.00	1.67	0.67	0.33	1.00	-	1.33	1.00

PK=Pırasa-kompost, PO-2=Pırasa-organik ticari gübre-2, PO-1=Pırasa-organik ticari gübre-1, BK=Brokoli-kompost, BO-2=Brokoli-organik ticari gübre-2, BO-1=Brokoli-organik ticari gübre-1, FAK=Fiğ+arpa-kompost, FAO-2=Fiğ+arpa-organik ticari gübre-2, FAO-1=Fiğ+arpa-organik ticari gübre-1, KK=Kontrol-kompost, KO-2=Kontrol-organik ticari gübre-2, KO-1=Kontrol-organik ticari gübre-1

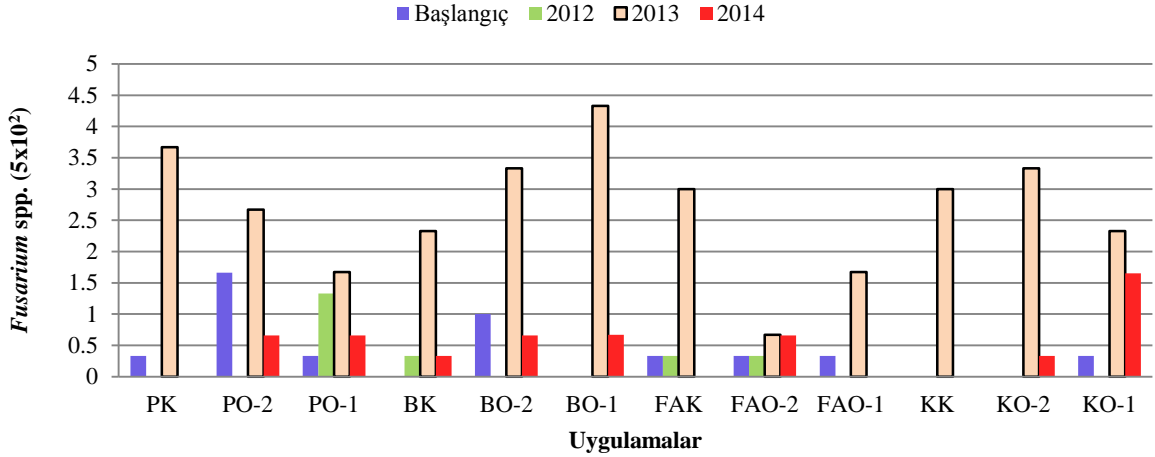
Her bir ön bitki (pırasa, brokoli, fiğ+arpa karışımı ve kontrol) ve organik gübre (kompost, organik 1 ve 2) uygulamasında tespit edilen fungus tür ve miktarının farklı olduğu tespit edilmiştir.

Ön bitki ve organik gübre uygulandıktan sonra domates yetiştirilen topraklardaki *Penicillium* ve *Aspergillus* cinslerinin sayısının başlangıça göre oldukça azaldığı saptanmıştır. Başlangıçta toprakta bulunan *Sclerotium* cinsi 2012, 2013 ve 2014 yıllarında deneme alanında tespit edilmemiştir. Buna karşılık başlangıçta ve 2012 yılında deneme alanında tespit edilmemiş olan *Pythium* (2013 ve 2014 yılları) ve *Rhizoctonia* (2013 yılı) gibi çökerten etmenleri saptanmıştır. Denemenin ikinci ve üçüncü yılında ise farklı olarak antagonist funguslardan *Acremonium* cinsi belirlenmiştir (Çizelge 3).

Deneme alanında yıllara göre *Fusarium* türlerinin dağılımı incelendiğinde, 2012 yılında farklı ön bitki ve organik gübre uygulamalarından sonra domates yetiştirilen alanlardaki *Fusarium* miktarının başlangıça göre azaldığı görülmektedir. Buna karşılık 2013 yılında alınan toprak örneklerinde *Fusarium* miktarında ciddi artış meydana geldiği belirlenmiştir (Şekil 1 ve 2). Bu

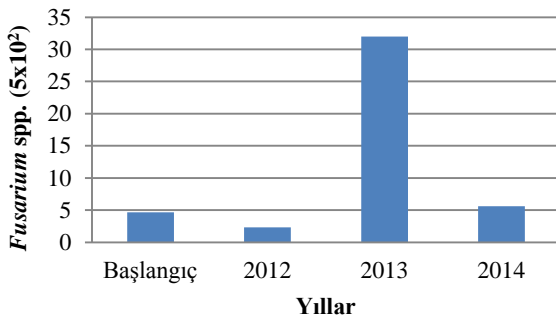
durumun konukçu ile patojen *Fusarium* spp. arasındaki hastalık ilişkisinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Samsun yöresinde yapılan bir çalışmada *Fusarium*'un domateste toprak patojenleri arasında en yaygın patojen olduğu ve funguslar arasında bulunma oranının 2005 yılında %87.1 ve 2006 yılında %91.8 olduğu bildirilmiştir (Erol ve Tunalı, 2009). 2014 yılında farklı ön bitki ve organik gübre uygulamalarından sonra domates yetiştirilen alanlardaki *Fusarium* miktarının 2013 yılına göre tekrar azaldığı saptanmıştır. Özellikle, brokoli-kompost (BK) uygulaması haricinde, diğer ön bitki ve kompost uygulamalarında [pırasa-kompost (PK), fiğ+arpa-kompost (FAK) ve kontrol-kompost (KK)] *Fusarium* spp.'e rastlanmamıştır (Çizelge 3 ve Şekil 1). Cheuk ve ark. (2005), *F. oxysporum radices-lycopersici*'nin tavuk gübresinden hazırlanan kompostlarda baskı altına alındığını bildirmişlerdir.

Deneme yıllarında yapılan morfolojik tür teşhislerinde *Fusarium* cinsine ait izolatlar içinde *F. solani*, *F. oxysporum F. subglutinans*, *F. proliferatum*, *F. semitectum*, *F. javanicum* ve *F. acuminatum* türleri tespit edilmiştir. Bu çalışmada, *Fusarium* cinsi içinde en



Şekil 1. 2011-2014 yılları arasında organik domates üretimi sonrası farklı ön bitki ve organik gübre uygulamalarına ait parsellerden alınan toprak örneklerindeki *Fusarium* spp. miktarı (PK=Pırasa-kompost, PO-2=Pırasa-organik ticari gübre-2, PO-1=Pırasa-organik ticari gübre-1, BK=Brokoli-kompost, BO-2=Brokoli-organik ticari gübre-2, BO-1=Brokoli-organik ticari gübre-1, FAK=Fiğ+arpa-kompost, FAO-2=Fiğ+arpa-organik ticari gübre-2, FAO-1=Fiğ+arpa-organik ticari gübre-1, KK=Kontrol-kompost, KO-2=Kontrol-organik ticari gübre-2, KO-1=Kontrol-organik ticari gübre-1)

yoğun bulunan türün *F. oxysporum* olduğu belirlenmiştir. Elde ettiğimiz bu bulguların domateslerde *F. oxysporum* türünün hem köklerde hem de rizosferde en yaygın patojen fungus olduğunu bildiren Swer ve ark. (2011)'in bulgularıyla uyumlu olduğu görülmektedir. Yapılan bir başka çalışmada ise *F. oxysporum*'un toprakta bulunma miktarı ile bitki köklerinde bulunma miktarı arasında doğru oranda bir ilişki olduğu, ancak organik topraklarda *F. oxysporum*'un bitkiye kolonizasyonunun konvansiyonel tarım alanlarına oranla daha az olduğu bildirilmiştir (Wu ve ark., 2008).



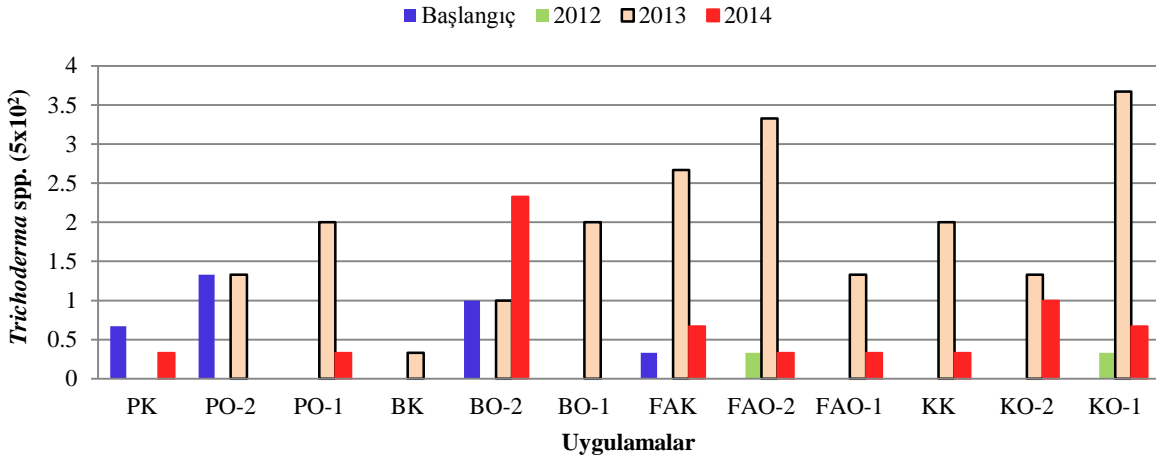
Şekil 2. Deneme alanında yıllara göre *Fusarium* spp. miktarı

Bu araştırma alanı Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Bafra Deneme istasyonunda organik tarıma ayrılmış sertifikalı parsellerinde kurulmuştur. Deneme kurulmadan önce buğday hasadından sonra 2011 yılının Temmuz ayında alınan toprak örneklerinde *Trichoderma* cinsine rastlanmıştır (Çizelge 3). Bununla birlikte 2012 yılında ön bitki ve organik gübre uygulanan alanda domates yetiştiriciliğinden sonra

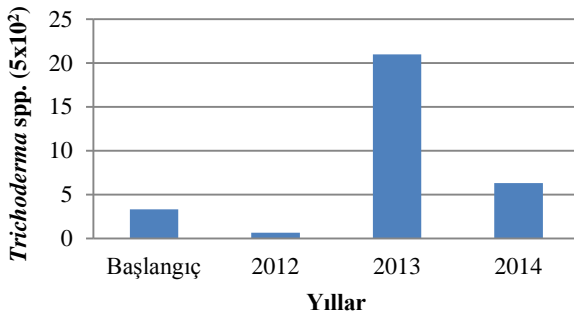
alınan toprak örneklerinde fiğ+arpa-organik ticari gübre-2 (FAO-2) ve kontrol-organik ticari gübre-1 (KO-1) uygulamaları dışında diğer uygulamalarda *Trichoderma* cinsi tespit edilmemiştir. Buna karşılık 2013 yılında *Trichoderma* türlerinde ciddi oranlarda artış olduğu görülmektedir (Çizelge 3, Şekil 3 ve 4). Kök salgıları fungusların rizosfer toprağındaki dağılım ve aktivitelerinde önemli rol oynamaktadır (Singh ve ark., 1980). 2014 yılında tespit edilen *Trichoderma* cinsi miktarı 2013 yılına göre az olmakla birlikte, diğer yıllara göre yüksek bulunmuştur (Şekil 4).

FAK ve KO-1 uygulamasına ait parsellerden başlangıçta alınan toprak örneklerinde saprofitik funguslar dışında antagonist veya patojenik olabilecek funguslar tespit edilememiştir. Başlangıçta diğer parsellerde de patojen mikroorganizma miktarlarının antagonist mikroorganizma miktarından yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 5).

2012 yılında ise sadece KO-1 uygulamasında antagonist mikroorganizma miktarında önemli artışlar olduğu görülmektedir. 2013 yılında da FAO-2, pırasa-organik ticari gübre-1 (PO-1) ve KO-1 uygulamalarında antagonist mikroorganizma miktarı yüksek bulunurken, diğer uygulamalarda patojen mikroorganizma miktarı yüksek bulunmuştur. Brokoli-organik ticari gübre-2 (BO-2), FAK, fiğ+arpa-organik ticari gübre-1 (FAO-1), KK ve kompost-organik ticari gübre-2 (KO-2) uygulamalarında 2014 yılında antagonist miktarının yüksek olduğu saptanmıştır. Bu uygulamalarda antagonist mikroorganizma miktarı artarken patojen miktarının azaldığı veya hiç saptanmadığı görülmektedir (Şekil 5). Serra-Wittling ve ark. (1996) antagonist mikroorganizmalardan *Trichoderma*, *Paecilomyces* ve *Gliocladium* spp.'nin organik tarım yapılan tarlalarda arttığını, buna karşılık patojen olduğu bilinen *Pythium*, *Phytophthora* ve *Fusarium* spp.'nin



Şekil 3. 2011-2014 yılları arasında organik domates üretimi sonrası farklı ön bitki ve organik gübre uygulamalarına ait parsellerden alınan toprak örneklerindeki *Trichoderma* spp. miktarı (PK=Pırasa-kompost, PO-2=Pırasa-organik ticari gübre-2, PO-1=Pırasa-organik ticari gübre-1, BK=Brokoli-kompost, BO-2=Brokoli-organik ticari gübre-2, BO-1=Brokoli-organik ticari gübre-1, FAK=Fiğ+arpa-kompost, FAO-2=Fiğ+arpa-organik ticari gübre-2, FAO-1=Fiğ+arpa-organik ticari gübre-1, KK=Kontrol-kompost, KO-2=Kontrol-organik ticari gübre-2, KO-1=Kontrol-organik ticari gübre-1)



Şekil 4. Deneme alanında yıllara göre *Trichoderma* spp.'nin miktarı

azaldığını bildirmektedirler. Organik ve sentetik gübrelemenin organik ve konvansiyonel tarım yapılan tarlalarda mikrobiyotanın etkisi üzerine yapılan bir araştırmada, organik gübreleme yapılan parsellerde *Trichoderma* türlerinde önemli artış olurken aynı parsellerde *Pythium* ve *Phytophthora* miktarında konvansiyonel tarım yapılan parsellere oranla azalma olduğu ve *Fusarium* miktarında ise bir farklılık oluşmadığı belirlenmiştir (Bulluck ve ark., 2002).

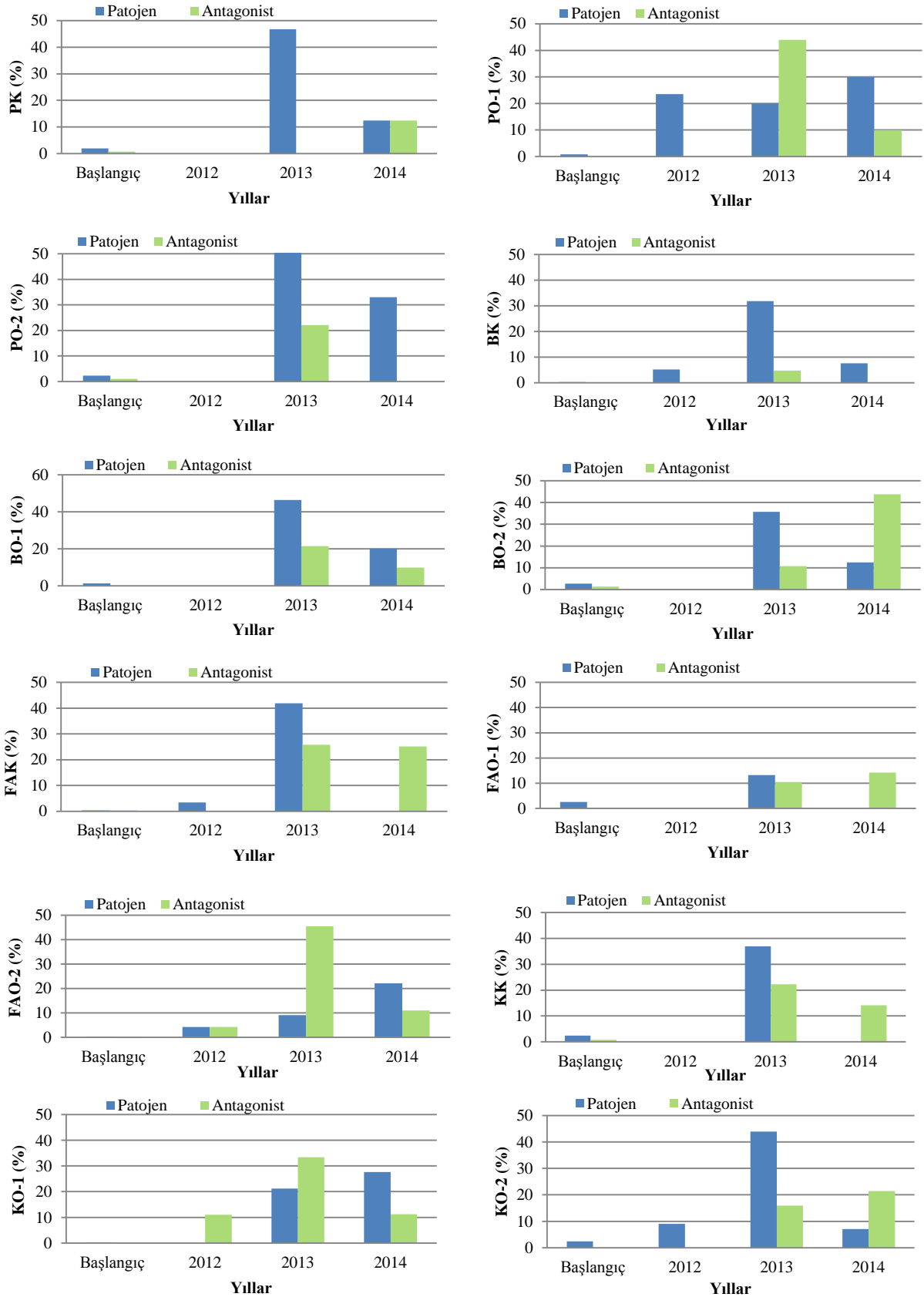
Her bir ön bitki (pırasa, brokoli, fiğ+arpa karışımı ve kontrol) ve organik gübre (kompost, organik 1 ve 2) uygulamasından sonra domates yetiştirilen toprak örneklerindeki patojen ve antagonist tür ve miktarlarının farklı olduğu görülmektedir (Şekil 5). Mills ve ark. (2002), Solanaceae bitkilerinde *Phytophthora capsici* ve *Septoria lycopersici*'nin kompost uygulanan tarlalarda azaldığını bildirmektedir. Yapılan çalışmalarda *Rhizoctonia solani* ve *Streptomyces scabies*'in enfeksiyon şiddetinin çiftlik gübresi uygulanan tarlalarda azaldığı ortaya konulmuştur (Tsrör-Lakhim ve

ark., 2001; Lazarovits ve ark., 2008). Cwalina-Ambroziak ve Wrzbowska (2009) çiftlik gübresi uygulaması yapıldığında patojen miktarında azalma olduğunu, çiftlik gübresi miktarının 2 katına çıkınca azalmanın büyük miktarlara ulaştığını bildirmişlerdir. Aynı araştırmacılar, verimkompost uygulamasının patojen olmayan saprofit özellikli funguslardan *Aspergillus* ve *Penicillium* oranlarında bir artışa neden olduğunu belirtmişlerdir.

Deneme başlangıcı ve yıllara göre toprak örneklerindeki toplam patojen ve antagonist mikroorganizma miktarları incelendiğinde başlangıca göre hem patojen hem de antagonist mikroorganizma miktarı artmıştır. Antagonist mikroorganizma miktarı denemenin 2012 ve 2013 yıllarında patojen mikroorganizma miktarından düşük bulunurken, 2014 yılında benzer seviyelerde bulunmuştur (Şekil 6). Uygulamaların birçoğunda hem patojen hem de antagonist mikroorganizma miktarları 2013 yılında diğer yıllara göre bir hayli yüksek bulunmuştur. Abawi ve Widmer (2000) organik gübrelerin uygulandığı organik tarım topraklarında patojenik fungusların ve antagonistik organizmaların artış gösterdiğini, ancak patojenlerin bitkilerde önemli sayılabilecek hastalıklara yol açmadıklarını ve antagonist organizmaların da hastalıkların baskı altında tutulmasını sağladıklarını bildirmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçlar Abawi ve Widmer (2000)'in sonuçları ile uyumludur.

4. Sonuç

Topraktaki fungal flora etki eden birçok faktör vardır. Bunların başında iklimsel faktörler, bitki deseni, tarımsal faaliyetler, toprak işleme metotları vs. gelmektedir. Bu çalışmada ön bitki ve organik gübre uygulamalarının organik domates tarımı yapılan



Şekil 5. 2011-2014 yılları arasında organik domates üretimi sonrası farklı ön bitki ve organik gübre uygulamalarına ait parsellerden alınan toprak örneklerindeki patojen ve antagonist mikroorganizma miktarları (%)

parsellerde faydalı mikroorganizmaları artırdığı belirlenmiştir. Bu çalışmada, *Fusarium* cinsi içinde en yoğun bulunan türün *F. oxysporum* olduğu saptanmıştır. Ancak, *F. oxysporum* içerisinde de nonpatojenik antagonist izolatlar bulunabilir. Organik yetiştiricilikte organik gübreleme ve ön bitkilerin toprak floradaki değişimlere etkisinin incelendiği çalışmamız bir ön çalışma niteliğinde olup, bundan sonraki organik tarımla ilgili çalışmalarda topraktaki mikobiyotanın bitkilerdeki hastalıklara etkisi üzerinde detaylı çalışmalar yapılması uygun olacaktır.

Teşekkür

Desteklerinden dolayı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü'ne (Proje No: BBOT-11-11) teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abawi, G.S., Widmer, T.L., 2000. Impact of soil health management practices on soil-borne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology*, 15: 37-47.
- Anonim, 2010. Gübre denetim rehberi. http://www.tugem.gov.tr/document/gubre_denetim_rehber_i.doc. Erişim: 01.12. 2012.
- Asan, A., 2004. Check list of *Aspergillus* and *Penicillium* species reported from Turkey. *Mycotaxon*, 89(1): 155-157.
- Azaz, A.D., Hasenekoğlu, I., 1997. An investigation into the microfungus flora of field soils in the GAP (Southeastern Anatolia Project) Irrigation Area of Harran Plain. *Tr. J. of Botany*, 21: 165-172.
- Barnett, H.L., Hunter Barry, B., 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*, APS Press. Fourth Edition, p. 218.
- Bulluck, L.R., Brosius, M., Evanoylo, G.K., Ristaino, J.B., 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial, physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Appl. Soil Ecol.*, 19: 147-160.
- Cheuk, W., Lo, K.V., Coperman, R., Joffie, P., Fraser, B.S., 2005. Disease suppressio on glasshouse tomotoes using plant waste compost. *Journal of Environmental Science and Health*, 40(30): 449-461.
- Cwalina-Ambroziak, B., Bowszys, T., 2009. Changes in fungal communities in organically fertilized soil. *Plant Soil Environ.*, 55(1): 25-32.
- Dhingra, O.D., Sinclair, J.B., 1995. *Basic Plant Pathology Methods*. CRC Press, Boca Raton.
- Dick, M.W., 1990. *Keys to Pythium*. College of Estate Management, Reading, 64 s, UK.
- Duman, İ., Algan, N., 2012. Organik tarımda ekim nöbeti uygulaması. *Organik Tarım*. (Güncellenmiş 2. Baskı). Ankara.
- Erol, F.Y., Tunalı, B., 2009. Determination root and crown rot diseases in tomato growing area of Samsun province. *Acta Horticulturae*, 808: 65-69.
- Eyjolfsdottir, G.G., 1995. Soil fungi isolated from Icelendic farmland. *Acta-Botanica-Islandica*, 12: 53-62.
- Gerlach, W., Nirenberg, H., 1982. The Genus *Fusarium*-a Pictorial Atlas. Kommissionsverlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. pp.406.
- Lamey, H.A., Diaper, M.A., 1992. Disease management in home-grown tomatoes. NDSU. www.ag.ndsu.edu.
- Lazarovits, G., Hill, J., Patterson, G., Conn, K.L., Crum, N.S., 2008. Edaphic soil levels of mineral nutrients, pH, organic matter and cationic exchange capacity in the geocaulosphere associated with potato common scab. *Phytopathology*. 97(9): 1071-1082.
- Lessie, J., Summerell, B.A., 2006. *The Fusarium*. Laboratory Manual. Blackwell Publishing Ltd. Oxford OX4 2DQ, UK. Pp: 278.
- Mills, D.J., Hoffman, C.B., Teasdale, J.R., 2002. Factor associated with foliar disease of staked fresh tomatoes grown under differing bed strategies. *Plant Disease*, 86: 356-361.
- Oskay, F., 2007. Çankırı İli Eldivan İlçesi Karaçam Ormanı Topraklarındaki Fungal Floranın ve İn-Vitro'da Antagonistik Etkileşimlerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Serra-Wittling, C., Houot, S., Alabouvette, C., 1996. Increased soil suppressiveness to *Fusarium* wilt of flex after additional of municipal solid waste compost. *Soil Biol. Biochem.* 28: 1207-1214.
- Singh, C.P., Mishra, M.M., Yadav, K.S., 1980. Solubilization of insoluble phosphates by thermophilic fungi. *Ann Microbiol* 131: 289-296.
- Smith, J.L., Collins, H.P., 2007. Management of organisms and their processes in soils. In *soil microbiology, ecology and biochemistry*, third ed. Ed. EA Paul, pp. 471-502, Academic Press, Salt Lake City.
- Suzuki, C., Takenaka, M., Oka, N., Nagaoka, K., Karasawa, T., 2012. A DGGE analysis shows that crop rotation systems influence the bacterial and fungal communities in soils. *Soil Science and Plant Nutrition*, 58: 288-296.
- Swier, H., Dkhar, M.S., Kayang, H., 2011. Fungal population and diversity in organically amended agricultural soils of Meghalaya, India. *Journal of Organic Systems*, 6(2): 3-12.
- Tsrör-Lahkim, Barack, R., Sneh, B., 2001. Biological control of black scurf on potato under organic management. *Crop Protection*, 20: 145-150.
- Turhan, G., Turhan, K., Duman, İ., Yolageldi, L., Bozokalfa, K., 2007. Bazı lahana grubu (Cruciferae fam.) sebzelerden sonra yetiştirilen domates, biber ve patlıcan bitkilerinde toprak kaynaklı fungal hastalıkların oluşumu ve bitki gelişim özelliklerinin belirlenmesi. TÜBİTAK, TOVAG 3173 Nolu Proje Kesin Sonuç Raporu.
- Wakelin, S.A., Gupta, V.V., Harvey, P.R., Ryder, M.H., 2007. The effect of *Penicillium* fungi on plant growth and phosphorus mobilization in neutral to alkaline soils from southern Australia. *Can J Microbiol*, 53: 106-115.
- Wu, T., Chellemi, D.O., Graham, J.H., Martin, K.J., Rosskopf, E.N., 2008. Comparison of soil bacterial communities under diverse agricultural land management and crop production practices. *Microb. Ecol.* 55: 293-310.
- Zhou, D., Hyde, K.D., 2002. Host specificity, host-exclusively and host-recurrence in sabrobic fungi. *Mycological Research*, 105: 1449-1457.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.260977



Samsun ili tarımsal üretici örgütleri arasındaki işbirliğinin örgüt başarısına etkisi

Mehmet Aydoğan^{a*}, Kürşat Demiryürek^b, Ahmet Yulafcı^c

^aKaradeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, ^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun, ^cÇankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Pazarlama Bölümü, Çankırı
*Sorumlu yazar/corresponding author: aydogan.mehmet@tarim.gov.tr

Geliş/Received 08/09/2015

Kabul/Accepted 08/04/2016

ÖZET

Bu çalışma Samsun ilinde faaliyet gösteren tarımsal üretici örgütlerinin kendi aralarında yaptıkları yatay işbirliğinin; tarımsal örgütün başarısına etkisini tespit etmek amacıyla 2013 yılında yapılmıştır. Araştırmada kullanılan veriler, Samsun ilinde faaliyet gösteren 59 farklı tarımsal üretici örgütünün yöneticilerinden anket ve mülakat yoluyla elde edilmiştir. Tarımsal üretici örgütlerinin sosyoekonomik değişkenler açısından karşılaştırılmasında frekans, Student's t testi ve ki-kare analizi; örgütlerin oluşturduğu sosyal ağa ait çıkarımların elde edilmesinde SAA analiz yöntemlerinden yoğunluk ve ortalama derece analizleri; başarı durumları ile iş birliği düzeylerinin karşılaştırılmasında ise korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Araştırma sonuçlarında, incelenen tarımsal üretici örgütlerinin %59'unun başarısız olduğu; tarımsal kalkınma kooperatiflerinin (%63) tarımsal üretici birliklerine (%55) göre daha başarısız olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın bir diğer bulgusu ise kendi aralarında işbirliği yapan tarımsal üretici örgütlerinin işbirliği yapmayanlara göre daha başarılı olduklarıdır. Başarılı tarımsal üretici örgütlerinin üye sayısı, üyelerin mali yükümlülüklerini yerine getirme oranı ve istihdam edilen personel sayısı başarısız olanlara göre daha fazla olduğu saptanmıştır. Aynı şekilde başarılı tarımsal üretici örgütlerinin üye sayısının yıllara göre artma durumu daha fazla iken başarısız olanların üye sayılarında bir değişim olmayanların oranı daha fazladır. Üye sayısındaki yıllara göre değişim başarısız tarımsal üretici örgütlerinde daha yüksek olduğu görülmektedir. Başarılı ve başarısız tarımsal üretici örgütlerinin yöneticilerinin eğitim düzeyleri ve daha önce başka bir yerde yöneticilik yapma deneyimleri arasında fark olmadığı tespit edilmiştir. Daha önce yöneticilik ve organizasyon konularında eğitim alan yöneticilerin oranı, başarılı olan tarımsal üretici örgütlerinde daha fazladır. Tarımsal üretici örgütlerinin başarı durumları ile işbirliği düzeyleri ve diğer örgütlerle olan ilişki sayıları (derece) arasında pozitif yönlü orta derecede bir ilişki bulunmaktadır. Tarımsal üretici örgütlerinin başarısı için yatay işbirliğinin artırılmasına yönelik çalışmaların yapılması ve bu örgütlerde yöneticilik görevinde bulunanlara yönetim ve organizasyon konusunda eğitimler verilmelidir.

Anahtar Sözcükler:
Kalkınma
kooperatifleri
Örgüt başarısı
Örgütler arası işbirliği
Samsun
Üretici birlikleri

The effects of the collaboration among the agricultural producers organizations on organizational success in Samsun province

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of the horizontal collaboration of the agricultural producers' organization on the organizational success in Samsun province. The primary and basic material of the study are the data collected through interviews from managers of agricultural producers' organizations. In the study, interviews were conducted with 59 managers. The socioeconomic characteristics of organizations and managers were compared with frequency, Student's t test and chi-square test. The social network of the organizations was analyzed by the degree centrality and density measures of social network analysis techniques. The relations between the success of the organizations and collaboration level and degree of the organizations tested with Spearman correlation test. The research results show that 59% of agricultural producers' organization were financial sense fail. Also the agricultural development cooperatives were more financial sense fail than agricultural producer associations. The organizations that cooperate among themselves were more financially successful than those who do not cooperate with each other. The number of staff employed, the ratio of bringing the financial obligations of members and the number of members of the successful organizations were more than the unsuccessful organizations. Additionally, while the number of members of the successful

Keywords:
Agricultural
development
cooperatives
Organizational success
Collaboration
Samsun
Agricultural unions

organizations increased, the number of members of unsuccessful organization were stable. There were no statistically difference among education levels and management experience of the managers of successful organizations and unsuccessful organizations. In the successful organizations, the ratio of the educated managers about administration and organizations techniques were more than unsuccessful organizations. There were statistically relations among collaboration levels and degrees of the organizations and the organizational success. The horizontal collaboration among the organizations should be set up to succeed organizations. Also the managers should be educated about administration and organizations techniques continuously.

1. Giriş

Tarım sektörü dünya da olduğu gibi Türkiye'de de gerek insan gıdası ve gerekse diğer sektörlerin hammadde ihtiyaçlarını karşılama yeteneği açısından oldukça önemli bir sektördür. Türkiye'nin 2013 yılı Gayrisafi Yurt İçi Hâsılası (GSYİH) içinde tarım sektörü %7.2'lik bir paya sahip iken istihdam edilenler içerisinde tarım sektörü %23.6'lık bir paya sahiptir (TÜİK, 2015). Türkiye'deki tarım işletmelerinin küçük ölçekli, teknoloji kullanımı yetersiz, emek-yoğun çalışılan ve işletme sermayelerinin yetersiz durumda olduğu bilinmektedir. Sektörün bu yapısı, üreticilerin ucuz girdi, finansman, yeterli teknik bilgi, pazar ve fiyat bilgisine ulaşamamasına neden olmaktadır. Bununla birlikte kırsal alandaki yerleşim yerlerinin dağılımı olmasa, pazarlama zincirinin uzunluğu, yeterli depolama şartlarının olmaması ve üreticiler arasında yetersiz örgütlenme gibi sebeplerle üreticiler pazar şartlarında oluşan fiyatlarla rekabet edememektedirler. Türkiye'de üreticilerin pazarlanabilir, sağlıklı ve standart ürünler ürettikten sonra emeklerinin karşılığını alabilmeleri ancak kendi örgütlerini kurabilmeleri ile mümkün olacaktır.

Özellikle kırsal alandaki sosyal hayat incelendiğinde yardımlaşma, işbirliği, dayanışma ve belli bir ortak amacı gerçekleştirmek için çeşitli kurumların bünyesinde bir araya gelme geleneğinin olduğu görülmektedir. Bu kurumlara günümüzde de kırsal alanda sürdürülen imece, kooperatifler ve üretici birlikleri örnek olarak gösterilebilir.

Türkiye'deki tarımsal üretici örgütlerinin genel yapısı incelendiğinde, sayıları oldukça fazla ancak üye sayıları ile orantılı olarak etkinliklerinin çok düşük olduğu görülmektedir. Üretici örgütlerinin ortak amacı; üyelerini eğitim ve yayım yolu ile bilinçlendirmek, pazara göre üretim yapılmasını sağlamak, tarım politikalarının belirlenmesinde ve üreticilerin çıkarlarını korumada etkin rol almak şeklinde özetlenebilir.

Araştırma bölgesinde 35 üretici birliği, 67 tarımsal kalkınma kooperatifi, 17 ziraat odası bulunmaktadır. Tarımsal üreticilerin emeklerinin karşılığını alabilmeleri için bu üretici örgütlerinin aktif olarak çalışması gerekmektedir. Üretici örgütlerinin kuruluş amaçları doğrultusunda etkin olarak çalışması ile tarım sektöründe üretim belirli bir plan çerçevesinde, hem iç pazarda hem de dış pazarda kolayca pazarlanabilecek standartlarda ürünlerin üretilmesi sağlanabilecektir.

Aynı şekilde, üretici örgütleri piyasadaki fiyatın oluşmasında ve ürünlerin pazarlanmasında söz sahibi

olabileceği için üreticiler ürünlerini hak ettikleri fiyat seviyesinden satabileceklerdir. Diğer taraftan, üreticiler birlikte hareket etme gücünü kullanarak girdileri toplu olarak ve daha ucuza satın alarak maliyetlerini düşürebileceklerdir. Dolayısı ile üretici örgütlerinin etkinliğinin artması üreticilerin gelir seviyesinin artmasına neden olabilecektir.

Türk tarımında üretici örgütlenmesi mesleki örgütlenme ve ekonomik örgütlenme olarak ikiye ayrılmaktadır (Yercan, 2007). Tarımsal mesleki örgütlenme, üreticilerin meslek standartlarını belirleyen, haklarını savunan ve çıkarlarını gözetken kurumlar niteliğinde olan Ziraat Odaları, Çiftçi Dernekleri ve Sendikalarından oluşmaktadır. Üzerinde durulması gereken ve üreticinin ekonomik olarak refaha kavuşmasını amaçlayan üreticilerin ekonomik örgütlenmesidir. Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri, Sulama Birlikleri, Damızlık Sığır Yetiştirici Birlikleri ve Üretici Birlikleri üreticinin ekonomik örgütlenmesindeki örgütlenme şeklini oluşturmaktadır.

Tarımsal üretici örgütleri, belirli amaçları gerçekleştirmeyi hedeflemiş ve aralarında ilişkiler bulunan aktörleri bir araya getiren bir sosyal ağ olarak kabul edilebilir. Dolayısı ile bu örgütlerde yer alan kişiler arasındaki etkileşimlerin incelenmesi, analiz edilmesi ve yorumlanması örgütün devamlılığı açısından gereklidir. Bir aktörler kümesini ifade eden sosyal ağlar bireylerden oluşabileceği gibi bir coğrafi bölgedeki aynı veya farklı tipteki örgütlerin bir araya gelmesi olarak da düşünülebilir (Jarosz, 2000). Örgütler arası ilişkiler belirli bir amaca ulaşmak için sinerji yaratabilir. Örgütler arasındaki ilişkilerin kuvvetlendirilmesi, örgütlere ekonomik ve sosyal anlamda fayda sağlayacaktır. Kendi aralarında güvene dayalı bir ilişki (sosyal sermaye) ve işbirliği ortamı kurmaları tek başlarına üstesinden gelemeyecekleri sorunların çözümünde kolaylıklar sağlayacaktır. Tarımsal üretici örgütleri, yerel kaynakların yerel işbirliği içerisinde yönetimi konusunda önemli birer aktördürler (Folke ve ark., 2005).

Tarımsal üretici örgütleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, çalışmaların tarımsal üretici örgütlerinin tarihi gelişimi (Bilgin ve Taniyıcı, 2008; Altınkaya, 2010), üreticilerin örgütlenme düzeyi ve örgütlenmeye bakış açıları (Karlı ve Çelik, 2003; Armağan ve Özden, 2008; Terin ve Çelik Ateş, 2010), çiftçi örgütlerinin üyelere yönelik etkinliği (Karlı ve Çelik, 2003), kırsal kesimdeki üretici örgütlenmesinin kalkınmadaki rolü (İnan, 1987), üretici birliklerinin üretici ihtiyaçlarını karşılama becerileri (Yılmaz ve ark., 1989), tarımsal

kalkınma kooperatiflerinin tarımsal ürünlerin pazarlanmasındaki rolü (Everest, 2009), tarımsal teknoloji geliştirmede kamu ve tarımsal örgütler arasındaki işbirliği (Copestake, 1990) ve son zamanlardaki çalışmalarda ise AB’de tarımsal üretici örgütlenmesi ve Türkiye’deki örgütlenme modelinin karşılaştırıldığı (Yercan, 2007) görülmektedir. Bununla birlikte, örgüt kültürü ve tarımsal üretici örgütleri ilişkisi (Yüksel, 2006) ve küresel mali krizlerin etkisini azaltmada tarımsal örgütlerin rolünü (Özdemir ve ark., 2011) araştıran spesifik çalışmalara da rastlanılmaktadır.

Konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, Türkiye’deki tarımsal üretici örgütlerinin piyasa düzenlenmesinde önemli bir aktör görevini üstlenemediği (Gazanfer, 2007; Keskin ve ark., 2008) ve bu eksiklikten dolayı üretici-tüketici arz zincirinin uzadığı (Saner, 1993; Çukur, 2006; Günaydın, 2007; Yılmaz ve Aydoğmuş, 2007; Keskin ve ark., 2008) görülmekte; bunun sonucunda da üreticiler ürettikleri ürünü rekabet şartları oluşmadan aracılara satmak durumunda kalmaktadırlar. Hâlbuki üreticiler örgütlü bir şekilde hareket edebilseler, hem ucuz girdi temin ederek maliyetlerini düşürebilecekler hem de tarımsal üretici örgütünün piyasa düzenleyici rolünün olumlu etkisinden yararlanabileceklerdir.

Karlı ve Çelik (2003), GAP’da yaptıkları çalışmalarında; çiftçilerin eğitim düzeyinin düşük, örgütlenme bilincinin zayıf ve çiftçi örgütlenmesinin yetersiz olduğunu; kırsal alanda yaşayan insanların refah düzeyinin yükseltilebilmesi için üretici örgütlenmesine ihtiyaç olduğunu ifade ederken; Yılmaz ve ark. (2009), tarım kooperatifleri, üretici birlikleri gibi organizasyonların yeterince etkin olamadıklarını ileri sürmektedirler. Everest (2009) ise tarımsal üretici örgütlerinin pazarlama kanalında belli aşamalara kadar rol aldığı ancak ürün fiyatlarının belirlenmesinde bir rol alamadıklarını ileri sürmektedir.

Uluslararası Kooperatifler Birliği’nin (ICA) 20-23 Eylül 1995 tarihleri arasında İngiltere’nin Manchester şehrinde yapılan 31. Kongresinde kooperatifçilik ilkeleri yeniden şekillenerek kooperatifler arasında işbirliği; “Kooperatifler, yerel, ulusal, bölgesel ve uluslararası oluşumlarla birlikte çalışarak ortaklarına daha etkin bir şekilde hizmet eder ve kooperatifçilik hareketini güçlendirir” şeklinde tanımlanmıştır. Ancak daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde bu konuda yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Österblom ve Bodin (2012) Güney Kutup Denizinde (Southern Ocean) kaçak ve kayıt dışı balık avcılığının azaltılması amacıyla işbirliği yapan örgütleri uluslararası düzeyde sosyal ağ olarak ortaya koymuş ve bu sosyal ağın yapısını ve fonksiyonlarını sosyal ağ analizi (SAA) ile incelemiştir. Araştırma sonucunda, örgütlerin aynı türdeki diğer örgütlerle daha fazla işbirliği yapma eğiliminde oldukları tespit edilmiştir.

Bu araştırma çalışmasında, tarımsal üretici örgütlerinin başarı durumlarının tespit edilmesi; başarı durumlarını etkileyen faktörlerin saptanması, örgütlerin başarı durumları ile diğer örgütlerle olan ilişkilerinin

başarı durumuna etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın ana materyalini Samsun ilindeki Üretici Birlikleri ve Tarımsal Kalkınma Kooperatiflerinin yöneticilerinden anket yoluyla elde edilen veriler oluşturmaktadır. Araştırmada, daha önce yapılmış çalışmalar, tarımsal kuruluşların veri tabanları ve TÜİK verileri gibi ikincil verilerden de yararlanılmıştır.

2.2. Yöntem

2.2.1. Örneklem aşamasında uygulanan yöntem

Araştırmada ana kitle, Samsun ilindeki üretici birlikleri ve tarımsal kalkınma kooperatiflerinin yöneticilerinden oluşmaktadır. Samsun ilindeki mevcut üretici birlikleri ve tarımsal kalkınma kooperatiflerinin listesi Gıda, Tarım ve Hayvancılık Samsun İl Müdürlüğü kayıtlarından temin edilmiştir. Samsun ilinde 2013 yılı itibari ile 36 tarımsal üretici örgütü ve 70 tarımsal kalkınma kooperatifi bulunmaktadır. Araştırmada tamsayım yöntemine göre anket çalışması yapılması hedeflenmiş ancak bazı tarımsal üretici örgütlerinin yeterince faal olmaması ve cevap alamama sebebi ile 59 tarımsal üretici örgütü yöneticisi ile görüşülmüştür. Bu araştırma kapsamında veri toplama yöntemleri arasından anket ve mülakat yöntemi uygulanmıştır. Mülakat; iki veya daha fazla sayıda insan arasında belli bir amaç etrafında yüz yüze yapılan tartışmalar olarak tanımlanmaktadır (Altunışık ve ark., 2004). Anket formları ile tarımsal üretici örgütlerinin üye sayısı, geliri, personel istihdamı, örgüt yöneticilerine ilişkin sosyoekonomik değişkenler ile örgütler arası işbirliği düzeyi değişkenleri ölçülmüştür. Anketler proje personeli tarafından 2013 yılı Ağustos ve Eylül aylarında uygulanmıştır.

2.2.2. Verilerin değerlendirilmesinde uygulanan yöntem

Elde edilen veriler; üç kategoride değerlendirilmiştir. İlk olarak incelenen birlik ve kooperatiflerin kuruluş amaçları ile kanuni görevlerinin tanımlanmasında 5200 ve 1163 sayılı kanunlardan yararlanılmıştır. Tarımsal üretici örgütlerinin başarı durumu örgüt yöneticilerinin görüşlerine ve hesaplanan başarı puanlarına dayanarak ve kümeleme analizi kullanılarak ortaya konulmuştur. Başarı puanının hesaplanmasında üretici örgütlerinin kuruluş amaçlarında yer alan faaliyetleri yapma durumu esas alınmıştır. Tarımsal üretici örgütlerinin gerçekleştirdiği faaliyet sayısının, gerçekleştirmesi gereken faaliyet sayısına oranı başarı puanını oluşturmuştur. Örgütlerin hedefledikleri faaliyetlerin niteliği ve sayısı farklı olduğundan başarı puanı farklı örgüt tipleri itibariyle

ayrı ayrı yapılmıştır. Kümeleme analizinde, örgüt yöneticilerinin örgütün başarısı konusundaki görüşleri ve başarı puanları değişkenleri kullanılmıştır. Buna göre 24 adet örgüt başarılı ve 35 adet örgüt başarısız grubunda yer almıştır.

İkinci olarak, tarımsal üretici örgütlerinin işbirliği yaptıkları diğer tarımsal üretici örgütleri tespit edilmiştir. İşbirliği, “iki ya da daha fazla taraf arasında ortak hedeflere yönelik ve karşılıklı yarar elde etmek için paylaşılan sorumluluk, yetki ve hesap verebilirlik temellerine dayalı ilişki” olarak tanımlanmaktadır (Chrislip ve Larson, 1994). Bu çalışmada işbirliğinin düzeyleri, beş kategoride ele alınmıştır. En zayıftan en güçlüye doğru beş işbirliği düzeylerinin özellikleri tanımlanmıştır. Ayrıca işbirliğinin olmadığı düzey olan “yokluk” (0) da eklenerek katılımcıların işbirliğinin olmadığı düzeyi de belirtebilmelerine olanak tanınmıştır. İşbirliği düzeyleri (Hogue, 1993; Borden ve Perkins, 1999; Frey ve ark., 2006) ve özellikleri şöyledir: a) Ağ oluşturma-networking (1 puan) : çevredeki diğer aktörlerin (tarımsal üretici örgütleri) farkında olma; b) Dayanışma (2 puan); Bilgi paylaşımı; c) Koordinasyon (3 puan): Bilgi ve kaynakları paylaşma; d) Koalisyon (4 puan): Fikirlerin ve kararların paylaşılması, her üye bir oy hakkına sahip; e) İşbirliği (5 puan): Tüm aktörler tek bir sisteme dâhildirler ve kararlar uzlaşma ile alınmaktadır.

Her bir tarımsal üretici örgütünün yerel ve bölgesel düzeyde yaptıkları işbirliği bir matris formatında düzenlenerek işbirliği düzeyine göre ağırlıklandırılmıştır. Elde edilen matris sosyal ağ analizi formatına dönüştürülerek, sosyal ağ için yoğunluk ölçümü (density), ağdaki aktörlerin önem derecesi ve konumlarını belirlemek için ise SAA analiz metodlarından derece merkeziet ölçümünden yararlanılmıştır. Bu analizlerin yapılması ve ağırlıklandırılmasında NodeXL ve Pajek paket programları kullanılmıştır. Sosyal ağ analizi; aktörlerin nasıl etkileşimde bulduklarını, bilgi ve kaynakların aktörler ve diğer birimler arasında nasıl hareket ettiğini, aktörlerin rollerinin ve ilişkilerinin nasıl yapılandırıldığını anlamaya yardımcı araçlar sunmaktadır (Spielman ve ark., 2011).

Bu çalışmada, tarımsal üretici örgütlerinin oluşturduğu sosyal ağ grafiğinde; ağda yer alan aktörler küçük kare simgesi ile gösterilmiştir. Grafikteki mavi renk başarılı örgütleri, kırmızı renk başarısız örgütleri ve yeşil renk ise çalışma kapsamında olmayan ama araştırmada anket yapılan örgütlerin işbirliği yaptığı diğer kurum, kuruluş veya tarımsal örgütleri ifade etmektedir. Karelerin boyutunun büyüklüğü örgütün ağdaki önem derecesini ifade etmektedir. Karelerin boyutu büyüdükçe ağda aktörün önemi de artmaktadır. Karelerin yanında yazan rakamlar ise her bir örgütü temsil etmektedir. Grafikte, aktörler arasındaki ilişkilerin yönü ve önem derecesi düz çizgiler ile gösterilmiştir. Kalın çizgiler yüksek düzeyde bir Çizelge 1. Tarımsal üretici örgütlerinin bazı sosyoekonomik özellikleri

işbirliği olduğu; ince çizgiler ise işbirliği düzeyinin düşük olduğu anlamına gelmektedir.

Üçüncü olarak, tarımsal üretici örgütlerinin başarı durumu ile üye sayısı, istihdam edilen personel sayısı, üye sayısında yıllara göre değişim, yöneticinin eğitim düzeyi ve yöneticilik deneyimleri vb. değişkenler Student t testi ve ki-kare analizi ile karşılaştırılmıştır. Tarımsal üretici örgütlerinin başarı durumu ile işbirliği düzeyleri arasındaki ilişkinin test edilmesinde Spearman korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Parametrik ve parametrik olmayan istatistik testlerin uygulanmasında SPSS istatistik paket programından yararlanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Tarımsal üretici örgütlerinin sosyoekonomik özellikleri

Araştırma kapsamında yer alan tarımsal üretici örgütlerinin %49.2’si tarımsal üretici birlikleri, %50.8’i ise tarımsal kalkınma kooperatiflerinden oluşmaktadır. Tarımsal üretici örgütleri faaliyet gösterdikleri üretim kollarına göre incelendiğinde; tarımsal üretici örgütlerinin yarısından fazlası süt üretimi (%59.3), meyvecilik (%13.6) ve hayvan ıslahı (%5.1) alanında faaliyet göstermektedirler. Bu durum, hayvansal üretimde daha kolay örgütlenilme olanağı, bitkisel üretimdeki hal aracıları ile pazarlama imkânının, hayvansal ürünlerin pazarlanmasında olmaması ve süt ürünlerinin kolay taşınabilmesi ile açıklanabilir. Diğer bir etken ise, üreticiler için örgütlenme denildiğinde bunun sadece süt üretiminde olacağını yerleşmiş bir fikir olmasıdır.

Tarımsal üretici örgütleri bazı sosyoekonomik değişkenler açısından karşılaştırılmıştır (Çizelge 1). Tarımsal üretici örgütlerinin üye sayılarındaki değişimlerin tespit edilmesi geleceğe yönelik politikaların oluşturulması açısından önem taşımaktadır. Başarılı tarımsal üretici örgütlerinin ortalama üye sayısının başarısız olanlardan daha fazla olduğu saptanmıştır ve bu fark istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur.

İncelenen tarımsal üretici örgütlerinin sadece %42.4’ünün personel istihdam ettiği belirlenmiştir. Başarılı ve başarısız örgütler istihdam edilen personel açısından değerlendirildiğinde, başarılı örgütlerin ortalama personel istihdamı başarısız olanlara göre daha fazla olduğu saptanmıştır (P<0.05). Benzer şekilde, tarımsal üretici birliklerinin tarımsal kalkınma kooperatiflerinden daha fazla sayıda personel istihdam ettiği belirlenmiştir. Bu durum, bazı tarımsal desteklerin üretici birlikleri aracılığıyla verilmesi ve üretici birliklerine danışman istihdamının teşvik edilmesi ile açıklanabilir.

Değişkenler		Başarılı T.Ü.Ö.*	Başarısız T.Ü.Ö	p
Üye sayısı (ortalama)		362	223	0.044*
İstihdam edilen personel sayısı (ortalama)		3.7	2.3	0.036*
Üyelerin mali yükümlülüklerini yerine getirme oranı (%)		81.7	33.5	0.000*
Üye sayısında yıllara göre değişim (%)	Değişmedi	25	59.0	0.006*
	Azaldı	20	23.1	
	Arttı	55	17.9	
Üyeler ile haberleşme şekli (%)	Yüz yüze	20	17.9	0.019*
	Telefon	40	71.8	
	SMS Sistemi	40	10.3	
Yönetim ve organizasyon konusunda eğitim alma durumu (%)	Evet	54.2	14.3	0.001*
	Hayır	45.8	85.7	
	İlkokul	41.7	37.1	
Yöneticinin eğitim düzeyi (%)	Ortaokul	20.8	17.1	0.816
	Lise ve üzeri	37.5	45.7	
Daha önce başka bir kurumda yöneticilik tecrübesi (%)	Evet	29.2	42.9	0.285
	Hayır	70.8	57.1	
	İhtiyaç duyuldu	75	48.6	
T.Ü.Ö kurulma fikri nasıl doğdu? (%)	Bazı kuruluşların teşviki	25	51.4	0.038*

* Tarımsal üretici örgütü

Tarımsal üretici örgütlerinin gelirlerinin büyük bölümünü üyelerinin mali yükümlülükleri (aidat, ortaklık payı vb.) oluşturmaktadır. Araştırma alanındaki başarılı örgütlerin üyelerinin mali yükümlülüklerini yerine getirme oranı başarısız olanlara göre daha yüksektir ($P<0.000$). Bu durum başarısız örgütlerin başarısız olmasında etkili faktörlerden birisi olarak kabul edilebilir.

İncelenen tarımsal üretici örgütlerinin üye sayılarındaki değişim istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Buna göre başarılı örgütlerin üye sayısı artma eğiliminde iken başarısız örgütlerin üye sayılarının değişmediği tespit edilmiştir. Başarılı örgütler üyeleri ile iletişim kurmada yeni iletişim teknolojilerini kullanırken başarısız örgütlerin genellikle telefon ve yüz yüze görüşme tekniklerini kullandıkları tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Başarılı tarımsal üretici örgütlerinin yöneticilerinin eğitim düzeyleri ($P>0.05$) ve daha önce başka bir kurumda yöneticilik deneyimleri ($P>0.05$) ile başarısız örgütlerin yöneticilerinin bu özellikleri arasında bir farklılık bulunmamaktadır. Ancak yönetim ve organizasyon konusunda eğitim alan yöneticilerin oranı başarılı örgütlerde daha fazla olduğu görülmektedir ($P<0.05$).

Tarımsal üretici örgütünün kurulma fikri ile tarımsal örgütün türü arasında istatistiki olarak bir anlamlılık bulunmazken ($P>0.05$); örgütün başarısı ile örgütün kurulma fikri arasındaki farklılık istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$). Buna göre, ihtiyaç duyulmasından dolayı kurulan örgütler, bazı kurum/kuruluşların tavsiyesi ve yönlendirmesi ile kurulan örgütlerden daha başarılı olduğu söylenebilir.

İncelenen tarımsal kalkınma kooperatiflerinin ancak %23.3'ü üyelerine kâr payı dağıtmaktadır. Geri kalan tarımsal kalkınma kooperatiflerinin büyük

çoğunluğunun zarar ettiği ve mali yükümlülüklerini yerine getiremediği için kapanma aşamasında olduğu tespit edilmiştir. Tarımsal kalkınma kooperatiflerinin mali başarısızlığının nedenleri arasında üyelerin mali yükümlülüklerini yerine getirme konusundaki isteksizlikleri sayılabilir. İncelenen tarımsal örgütlerin üyelerinin ancak %57.6'sının mali yükümlülüklerini düzenli olarak yerine getirdikleri tespit edilmiştir. Üyelerin mali yükümlülüklerini yerine getirememe sebepleri arasında ekonomik durumlarının yıllık aidat ödeyecek kadar iyi olmaması ve öncelikle tarımsal örgütün kendilerine maddi getiri sağlaması beklentisi sayılabilir.

3.2. Tarımsal üretici örgütleri arasındaki işbirliği ve sosyal ağlar

Araştırma alanındaki tarımsal üretici örgütleri arasındaki işbirliği düzeyleri araştırılmış ve bu iş birliği düzeylerinin tarımsal üretici örgütlerinin başarısına etkisi sorgulanmıştır. Başarılı tarımsal üretici örgütlerinin işbirliği düzeyleri "dayanışma" (%33.3) ve "koordinasyon" (%37.5) seviyesinde, %12.5'nin ise en üst seviye olan "işbirliği" seviyesinde gerçekleştiği saptanmıştır. Buna karşın başarısız örgütlerin işbirliği düzeyleri ise çoğunlukla "dayanışma" (%51.4) ve "koordinasyon" (%28.6) seviyesinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Başarılı örgütlerin belirledikleri hedefleri gerçekleştirmek için başarısız olanlara göre daha yüksek düzeyde birlikte hareket ettikleri çıkarımı yapılabilir. Başarısız örgütlerin yarısından fazlasının diğer örgütlerle sadece bilgi alışverişinde buldukları, %28.6'sı ise bilgi alışverişinin yanı sıra kaynakları da paylaştığı görülmektedir. Tarımsal üretici örgütlerinin başarı durumları ile işbirliği düzeyleri arasında pozitif yönlü

orta derecede ($r=0.41$; $P<0.05$) bir ilişki bulunmaktadır. Diğer bir ifade ile başarılı örgütler, başarısız olanlara göre daha yüksek düzeyde işbirliği yapmaktadırlar.

Çizelge 2. Tarımsal üretici örgütleri arasındaki işbirliği düzeyleri

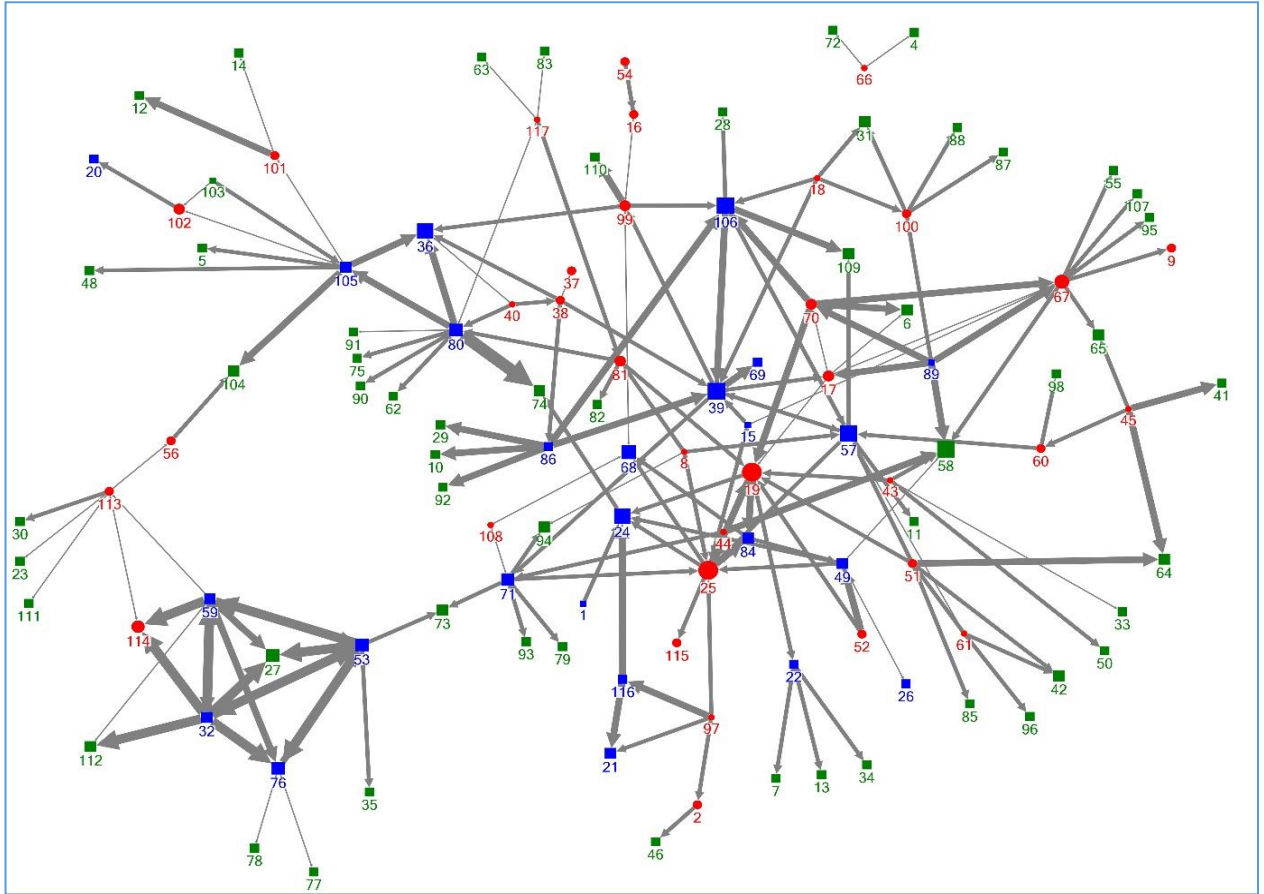
İşbirliği düzeyi	Tarımsal üretici örgütlerinin başarı durumu	
	Başarılı (%)	Başarısız (%)
0 (İlişki yok)	4.2	11.4
1 (Ağ oluşturma)	0.0	8.6
2 (Dayanışma)	33.3	51.4
3 (Koordinasyon)	37.5	28.6
4 (Koalisyon)	12.5	0.0
5 (İşbirliği)	12.5	0.0
Toplam	100	100

Tarımsal üretici örgütleri arasındaki ilişkiler ve işbirlikleri bir ağ olarak düşünülmüş ve bu ağ; sosyal ağ analizi ile incelenmiştir (Şekil 1).

Şekil 1'de gösterilen tarımsal üretici örgütlerinin işbirliği ağında toplam 117 adet örgüt ve kurum/kuruluş

bulunmaktadır. Bu ağdaki aktörlerin sayısının fazla olması, tarımsal üretici örgütlerinin diğer örgütlerle de iletişim halinde olduklarının bir göstergesidir. Bir sosyal ağdaki aktörlerin birbirleri ile iletişiminin derecesini gösteren yoğunluk ölçüsü bu ağ için 0.065 olarak tespit edilmiştir. Eş deyişle bu ağ düşük yoğunluklu bir ağdır denilebilir. Bu ağda tarımsal üretici örgütleri, kurabilecekleri iletişimin ancak %6.5'ini kurabilmektedirler. Ağda kurulan 182 ilişkinin %12.8'i karşılıklı, diğer ilişkiler tekil ilişki olarak kurulmuş durumdadır. Ağda her tarımsal örgüt ortalama 1.6 (derece merkeziliği) adet başka örgütler ile iletişim kurmaktadır.

Başarılı tarımsal üretici örgütlerinin kendi aralarında gruplar oluşturdukları görülmektedir. Örneğin, (53), (32), (59) ve (76) numaralı tarımsal üretici örgütleri aynı coğrafi bölgede bulunmaktadır. Bu örgütler üyeleri tarafından üretilen inek sütünü toplamaktadırlar. Toplanan sütlerin pazarlanmasında tam bir işbirliği yaparak ortak pazarlama yapmaktadırlar. Bölgede, toplanan bu sütleri işleyen tek bir süt ürünleri tesisi bulunmaktadır. Bu tesis daha çok miktarda sütü daha az kişi ile muhatap olarak alma şansına sahip olmaktadır.



Şekil 1. Tarımsal üretici örgütleri arasındaki işbirliği ağı

Aynı zamanda bu örgütler topladıkları sütleri birlikte pazarladıkları için hem pazarlama masraflarını

düşürebilmekte hem de fiyatların düşmesine engel olabilmektedir. Dolayısı ile hem örgütler hem de üyeleri daha fazla kazanırken süt ürünleri tesisi de süt tedarikinde istikrara kavuşmaktadır. Benzer şekilde (80), (36) ve (105) numaralı tarımsal üretici örgütleri organik fındık üretimi konusunda faaliyet göstermektedirler. Bu örgütler üyelerine ucuz girdi teminin yanı sıra ürün satışında da işbirliği yapmaktadırlar. Bu örgütlerden herhangi birisi ürün satışı konusunda yeterli miktarda ürün temin edemediği durumlarda ihtiyacı olan ürünü işbirliği yaptığı diğer örgütlerden temin edebilmektedir. Böylece istenilen ürün miktarına ulaşmakta, ürün yetersizliği nedeniyle karşılaştığı sorunları aşabilmektedir.

Başarılı tarımsal üretici örgütleri ağdaki gruplar arasındaki iletişimi sağlamaktadırlar. Şekil 1'de (105), (106), (53), (71), (39), (57), (80) ve (36) numaralı tarımsal üretici örgütleri ağdaki grupları birbirine bağlayarak köprü görevi görmektedirler. Aydoğan ve Demiryürek (2013), üretici örgütlerinin; organik fındık yetiştiricileri ağında üreticilerin temel bilgi kaynaklarından birisi olduğunu ve bu örgütlerin ağdaki gruplar arasında iletişimi kontrol ettiğini tespit etmişlerdir. Bu durum, tarımsal yeniliklerin yayılması ve bilgi akışının örgütler ve üreticiler arasında yayılmasında hızlandırıcı bir özellik olarak da kullanılabilir. Başarılı tarımsal üretici örgütlerinin il dışındaki ilişki sayıları daha fazladır.

Tarımsal örgütlerin başarı durumları ile diğer örgütlerle olan ilişki sayıları arasında pozitif yönlü ve orta derecede ($r=0.42$; $P<0.001$) bir ilişki olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, tarımsal üretici örgütleri arasındaki işbirliği düzeyleri ve ilişki sayıları arttıkça, tarımsal üretici örgütlerinin başarılı olma durumu da artmaktadır.

4. Sonuç

Bu çalışmada tarımsal üretici örgütleri arasındaki işbirliği ve işbirliği düzeylerinin tarımsal örgütün başarısına etkisi araştırılmıştır. Örgütler arasındaki işbirliği; bilginin ve kaynakların paylaşılması, ortak girdi temini ve ortak pazarlama konularını içermektedir. Tanımından da anlaşılacağı üzere tarımsal üretici örgütleri; üyelerine avantaj sağlamak amacıyla birlikte hareket etmek üzere kurulan organizasyonlardır. Yedi kooperatifçilik ilkesinden birisi de kooperatiflerin bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde işbirliği yapılmasıdır. Ancak gerek alan çalışmasından elde edilen verilere göre gerekse de literatürdeki diğer çalışmaların incelenmesinde tarımsal üretici örgütlerinin diğer örgütlerle yeterince işbirliği yapmadıklarını göstermektedir. Çalışmada işbirliği düzeyi yüksek olan tarımsal üretici örgütlerinin büyük çoğunluğunun başarılı grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Başka bir deyişle tarımsal üretici örgütlerinin başarısı yaptıkları işbirliklerinin düzeyleri ile doğrudan ilişkilidir.

Tarımsal üretici örgütleri dikey örgütlenme modelinin yanı sıra, aynı coğrafi bölgedeki diğer

tarımsal örgütlerle de işbirliğini geliştirmelidirler ve bu işbirliği çalışmaları kamu tarafından maddi anlamda da desteklenmelidir. Özellikle, kırsal kalkınma alanında başvuru kamu desteklerinde tarımsal üretici örgütlerine öncelik verilmelidir. Ayrıca tarımsal örgütlerin destekleme başvurularında birlikte hareket etmesi durumunda bu önceliğin oranı daha artırılmalıdır. Diğer bir ifade ile tarımsal üretici örgütleri çiftçileri bir araya getirmelerinin yanı sıra kendi aralarında da örgütlenmeleri desteklenmelidir.

Tarımsal üretici örgütleri işletme masraflarını azaltmak, üretilen ürünlerde bir standardın oluşmasını sağlamak, ucuz girdi temin etmenin yanı sıra üretilen ürünlerin etkin bir şekilde pazarlamasını yapabilmek amacıyla birlikte hareket etmesi örgütlerin devamlılığı ve başarısı açısından önem arz etmektedir. Yeni kurulacak tarımsal üretici örgütleri için, kurulması planlanan coğrafi bölgede bir örgüt ihtiyaç analizinin yapılarak değerlendirilmesi önerilmektedir. Örgütün kurulması için gerekli şartların oluşmadığı durumlarda örgütün kurulmasına izin verilmemelidir. Araştırma bulgularında görüldüğü üzere, üyelerin örgüte karşı mali sorumluluklarını yerine getirmemesi örgütün başarısını etkilemektedir. Bu durumun ortadan kaldırılması için üyelere tarımsal örgütlerin önemi ve devamlılığını sağlayan faktörleri içeren eğitim çalışmaları yapılmalıdır.

Yönetim ve organizasyon konusunda eğitim alan yöneticilerin örgütlerinin daha başarılı olduğu görülmektedir. Gerek kamu gerekse bir kurul tarafından tarımsal örgüt yöneticileri belirli periyodlarla eğitime tabi tutulmalıdır. Yöneticilerin idari ve mali yönetim, organizasyon ve girişimcilik konuları ilgili konularda sertifikalandırılması, bunun teşvik edilmesi ve desteklenmesi örgüt başarısını artıracaktır.

Kaynaklar

- Altunkaya, Z., 2010. Türkiye'deki kooperatiflerin yapısı değişmeli mi?. ABMYO Dergisi, Sayı 17, Ocak- Mart.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., Yıldırım, E., 2004. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri SPSS Uygulamalı. Sakarya Kitabevi, s: 68-82, Adapazarı.
- Armağan, G., Özden, A., 2008. Türkiye'de süt sığırcılığı işletmelerinin tarımsal yayım ihtiyaçları ve üreticilerin örgütlenme ile ilgili düşünceleri. Türkiye 8. Tarım Ekonomisi Kongresi, Gıda Politikası Cildi: 260-270, 25-27 Haziran, Bursa.
- Aydoğan, M., Demiryürek, K., 2013. Communication networks for organic hazelnut growers in Samsun. Proceedings of the 21st European Seminar on Extension Education (ESEE), Özçatalbaş, O. (ed). 2-6 September 2013 Antalya, Turkey. pp. 45-56.
- Bilgin, N., Taniyıcı, Ş., 2008. Türkiye'de kooperatif ve devlet ilişkilerinin tarihi gelişimi. KMU SEKAD, 15: 140-141.
- Borden, L., Perkins, D., 1999. Assessing your collaboration: A self-evaluation tool. J Extension, 37(2): 67-72.
- Chrislip, D.D., Larson, C.E., 1994. Collaborative leadership: How citizens and civic leaders can make a difference (52-54). Jossey-Bass, San Francisco.
- Copstake, J.G., 1990. The scope for collaboration between

- government and private voluntary organisations in agricultural technology development: the case of Zambia. Network Paper. Agricultural Administration Unit, Overseas Development Institute, 20.
- Çukur, F., 2006. İzmir ilinde sığır eti üretimi ve pazarlaması üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Ege Üni. Fen Bil. Enst. İzmir.
- Everest, B., 2009. Tarımsal ürünlerin pazarlanmasında çiftçi örgütlerinin rolü ve önemi: Çanakkale tarımsal kalkınma kooperatifleri örneği. Yüksek Lisans Tezi. Onsekiz Mart Üni. Fen Bil. Enst., Çanakkale.
- Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., Norberg, J., 2005. Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30: 441-473.
- Frey, B.B., Lohmeier, J.H., Lee, S.W., Tollefson, N., 2006. Measuring collaboration among grant partners. *AM J. EVAL.*, 27(3): 383-392.
- Gazanfer, M.B., 2007. Tam üyelik sürecinde Türkiye ve AB zeytinyağı sektörlerinin karşılaştırmalı analizi. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üni. Fen Bil. Enst. İzmir.
- Günaydın, G., 2007. Tarım ve mühendislik. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası Yayın Organı, Sayı: 80/2007, ISSN-1300-0071, s. 25, Ankara.
- Hogue, T., Perkins, D., Clark, R., Bergstrum, A., Slinski, M., 1995. Collaboration framework: Addressing community capacity. Columbus, OH: National Network for Collaboration.
- İnan, İ.H., 1987. Tarım kooperatiflerinin önemi ve Türkiye’de tarım kooperatifleri. *Hasad Dergisi*, 29: 93-94.
- Jarosz, L., 2000. Understanding agri-food networks as social relations. *Agriculture and Human Values*, 17: 279-283.
- Karlı, B., Çelik, Y., 2003. GAP alanındaki tarım kooperatifleri ve diğer çiftçi örgütlerinin bölge kalkınmasındaki etkinliği. TEPGE Yayınları, Yayın No: 97, Ankara.
- Keskin, G., Nazlı, C., Özüdođru, T., 2008. Türkiye yaş meyve sebze de AB ile rekabet edebilir mi? domates alt sektör analizi. Türkiye VIII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi Bildirileri, Gıda Pazarlaması, 1-12, 25-27 Haziran, Bursa
- Österblom, H., Bodin, Ö., 2012. Global Cooperation among diverse organizations to reduce illegal fishing in the Southern Ocean. *Conservation Biology*, 26(4): 638-648.
- Özdemir, G., Keskin, G., Özüdođru, H., 2011. Türkiye’de ekonomik krizler ve tarımsal kooperatiflerin önemi. *JOTAF*, 8(1): 101-113.
- Saner, G., 1993. İzmir yöresinde pazara yönelik süt sığırcılığı işletmelerinin ekonomik açıdan değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. Doktora Tezi. Ege Üni. Fen Bil. Enst., İzmir.
- Spielman, D.J., Davis, K., Negash, M., Ayele, G., 2011. Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agric Human Values*, 28(2): 195-212.
- Terin, M., Çelik Ateş, H., 2010. Çiftçilerin örgütlenme düzeyi ve örgütlerden beklentileri üzerine bir araştırma: Van ili örneği, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47(3): 265-274.
- TÜİK, 2015. Hanehalkı İşgücü İstatistikleri, 2013. <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=16015> [Ulaşım:10.02.2015]
- Yercan, M., 2007. Türkiye ve Avrupa birliğinde tarımın örgütlenme deseni ve tarımsal kooperatifler. *TEAD*, 13(1): 19-29.
- Yılmaz, İ., Aydoğmuş, F., 2007. Yaş sebze ve meyve üretim pazarlamasında kooperatifler ile üretici birlikleri. Ulusal Kooperatifçilik Sempozyumu, 151, 25-26 Mayıs, Ankara.
- Yılmaz, S., Erdilal, R., Kebabcıoğlu, T., 2009. Su ürünleri sektöründeki ekonomik organizasyonlardan üretici birlikleri. *AÜZFD*, 22(2): 223-232.
- Yüksel, Ş.E., 2006. Kooperatiflerde Örgüt Kültürü. Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), Atılım Üni. Sos. Bil. Ens., Ankara.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260978



Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren tarım işletmelerinin
karşılaştırmalı ekonomik analizi¹

Başak Aydın^{a*}, Gökhan Unakıtan^b

^aAtatürk Toprak Su ve Tarımsal Meteoroloji Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kırklareli

^bNamık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Tekirdağ

*Sorumlu yazar/corresponding author: basakaydin_1974@yahoo.com

Geliş/Received 13/11/2015

Kabul/Accepted 09/02/2016

ÖZET

Bu araştırma, Trakya Bölgesinde faaliyet gösteren tarım işletmelerinin etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla, Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerine bağlı iki aşamalı tabakalı tesadüfî örnekleme yöntemiyle belirlenen tarım işletmeleriyle anket yolu ile yürütülmüştür. İşletmeler arazi büyüklüklerine göre sıralanmış ve 1-50, 51-200, 201 dekar ve üzeri olmak üzere üç tabakaya ayrılmıştır. Tabakalı tesadüfî örnekleme yöntemine göre yapılan örneklemede anket yapılan işletme sayısı 169 olarak belirlenmiştir. Çalışmada işletmelerin yapısal özellikleri belirlenmiş ve ekonomik analizi ayrıntılı olarak yapılmıştır. İncelenen işletmelerde ortalama işletme arazisi büyüklüğü 117.49 dekar bulunmuştur. İşletmeler ortalamasına göre aktif sermaye değeri dekara 621 052 TL bulunmuştur. Gayrisafi Üretim Değeri 56 825 TL, Gayrisaf Hasıla 66 571 TL, Saf Hasıla 15 951 TL ve Tarımsal Gelir 22 977 TL bulunmuştur. Yapılan ekonomik analiz sonucunda, 1-50 dekar ve 51-200 dekar arazi büyüklüğüne sahip işletmeler grubunun ekonomik anlamda karlı sayılmadığı, 200 dekar ve üzeri arazi büyüklüğüne sahip işletmelerin ekonomik anlamda karlı sayıldığı belirlenmiştir. İşletmeler ortalamasına göre ekonomik rantabilite oranı 2.57, mali rantabilite oranı 2.58 ve rantabilite faktörü 23.96 olarak bulunmuştur. İnceleme alanında faaliyet gösteren büyük ölçekli işletmelerin, işletmelerine yatırmış oldukları toplam ve öz sermaye karşılığında yeterli düzeyde gelir elde ettiği, küçük ve orta ölçekli işletmelerin yatırdıkları sermaye karşılığında tatminkâr gelir elde edemedikleri saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler:

Brüt kar analizi

Ekonomik analiz

Rantabilite oranları

Comparatively economical analysis of farms in Trakya Region

ABSTRACT

This research was conducted via surveys applied to agricultural enterprises of Edirne, Kırklareli, Tekirdağ provinces, identified through two phased random sampling, in order to determine the efficiency of the agricultural enterprises of the Thrace Region. The enterprises were ranked with respect to their sizes and divided into three strata, including 1-50, 51-200, and 201decares and above. In accordance with this stratified random sampling approach, number of the surveyed enterprises was determined as 169. Primarily structural characteristics of the enterprises were determined and a detailed economical analysis of the enterprises was made. The average size of the surveyed enterprises was found to be 117.49 decares. The active capital based on the average of enterprises was determined as TRY 621 052 /decares. Gross Output value, Gross Product, Net Product and Agricultural Income were found, respectively, to be TRY 56 825 , TRY 66 571 , TRY 15 951 and TRY 22 977. As a result of the economical analysis, the enterprises with an area of 1-50 decares and 51-200 decares were found economically unprofitable while enterprises with an area of 200 decares and above were determined to be economically profitable. Based on the average of enterprises, economical profitability and return on equity rates were found, respectively, to be 2.57 and 2.58, while the profitability factor was found to be 23.96. It was determined that large scaled enterprises in the investigation area obtained adequately income in return for total and equity stock which they had invested to their enterprises and small and medium scaled enterprises could not obtain satisfactory income in return for capital which they had invested to their enterprises.

Keywords:

Gross profit analysis

Economical analysis

Profitability ratios

© OMU ANAJAS 2016

¹ Bu makale, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğüne Desteklenen (Proje No:TAGEM-BB-110210L2) "Trakya Bölgesinde Faaliyet Gösteren Tarım İşletmelerinin Yapısal Özellikleri ve Etkinliklerinin Belirlenmesi" isimli doktora tezinden hazırlanmıştır.

1. Giriş

Tarım sektörünün diğer sektörlere sermaye ve işgücü transfer etmesi, hammadde ve ürün ihtiyacını karşılaması açısından ekonomik kalkınmaya önemli katkıları vardır (Ghatak ve Ingersent, 1984). Günümüzde küresel ısınmanın giderek artması ve su kaynaklarının giderek azalması tarım sektörünün önemini daha da arttırmaktadır. Uluslararası rekabet ve gıda alanında kendi kendine yeten ülkeler arasında olabilmek için tarım sektörünün etkinliğinin ve verimliliğinin artırılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Küreselleşmenin arttığı bir dünyada tarım sektörü stratejik öneme sahip bir sektör olmaktadır. 1990'ların ortalarından bu yana, tarım sektörü hükümetlerin reform gündemlerinin ilk sırasında yer almaktadır. Reform çabalarının altında yatan üç temel etken vardır. Bunlar, tarımsal desteklerin bütçe üzerindeki yükünün artık sürdürülebilir olmadığına anlaşılması, Avrupa Birliği (AB) ile yapılan tam üyelik müzakerelerinde tarım ve kırsal gelişme başlığının önemi ve dünya ticaret örgütü-tarım anlaşmasının giderek kısıtlayıcı hale gelecek olmasıdır (Çakmak ve ark., 2008).

Tarımsal üretimin temel amacı, tarım işletmelerinin kendi koşul ve imkânlarına göre toprak, iklim, su, bitki ve insan gücü kaynaklarının en verimli ve en uyumlu bir şekilde kullanılmasını sağlamak suretiyle işletmenin üretim miktarını, verimliliğini arttırmak ve çiftçinin harcanabilir gelir düzeyini yükselterek tarım işletmelerini güçlendirmek ve ulusal gelire katkıları arttırmaktır. Her üretim faaliyetinde, üretim faktörlerinin en uygun fiyat ile temin edilmesi ve optimum düzeyde kullanımı, hem verimi artırıcı, hem de maliyetleri düşürücü yönde etki yapmaktadır. Üreticiler, gerek işletme sermayelerindeki yetersizlikler ve gerekse teknik bilgi eksikliği nedeniyle tarımsal üretim faktörlerini optimum düzeyde kullanamamakta ve bu durum ürün verimini ve dolayısıyla çiftçi gelirini olumsuz etkilemektedir (Gündoğmuş, 1997).

İşletmelerin sosyo- ekonomik yapısının ortaya konulması, gerçekleştirilen üretimin karlılığının ve kullanılan girdi miktarlarının üretime katkısının belirlenmesi işletmelerin etkinliğini artırarak verim artışı sağlayacaktır. Diğer yandan işletmelerin ekonomik özelliklerinin belirlenmesi, bölgedeki tarımsal hizmet kuruluşlarının etkinliğine de katkıda bulunacaktır (Altıntaş ve Akçay, 2007). Buradan hareketle, bu çalışmada Trakya bölgesindeki tarım işletmelerinin sosyo-ekonomik yapısını ortaya koymak amaçlanmıştır. Buradan hareketle, Trakya bölgesindeki tarım işletmelerinin yapısal özellikleri, arazi tasarruf şekilleri ve arazi kullanımı, nüfus, işgücü ve eğitim durumu, sermaye yapısı, hayvan varlığı, işletmelerin üretim dalları itibarıyla yıllık faaliyet sonuçları, gayrisafi üretim değeri, gayri saf hasıla, brüt kar, saf hasıla ve tarımsal gelirleri hesaplanmıştır. Ayrıca gelirlerin analizi de yapılmış olup, rantabilite oranları ve mali oranlar hesaplanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmanın ana materyalini Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ illerindeki üreticilerle yapılan anket çalışmaları oluşturmuştur. Bununla birlikte araştırma konusuyla ilgili olarak daha önce yapılmış olan yerli ve yabancı çalışmalar ve istatistiklerden de yararlanılmıştır.

Edirne, Kırklareli ve Tekirdağ İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüklerinden, bu illere bağlı ilçeler ve ilçelere bağlı köylerin isimleri ve söz konusu köylerdeki işletme sayıları ve büyüklüklerine ilişkin bilgiler elde edilmiştir. Kırklareli iline bağlı 201, Edirne iline bağlı 275 ve Tekirdağ iline bağlı 292 adet köy bulunmaktadır. Anket yapılacak köy sayısının belirlenmesinde Neyman yöntemi kullanılmıştır (Yamane, 1967). Köylerdeki işletme sayıları 1-50, 51-100 ile 101 adet ve üzeri olmak üzere üç gruba ayrılmıştır.

Birinci tabakadaki köy sayısı 166,2. tabakadaki köy sayısı 229 ve 3. tabakadaki köy sayısı 373 olarak belirlenmiştir. 1. tabakanın standart sapması 15.78, 2. tabakanın standart sapması 14.46 ve 3. tabakanın standart sapması da 94.83 olarak bulunmuştur. %10 hata payı ve %90 güven aralığında yapılan örneklemede anket yapılan köy sayısı 51 olarak belirlenmiştir. İlk tabakaya düşen köy sayısı 6, 2. tabakaya düşen köy sayısı 6 ve son tabakaya düşen köy sayısı 39 olarak bulunmuştur. Anket yapılan köylerin seçimi tesadüfi sayılar tablosuna göre yapılmıştır.

Neyman yönteminde aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Yamane, 1967).

$$n = \frac{(\sum N_h * S_h)^2}{N^2 * D^2 + \sum N_h * (S_h)^2} * v e n_i = \frac{N_h * S_h}{\sum N_h * S_h} * n \quad (1)$$

İnceleme alanında faaliyet gösteren tarım işletmeleri sahip oldukları işletme arazisi büyüklüklerinin gösterdiği dağılıma göre 1-50 dekar işletme arazisine sahip olanlar (1. grup), 51-200 dekar işletme arazisine sahip olanlar (2. grup) ve 200 dekardan daha fazla işletme arazisine sahip olanlar (3. grup) olmak üzere üç tabakaya ayrılmıştır.

Birinci tabakadaki işletme sayısı 2908, 2. tabakadaki işletme sayısı 3193 ve 3. tabakadaki işletme sayısı 649 olarak belirlenmiştir. 1. tabakanın standart sapması 13.09, 2. tabakanın standart sapması 38.26 ve 3. tabakanın standart sapması 173.76 olarak bulunmuştur.

Tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre %10 hata payı ve %95 güven aralığında anket yapılan işletme sayısı 169 olarak hesaplanmıştır. Anket yapılan işletmelerin 73 tanesi 1. gruba, 80 tanesi 2. gruba ve 16 tanesi de üçüncü gruba düşmüştür. Araştırma kapsamında; Edirne iline bağlı 16 köyde 64, Kırklareli iline bağlı 13 köyde 49 ve Tekirdağ iline bağlı 16 köyde 56 olmak üzere toplam 169 anket yapılmıştır. Anket yapılan işletmelerin seçimi tesadüfi sayılar tablosuna göre yapılmıştır.

Örnek hacminin tespitinde ve bunların tabakalara dağıtılmasında tabakalı örnekleme yöntemlerinden biri olan oransal dağıtım yöntemine ilişkin aşağıdaki

formüller kullanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996).

$$n = \frac{N \sum [N_h (S_h)^2]}{N^2 D^2 + \sum N_h (S_h)^2} \text{ ve } n_i = \frac{N_h}{\sum N_h} * n \quad (2)$$

Formüle; $D^2 = (d/Z)^2$, d =Ortalamadan belli bir yüzde sapmayı, Z = Serbestlik derecesine göre tablo değerini, N_h =Tabakalardaki işletme sayısını, S_h = Tabakaların standart sapmasını, S_h^2 = Tabakaların varyansını, N = Populasyon hacmini, n_i = Tabakadaki örnek sayısını ve n = Örnek hacmini göstermektedir.

İşletmelerin arazi kullanım durumu, parsel sayısı ve parsel büyüklüğü, nüfus ve işgücü durumları, eğitim durumu ve işletmelerin sermaye yapısı belirlenmiştir. Araştırmada, sosyo-ekonomik özellikler değerlendirilirken yapılan hesaplamalarda işletmelerin sahip oldukları işgücünü ortaya koyarken, Erkek İşgücü Birimi (EİB) dikkate alınmıştır. Bir dekar için gerekli ortalama işgücü miktarının belirlenmesinde bir işgünü 8 saat olarak dikkate alınmıştır.

Aktif sermaye; çiftlik sermayesi ve işletme sermayesinin toplamından oluşmuştur. Çiftlik sermayesi; toprak sermayesi, arazi ıslahı sermayesi, bina sermayesi ve bitki sermayesinin toplamından oluşmaktadır. İşletme sermayesi ise; hayvan sermayesi, alet-makine sermayesi, malzeme sermayesi ve para sermayesinin toplamından oluşmaktadır. İncelenen işletmelerin pasif sermayesi; işletmelerde mevcut yabancı sermaye ile öz sermayelerinin toplamından oluşmaktadır.

İşletmelerin yıllık faaliyet sonuçları hesaplanarak işletme genişlik gruplarına göre karşılaştırma yapılmıştır. Yıllık faaliyet sonuçları olarak; Gayri Safi Üretim Değeri (GSÜD), Gayri Saf Hasıla (GSH), İşletme Masrafları, Brüt Kâr, Saf Hasıla ve Tarımsal Gelir hesaplanmıştır.

GSÜD; tarımsal faaliyetler neticesinde elde edilen bitkisel ve hayvansal ürün miktarlarının çiftçi eline geçen fiyatlarla çarpılması sonucu bulunan değere, bitki ve hayvan sermayesindeki üretken artışların ilavesi ile bulunmuştur (Erkuş ve ark., 1995).

GSH; GSÜD'ne, işletme dışı tarımsal gelir ve ikâmet edilen binaların kira karşılığının eklenmesiyle elde edilmiştir. Gayri saf hasıladan, işletme masraflarının çıkarılması ile "Saf Hasıla" hesaplanmıştır.

Toplam İşletme Masrafları; değişken ve sabit masraflardan oluşmuştur. Bitkisel üretimde değişken masraf unsurları; tohum, gübre, ilaç, geçici işçilik, yakıt, su ücreti, taşıma-pazarlama ve alet makine tamir-bakım ücretinden oluşmaktadır. Hayvansal üretim faaliyetinde değişken masraflar; yem, veteriner ve ilaç masrafı, pazarlama masrafları, aydınlatma ve tuz masraflarından meydana gelmektedir. Sabit masraflar; değişken işletme masrafları dışında kalan amortismanlar, bina tamir-bakımı, işletme sahibi ve ailesinin ücret karşılığı, daimi işçi ücretleri ile vergilerden oluşmuştur.

GSÜD'den değişken masraflar çıkartılarak Brüt Kâr hesaplanmıştır.

Saf Hasıla ise; GSH'dan işletme masrafları çıkarılarak bulunmuştur.

Tarımsal gelir, saf hasılaya aile iş gücü karşılığının eklenmesi ve bundan kira-ortakçılık payları ile borç faizlerinin çıkarılması ile elde edilmiştir (Erkuş ve Demirci, 1985; Erkuş ve ark., 1995).

İncelenen işletmelerin hayvan varlıklarını homojen bir şekilde ortaya koyabilmek amacıyla "Büyükbaş Hayvan Birimi (BBHB)" kullanılmıştır.

Sermaye devir oranı, sık kullanılan bir performans ölçüsüdür. Gayrisafi üretim değeri toplam yatırıma oranlanarak bulunduğu, gayrisafi üretim değerinin yatırım sermayesini karşılama süresi olarak tanımlanır (İnan, 2008).

İşletmelerin nispi kârlılığının ve masrafları ödeme kabiliyetlerinin ortaya konulması için, gelirlerin analiz edilmesi gerekmektedir. Bu analizde işletmenin değişken, sabit ve toplam masrafları gayri saf hasılaya oranlanır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılan "Toplam Masraf/Gayri Saf HasılaOranı"dır. Bu oran 1'den küçük olduğu ölçüde, işletme pozitif bir gelir gider tablosuna sahip demektir (Barry ve ark., 1979).

İşletme faaliyetlerinin, iyilik derecesini ortaya koymada ve işletmeleri birbirleriyle mukayese etmede kullanılan rantabilite oranları, aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Erkuş ve ark., 1995).

$$\text{Rantabilite Faktörü} = \frac{\text{Saf Hasıla}}{\text{GayriSaf Hasıla}} \times 100 \quad (3)$$

$$\text{Ekonomik Rantabilite} = \frac{\text{Saf Hasıla}}{\text{Aktif Sermaye}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Mali Rantabilite} = \frac{\text{Saf Hasıla} - (\text{borç faizleri} + \text{kiraçılık ve ortakçılık payı})}{\text{Öz Sermaye}} \times 100 \quad (5)$$

Döner varlıklar değerinin kısa vadeli kredilere bölünmesi ile bulunan bilanço oranı, işletmenin borç ödeme kapasitesini gösteren bir ölçüdür. Bu başarı ölçüsüne cari oran denir. Bu oranın 1'den büyük olması gerekir. Likit varlıkların kısa vadeli borçlara bölünmesiyle bulunan mali orana likidite oranı denir. Bu oranı genelinde 1 civarında olması istenir. Öz sermayenin uzun vadeli borçlara oranı, borç ödeme kapasitesini temsil eden bir başarı ölçüsüdür. Bu oran 1'den büyükse, işletme uzun vadeli borçlarını ödemede zorluk çekmez (İnan, 2008).

İncelenen değişkenler açısından, işletme büyüklük grupları ve etkinlik açısından oluşturulan gruplar arasında farklılık olup olmadığı, sayısı 2 olduğunda t-testi, grup sayısı 3 ve 3'ten fazla olduğunda varyans analizi ile ortaya konulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İncelenen işletmelerde arazi varlığı ve arazi kullanım durumu

İncelenen işletmelerde ortalama işletme arazisi büyüklüğü 117.49 dekadır (Çizelge 1). Bu değer, 1. grupta 36.45 dekar, 2. grupta 124.81 dekar ve 3. grupta

Çizelge 1. İncelenen işletmelerde arazi kullanım durumu

Arazi tasarruf şekilleri		İşletme büyüklük grupları			İşletmeler ortalaması (169)
		1. Grup (73)	2. Grup (80)	3. Grup (16)	
Mülk arazi	dekar	33.03	88.34	360.31	90.20
	%	90.62	70.78	79.96	76.77
Kira arazisi	dekar	4.16	31.88	61.44	22.71
	%	11.41	25.54	13.63	19.33
Ortakçılıkla tutulan arazi	dekar	0.00	5.04	33.88	5.59
	%	0.00	4.04	7.52	4.76
Kıraya ortağa verilen arazi	dekar	0.74	0.45	5.00	1.01
	%	2.03	0.36	1.11	0.86
İşletme arazisi	dekar	36.45	124.81	450.63	117.49
	%	100.00	100.00	100.00	100.00

450.63 dekar'dır. İnceleme alanında mülk arazi büyüklüğü ortalama 90.20 dekar'dır. Bu değer işletme arazisi büyüklüğü arttıkça yükselmektedir. 1., 2. ve 3. grup işletmelerde bu değer sırasıyla 33.03, 88.34 ve 360.31 dekar'dır. İşletmeler ortalamasına göre kira ile tutulan arazi büyüklüğü 22.71 dekar, ortakçılıkla tutulan arazi büyüklüğü 5.59 dekar ve kiraya-ortağa verilen arazi büyüklüğü 1.01 dekar'dır. Tüm işletmeler için ortalama tarla arazisi 116.7 dekar, meyve arazisi 0.64 dekar ve bahçe arazisi 0.15 dekar'dır (Çizelge 2). Ortalama işletme arazisinin %99.33'ün tarla arazisi, %0.54'ünü meyve arazisi, %0.13'ünü sebze arazisi oluşturmaktadır.

İncelenen işletmelerde ortalama parsel sayısı 4.95 ve ortalama parsel büyüklüğü 23.74 dekar bulunmuştur (Çizelge 3). İşletme büyüklük gruplarına göre yapılan değerlendirmede, 1. grupta ortalama parsel sayısı 3.66, 2. grupta 5.24 ve 3. grupta 9.38'dir (Çizelge 3).

3.2. Nüfus ve işgücü

Çalışma sonucunda, işletme başına düşen ortalama nüfus işletme büyüklüğü ile giderek artmaktadır. İncelenen işletmelerde ortalama nüfus; 1. grupta 3.32 kişi, 2. grupta 3.52 kişi ve 3. grupta da 3.88 kişi olarak belirlenmiştir. İşletmeler ortalamasında ise bu rakam 3.47 kişi olup, bunun 1.80'i erkek ve 1.67'si kadın nüfustur. Toplam nüfus içindeki erkeklerin payı %51.87 ve kadınların payı ise %48.13'tür.

İşletmeler ortalamasında, işletme başına düşen nüfus, yaş grupları itibariyle incelendiğinde; %45.53'ü 15-49 yaş arası, %31.11'i 50-64 yaş arası, %13.26'sı 65 ve üzeri yaş, %6.05'i 7-14 yaş arası ve %3.75'i de 0-6 yaş arası gruplarında yer almaktadır. Tüm gruplarda 15-49 yaş arası nüfus en yüksek paya sahiptir.

Çizelge 2. İşletme arazisinin kullanılış biçimi

		İşletme büyüklük grupları						İşletmeler ortalaması (169)	
		1. Grup (73)		2. Grup (80)		3. Grup (16)			
		Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%	Dekar	%
Tarla arazisi		35.70	97.94	124.14	99.46	449.07	99.65	116.70	99.33
Meyve arazisi	Meyvelik	0.37	1.02	0.33	0.27	1.56	0.35	0.46	0.39
	Bağ	0.04	0.11	0.34	0.27	0.00	0.00	0.18	0.15
	Toplam	0.41	1.13	0.67	0.54	1.56	0.35	0.64	0.54
Sebze arazisi		0.34	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.13
İşletme arazisi		36.45	100.00	124.81	100.00	450.63	100.00	117.49	100.00

Çizelge 3. İncelenen işletmelerde ortalama parsel sayısı ve büyüklüğü

	İşletme büyüklük grupları			İşletmeler ortalaması (169)
	1. Grup(73)	2. Grup(80)	3. Grup(16)	
İşletme arazisi (da)	36.45	124.81	450.63	117.49
Ortalama parsel sayısı (adet)	3.66	5.24	9.38	4.95
Ortalama parsel büyüklüğü (da)	9.96	23.82	48.04	23.74

İşletmeler ortalamasına göre nüfusun %99.11'i okur-yazardır. Yedi ve daha büyük yaştaki bu nüfus içinde okuma-yazma bilmeyenlerin oranı %0.89'dur.

Çalışmada okur-yazar oranı; 1. grupta %99.05, 2. grupta %99.13 ve 3. grupta ise %100 olarak belirlenmiştir. İşletme büyüklük grubu arttıkça, okur yazarlık oranının arttığı görülmektedir.

İşletmelerdeki nüfusun %74.7'si okuryazar, ilk öğretimde okuyan veya mezun, %16.37'si lisede okuyan veya mezun ve %8.04'ü de yüksekokulda okuyan veya mezun bireylerden oluşmuştur.

İncelenen işletmelerde, görüşülen işletme yöneticilerinin yaşı 48.5 ile 51.66 arasında değişmekte olup ortalama 49.92 yıl olarak saptanmıştır. İnceleme alanında ortalama bir işletme yöneticisi yaklaşık 6.58 yıl öğrenim görmüştür.

İncelenen işletmelerde Erkek İşgücü Birimi (EİB) cinsinden toplam iş gücü; işletme büyüklük gruplarına göre sırasıyla 2.21, 2.37 ve 2.27 olup, işletmeler ortalamasında 2.29'dur. Erkek iş gücü birimine düşen arazi miktarı 1. grupta 16.49 dekar, 2. grupta 52.66 dekar ve 3. grupta 198.52 dekar olup, işletmeler ortalamasında bu değer 51.31 dekadır.

3.3. İşletmelerin sermaye yapısı

İşletmelerde arazi sermayesi ile işletme sermayesinin toplamından oluşan aktif sermaye ayrı ayrı hesaplanmış ve aktif sermayeden işletme borçları ile kira ve ortaklıkla tutulan arazi değerlerinin düşülmesi ile öz sermaye bulunmuştur. İncelenen işletmelerde işletme büyüklük grupları itibariyle aktif sermayenin

unsurları itibariyle dağılımı Çizelge 4'te verilmiştir.

İşletme büyüklük gruplarına göre 227 494 TL ile 1 700 552 TL arasında değişen çiftlik sermayesinin işletmeler ortalamasındaki miktarı 516 942 TL'dir. Çiftlik sermayesinin aktif sermaye içindeki oranı ise %73.95 ile %89.48 arasında değişmektedir. Bu oran işletmeler ortalamasında %83.24'tür. Arazi sermayesi gerek miktar ve gerekse oran olarak işletme büyüklüğü ile paralel olarak artmaktadır.

İşletmeler ortalaması itibariyle, aktif sermaye içerisinde; toprak sermayesinin oranı %63.36, arazi ıslahı sermayesinin oranı %0.45, bina sermayesinin oranı %18.18 ve bitki sermayesinin oranı %1.24'tür.

İşletme büyüklük gruplarına göre 80 153 TL ile 199 997 TL arasında değişen işletme sermayesinin işletmeler ortalamasındaki miktarı 104 111 TL'dir. İşletme sermayesinin aktif sermaye içindeki oranı ise %10.52 ile %26.05 arasında değişmektedir. Bu oran işletmeler ortalamasında %16.76'dır.

İşletmeler ortalaması itibariyle, aktif sermaye içerisinde; hayvan sermayesinin oranı %5.32, alet-makine sermayesinin oranı %9.89, malzeme sermayesinin oranı %0.95 vepara sermayesinin oranı %0.60'dır.

Aktif sermaye; 1. grupta 307 647 TL, 2. grupta 651 217 TL ve 3. grupta 1 900 549 TL olup, işletmeler ortalamasında bu değer 621 052 TL olarak bulunmuştur.

İşletme arazisi dekarına düşen aktif sermaye; 1. grupta 8 440 TL, 2. grupta 5 218 TL ve 3. grupta 4 218 TL olup, işletmeler ortalamasında bu değer 5 286 TL olarak bulunmuştur.

Çizelge 4. Aktif sermayenin dağılımı

Sermaye unsurları	İşletme büyüklük grupları						İşletmeler ortalaması (169)	
	1. Grup (73)		2. Grup (80)		3. Grup(16)		Değeri (TL)	%
	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%		
Toprak	133 455	43.38	412 046	63.27	1 487 531	78.27	393 529	63.36
Arazi ıslahı	1 966	0.64	2 506	0.38	7 875	0.41	2 781	0.45
Bina	88 856	28.88	121 798	18.70	178 438	9.39	112 931	18.18
Bitki	3 127	1.02	8 073	1.24	26 708	1.41	7 701	1.24
Çiftlik sermayesi	227 494	73.95	544 423	83.60	1 700 552	89.48	516 942	83.24
Alet-makine	42 345	13.76	64 983	9.98	130 820	6.88	61 437	9.89
Hayvan	31 698	10.30	32 808	5.04	40 156	2.11	33 024	5.32
Malzeme	3 054	0.99	5 504	0.85	20 958	1.10	5 909	0.95
Para	3 057	0.99	3 500	0.54	8 0623	0.42	3 741	0.60
İşletme sermayesi	80 153	26.05	106 794	16.40	199 997	10.52	104 111	16.76
Aktif sermaye	307 647	100.00	651 217	100.00	1 900 549	100.00	621 052	100.00
İşletme arazisi dekarına düşen aktif sermaye (TL)	8 440		5 218		4 218		5 286	

Arısoy ve Oğuz (2005), çiftlik sermayesinin toplam sermaye içindeki payını %77, işletme sermayesinin toplam sermaye içindeki payını %23 olarak belirlemiştir. Hazneci (2007) tarafından yapılan çalışmada ise çiftlik sermayesinin toplam sermaye içindeki payı %66, işletme sermayesinin toplam sermaye içindeki payı ise %34 olarak bulunmuştur. Parlakay (2011), çiftlik sermayesinin toplam sermaye içindeki payını %83 olarak bulmuştur. Konya yöresinde ve Trakya Bölgesinde tarıma elverişli arazinin fazla olması ve Çukurova'nın verimli sulak arazileri içermesi toprak sermayesinin değerini arttırmakta ve araştırma sonucu, Arısoy ve Oğuz (2005) ve Parlakay (2011) literatürleriyle paralellik gösterirken, Hazneci (2007) literatüründen farklılık göstermektedir.

İşletme büyüklük gruplarına göre 4 743 TL ile 32 822 TL arasında değişen borçların işletmeler ortalamasındaki miktarı 12 182 TL'dir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Pasif sermayenin dağılımı

SERMAYE UNSURLARI	İŞLETME BÜYÜKLÜK GRUPLARI						İşletmeler ortalaması (169)	
	1. Grup (73)		2. Grup (80)		3. Grup (16)		Değeri (TL)	%
	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%		
Borçlar	4 743	1.54	14 841	2.28	32 822	1.73	12 182	1.96
Ortağa ve kiraya tutulan arazi	14 777	4.80	118 313	18.17	318 906	16.78	92 581	14.91
Öz sermaye	288 127	93.66	518 063	79.55	1 548 821	81.49	516 289	83.13
Pasif sermaye	307 647	100.00	651 217	100.00	1 900 549	100.00	621 052	100.00

Çizelge 6. İncelenen işletmelerde hayvan varlığı (BBHB)

	İşletme büyüklük grupları						İşletmeler ortalaması (169)	
	1. Grup (73)		2. Grup (80)		3. Grup (16)		BBHB	%
	BBHB	%	BBHB	%	BBHB	%		
Büyükbaş hayvan varlığı	5.47	84.28	6.09	88.65	6.73	86.95	5.88	86.60
Küçükbaş hayvan varlığı	1.01	15.56	0.77	11.21	1.00	12.92	0.90	13.25
Kümes hayvanları	0.01	0.16	0.01	0.14	0.01	0.13	0.01	0.15
Toplam	6.49	100.00	6.87	100.00	7.74	100.00	6.79	100.00

3.6. İşletme masrafları

İncelenen işletmelerde büyüklük grupları itibarıyla değişken işletme masraflarında dağılımı Çizelge 7'de verilmiştir. İşletmeler ortalamasına göre, değişken masraflar toplamı 30 288 TL olarak bulunmuştur. Bu değer işletme büyüklüklerine göre 15 499 TL ile 80 833 TL arasında değişmektedir. Değişken masraflar arasında en büyük payı işletmeler ortalamasına göre %21.86 ile yem giderleri almaktadır. Bu oranı sırasıyla %15.81 ile gübre, %12.88 ile yakıt, %8.95 ile makine tamir bakım, %7.32 ile tohum, %5.29 ile veteriner ve ilaç giderleri izlemektedir.

İşletmeler ortalamasına göre sabit masraflar toplamı 20 332 TL olarak bulunmuştur (Çizelge 8). Bu miktar 1.

İşletme büyüklük gruplarına göre 14 777 TL ile 318 906 TL arasında değişen ortağa ve kiraya tutulan arazi değerinin işletmeler ortalamasındaki miktarı 92 581 TL'dir. İncelenen işletmelerde öz sermaye değeri işletmeler ortalamasında 516 289 TL olarak bulunmuştur.

3.4. İşletmelerde hayvan varlığı

İncelenen işletmelerde hayvan varlıkları; 1. grupta 6.49 BBHB, 2. grupta 6.87 BBHB, 3. grupta 7.74 BBHB ve işletmeler ortalamasında ise 6.79 BBHB bulunmuştur (Çizelge 6). İşletmeler ortalamasında 6.79 BBHB olan hayvan varlığının %86.6'sını büyükbaş hayvanlar, %13.25'ini küçükbaş hayvanlar ve %0.15'ini ise kümes hayvanları teşkil etmektedir.

grupta 16 670 TL, 2. grupta 22 009 TL ve 3. grupta 28 652 TL olarak bulunmuştur. İşletmeler ortalamasına göre toplam sabit masraflar içinde en büyük pay %47.46'lık oran ile aile ücreti karşılığına aittir. Bu değeri %39.37 ile amortisman giderleri, %11.29 ile bina tamir bakım giderleri, %1.02 ile vergi-sigorta ve %0.88 ile daimi işçi giderleri izlemektedir.

İşletmeler ortalamasına göre toplam işletme masrafları 50 620 TL olarak bulunmuştur (Çizelge 9). Bu değer 1. grupta 32 168 TL, 2. grupta 55 684 TL ve 3. grupta ise 109 486 TL olarak bulunmuştur. İşletmeler ortalamasına göre işletme masraflarının %59.83'ü değişken masraflar, %40.17'si sabit masraflardan oluşmaktadır.

Çizelge 7. Değişken işletme masrafları

	İşletme büyüklük grupları						İşletmeler ortalaması (169)	
	1. Grup (73)		2. Grup (80)		3. Grup (16)		Değeri (TL)	%
	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%		
Bitkisel üretim değişken masrafları	6 325	40.81	2 351	6.98	59 558	73.68	17 416	57.50
Tohum	850	5.48	5 003	14.86	7 792	9.64	2 217	7.32
Gübre	1 433	9.24	963	2.86	19 044	23.56	4 790	15.81
İlaç	219	1.41	920	2.73	3 976	4.92	927	3.06
Geçici işçilik	691	4.46	4 279	12.71	2 212	2.74	944	3.12
Yakıt	1 119	7.22	3 253	9.66	14 696	18.18	3 900	12.88
Alet-makine tamir bakım	1 250	8.07	136	0.40	6 653	8.23	2 710	8.95
Su ücreti	34	0.22	413	1.23	473	0.59	124	0.41
Taşıma-pazarlama	200	1.29	1 790	5.32	1 020	1.26	379	1.25
Hasat	529	3.41	12 963	38.50	3 692	4.57	1 426	4.71
Hayvansal üretim değişken masrafları	8 436	54.43	7 633	22.67	17 426	21.56	11 430	37.74
Yem	5 514	35.58	1 963	5.83	6 603	8.17	6 620	21.86
Veteriner-ilaç	1 125	7.26	1 197	3.55	1 986	2.46	1 603	5.29
Su aydınlatma masrafları	657	4.24	159	0.47	931	1.15	939	3.10
Tuz	106	0.68	165	0.49	153	0.19	135	0.45
Pazarlama masrafları	75	0.49	1 847	5.48	178	0.22	128	0.42
Diğer	959	6.19	1 604	4.76	7 575	9.37	2 005	6.62
Döner sermaye faizi	738	4.76	33 675	100.00	3 849	4.76	1 442	4.76
Toplam değişken masraflar	15 499	100.00	2 351	6.98	80 833	100.00	30 288	100.00

Çizelge 8. Sabit işletme masrafları

	İşletme büyüklük grupları						İşletmeler ortalaması (169)	
	1. Grup (73)		2. Grup (80)		3. Grup (16)		Değeri (TL)	%
	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%		
Aile ücreti karşılığı	8 573	51.43	10 351	47.03	11 047	38.55	9 649	47.46
Amortismanlar	6 089	36.53	8 584	39.00	13 852	48.35	8 005	39.37
Bina tamir bakım	1 685	10.11	2 763	12.55	2 750	9.60	2 296	11.29
Vergi - sigorta	175	1.05	177	0.81	516	1.80	208	1.02
Daimi işçi ücretleri	148	0.89	135	0.61	488	1.70	174	0.86
Toplam sabit masraflar	16 670	100.00	22 009	100.00	28 652	100.00	20 332	100.00

3.5. İşletmelerin yıllık faaliyet sonuçları

İncelenen işletmelerin yıllık faaliyet sonuçları Çizelge 10'da verilmiştir. GSÜD'ni oluşturan bitkisel üretim ve hayvansal üretim değerleri ayrı ayrı incelenmiştir. Bitkisel üretim değeri işletmeler

ortalamasında 32 929 TL, hayvansal üretim değeri işletmeler ortalamasında 23 896 TL'dir. GSÜD, 1. grupta 30 572 TL, 2. grupta 59 094 TL ve 3. grupta 165 260 TL olup, işletmeler ortalamasında bu değer 56 825 TL'dir.

Çizelge 9. Toplam işletme masrafları

	İşletme büyüklük grupları						İşletmeler ortalaması (169)	
	1. Grup (73)		2. Grup (80)		3. Grup (16)		Değeri (TL)	%
	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%	Değeri (TL)	%		
Değişken masraf	15 499	48.18	33 675	60.47	80 833	73.83	30 288	59.83
Sabit masraf	16 670	51.82	22 009	39.53	28 652	26.17	20 332	40.17
Toplam işletme masrafları	32 168	100.00	55 684	100.00	109 486	100.00	50 620	100.00

Çizelge 10. İşletmelerin faaliyet sonuçları

	1. Grup (73)	2. Grup (80)	3. Grup (16)	İşletmeler ortalaması (169)
	Değeri (TL)	Değeri (TL)	Değeri (TL)	Değeri (TL)
Bitkisel Üretim (a)	11 073	32 489	134 850	32 929
Buğday	4 884	17 032	75 220	17 294
Ayçiçeği	3 235	12 672	36 397	10 842
Arpa	195	251	2 063	398
Kanola	38	106	4 230	467
Çeltik	174	505	0	314
I. ürün silajlık mısır	108	179	213	151
II. ürün silajlık mısır	713	261	5 089	913
Yonca	175	0	0	76
Fiğ	123	180	1 283	260
Yulaf	0	0	2 000	189
Domates	479	0	0	207
Erik	25	0	0	11
Ceviz	279	300	3 750	618
Kiraz	17	120	0	64
Elma	12	0	0	5
Armut	13	105	4 500	481
Ayva	22	0	0	10
Badem	493	0	0	213
Kayısı	24	0	0	10
Bağ	22	701	0	341
Demirbaş kıymet artışı	40	77	106	64
Hayvansal Üretim (b)	19 499	26 605	30 410	23 896
Sığırcılık	15 488	19 466	21 817	17 970
Koyunculuk	1 568	2 368	3 000	2 083
Kümes hayvanları	124	201	188	166
Demirbaş kıymet artışı	2 319	4 569	5 406	3 677
A. GSÜD (a+b)	30 572	59 094	165 260	56 825
İşletme dışı tarımsal gelir (c)	3 822	6 878	15 954	6 417
İkametgah kira karşılığı (d)	2 74	3 719	4 063	3 328
B. GSH (A+c+d)	37 133	69 691	185 277	66 571
Değişken masraflar (e)	15 499	33 675	80 833	30 288
C. Brüt Kar (A-e)	15 073	25 419	84 427	26 537
Toplam işletme masrafları (f)	32 168	55 684	109 486	50 620
D. Saf Hasıla (B-f)	4 965	75 791	4 965	75 791
Kiracılık ve ortakçılık payı (g)	250	2 215	5 719	1 698
Borç faizleri (h)	474	1 218	1 511	924
Aile işgücü karşılığı (i)	8 573	10 351	11 047	9 649
E. Tarımsal Gelir (D-g-h+i)	12 814	20 925	75 609	22 977

GSH değeri, 1. grupta 37 133 TL, 2. grupta 69 691 TL ve 3. grupta 185 277 TL olup, işletmeler ortalamasında bu değer 66 571 TL'dir. Araştırma alanında 1. grupta 15 073 TL, 2. grupta 25 419 TL, 3. grupta 84 427 TL ve işletmeler ortalamasında 26 537 TL brüt kâr elde edilmiştir.

İşletmeler ortalamasına göre saf hasıla 15 951 TL olarak bulunmuştur. Saf hasıla değeri, işletme büyüklük gruplarına göre değişmekte ve işletme büyüklüğü ile giderek artmaktadır. Birinci grupta 4 965 TL, 2. grupta 14 007 TL ve 3. grupta 75 791 TL olarak bulunmuştur.

İşletmeler ortalamasına göre tarımsal gelir 22 977 TL olarak bulunmuştur. Tarımsal gelir değeri, işletme büyüklük gruplarına göre değişmekte ve işletme büyüklüğü ile giderek artmaktadır. Tarımsal gelir 1. grupta 12 814 TL, 2. grupta 20 925 TL ve 3. grupta 75 609 TL olarak bulunmuştur.

3.6. Rantabilite oranları ve gelirlerin analizi

İşletmeler ortalaması itibariyle, ekonomik rantabilite, %2.57 ve mali rantabilite %2.58 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 11). Yani, inceleme alanındaki işletmeler, her 100 TL'lik öz sermayeye karşılık yaklaşık olarak ortalama 2.58 TL kâr etmektedirler. Saf hasılanın gayri saf hasılaya oranını veren rantabilite faktörü, işletmeler ortalamasında %23.96 olarak bulunmuştur. Yani, incelenen işletmelerde elde edilen her 100 TL'lik gayri saf hasılanın, 23.96 TL'si saf hasıladır.

Birinci ve 2. gruplarda ekonomik rantabilite oranı mali rantabilite oranından yüksek, 3. grupta mali rantabilite oranı ekonomik rantabilite oranından yüksek

bulunmuştur. Mali rantabilite oranının, ekonomik rantabilite oranından yüksek olması, öz sermayenin daha verimli kullanıldığını göstermektedir.

Birinci ve 2. grupta yer alan işletmeler, ekonomik anlamda karlı sayılmazlar, çünkü fırsat maliyetinden (%3.62) daha az bir kâr elde etmektedirler. Üçüncü grupta yer alan işletmeler ise ekonomik anlamda karlı sayılmaktadırlar.

Birinci grupta toplam masrafın gayri saf hasılaya oranı 0.87 iken, 2. grupta 0.80 ve 3. grupta 0.59 olarak bulunmuş olup, işletmeler ortalamasında 0.76'dır (Çizelge 11). Birinci grup işletmelerde 100 TL gayri saf hasıla elde etmek için 87 TL harcanırken; bu değer 2. grup işletmelerde 80 TL ve 3. grup işletmelerde 59 TL olarak hesaplanmıştır.

Sabit ve değişken masrafların gayri saf hasılaya oranları da önemli mali göstergelerdir. Sabit masrafın gayri saf hasılaya oranının yüksek; değişken masrafın gayri saf hasılaya oranının az olduğu işletmeler, nakit akımı problemleri ile daha çok karşı karşıya kalırlar. Çalışma alanında yer alan birinci ve ikinci grup işletmeler, üçüncü grupta yer alan işletmelere göre daha fazla likidite problemi ile karşı karşıyadırlar.

Yapılan istatistik analiz sonucuna göre, rantabilite faktörü (F=17.3973, p=0.0001), mali rantabilite (F=4.1697, p=0.0171), ekonomik rantabilite (F=4.5617, p=0.0118), toplam masraf/gayrisaf hasıla (F=17.3638, p=0.001), değişken masraf/gayrisaf hasıla (F=5.1971, p=0.0065) ve sabit masraf/gayrisaf hasıla (F=32.5710, p=0.0001) işletme büyüklük grupları itibariyle farklılık göstermektedir.

Çizelge 11. İncelenen işletmelerin rantabilite faktörü ve oranları, mali oranlar ve gelir analizleri (%)

	İşletme büyüklük grupları			İşletmeler ortalaması (169)
	1. Grup (73)	2. Grup (80)	3. Grup (16)	
Rantabilite faktörü **	13.37b	20.10b	40.91a	23.96
Mali rantabilite *	1.47b	2.04b	4.17a	2.58
Ekonomik rantabilite *	1.61b	2.15b	3.99a	2.57
Toplam masraf / Gayrisaf hasıla **	0.87a	0.80a	0.59b	0.76
Değişken masraf / Gayrisaf hasıla **	0.42b	0.48a	0.44b	0.45
Sabit masraf / Gayrisaf hasıla **	0.45a	0.32b	0.15c	0.31

*Farklı harfle gösterilen grupların ortalamaları %5 önem düzeyinde farklıdır.

**Farklı harfle gösterilen grupların ortalamaları %1 önem düzeyinde farklıdır.

3.7. Mali oranlar

İncelenen işletmelerde, işletmeler ortalamasında cari oran 1.60 olarak bulunmuştur. Bu durum incelenen işletmelerin cari varlıklarını satarak cari borçlarını rahatlıkla ödeyebileceklerini göstermektedir (Çizelge 12). İşletmeler ortalamasında likidite oranı 0.62 olarak bulunmuştur. Bu değer, işletmelerin stoklar hariç sahip oldukları likit varlıklarla kısa vadeli borçların ancak %62'sinin ödenebileceğini göstermektedir. İşletmeler

ortalamasında öz sermayenin uzun vadeli borçlara oranı 113.76 olarak bulunmuş olup, oldukça yüksek bulunmuştur. İşletmeler uzun vadeli borçlarını zorluk çekmemektedirler. Bu oran, özellikle 1. grup işletmelerde çok yüksektir. Bu sonuç aynı zamanda özellikle 1. grupta yer alan küçük işletmelerin uzun vadeli borçtan kaçınarak yatırım yapmadığı anlamına da gelmektedir.

Sermaye devir oranı, işletme büyüklük grupları itibariyle birinci grupta %9.94, ikinci grupta %9.07,

Çizelge 12. İncelenen işletmelerin mali oranları (%)

	İşletme büyüklük grupları			İşletmeler ortalaması (169)
	1. Grup (73)	2. Grup (80)	3. Grup (16)	
Cari oran	2.03	1.16	2.67	1.60
Likidite oranı	1.01	0.45	0.74	0.62
Öz sermayenin uzun vadeli borçlara oranı	166.92	73.87	70.52	113.76
Sermaye devir oranı	9.94	9.07	8.70	9.15

üçüncü grupta ise %8.70 olarak bulunmuştur. Bu oran işletmeler ortalamasında %9.15'dir.

4. Sonuç

Çalışma bulguları, incelenen işletmelerin sahip olduğu toplam sermayenin yaklaşık %80'inin çiftlik sermayesi ve %20'lik kısmının ise işletme sermayesinden oluştuğunu göstermiştir. Bu durum işletmelerin ekstansif tarım yaptığının bir göstergesidir. Çiftlik sermayesi ile işletme sermayesi arasında dengesiz bir durum söz konusudur. İşletme sermayesinin çiftlik sermayesinin üretkenliğini artırdığı bilinmektedir. Bu dengesizliğin giderilmesi işletmelerin verimli çalışmasını sağlayabilir.

Çalışma alanında arazi değerlerinin yüksek oluşu, çiftlik sermayesinin aktif sermaye içindeki oranının yüksek çıkmasında önemli bir etkidir. Bunun yanında, diğer sermaye unsurlarının yeterli düzeyde olmaması da önemli bir faktördür. Arazi sermayesinin toplam (aktif) sermayedeki oranı işletme tipine ve bölgeye göre değişmekle birlikte, bitkisel üretim yapan işletmelerde toplam sermayenin en az yarısını oluşturmaktadır.

İşletmelerin arazi büyüklüğü arttıkça GSÜD içinde hayvancılığın oranı azalmakta, bitkisel üretimin oranı ise artmaktadır. Bu durum, arazi büyüklüğü fazla olan işletmelerin bitkisel üretimden fazla kazanç elde etmesinden ve de hayvancılığa ayıracak fazla zaman bulamamasından kaynaklanmaktadır.

İşletmeler ortalamasına göre sermaye devir oranı %9.15 olarak belirlenmiştir. Bu oran düşük bulunmuş olup, üreticilerin toprak, hayvan, makine vb. üretim faktörlerine fazla yatırım yaptıklarının göstergesidir. Bu durumda, üreticilerin yatırım sermayelerini azaltmaları ya da gayrisafi üretim değerini artırma yönünde önlemler almaları gerekmektedir. Sermaye devir oranını arttırmak için yılda iki ya da üç kez ürün almak, besi süresini kısaltmak, kuru koşullarda nadası kaldırmak gibi önlemler alınabilir.

Çalışma alanında faaliyet gösteren büyük ölçekli işletmelerin, işletmelerine yatırmış oldukları toplam ve öz sermaye karşılığında yeterli düzeyde gelir elde ettiği, küçük ve orta ölçekli işletmelerin yatırdıkları sermaye karşılığında tatminkâr gelir elde edemedikleri saptanmıştır. Bölgede bazı yörelerde başlatılan arazi toplulaştırma çalışmalarının hızlandırılması üretimde verimliliğe ve çiftçi gelirlerine olumlu katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Altıntaş, G., Akçay, Y., 2007. Tokat ili Erbaa ovasında tarım işletmelerinin ekonomik analizi ve işletmelerin başarısını etkileyen faktörlerin ortaya konulması. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24(2): 33-42.
- Anonim, 2001. 2001 Genel Tarım Sayımı Tarımsal İşletmeler (Hane halkı) Araştırma Sonuçları. DİE Yayınları, Ankara.
- Arısoy, H., Oğuz, C., 2005. Tarımsal Araştırma Enstitüleri Tarafından Yeni Geliştirilen Buğday Çeşitlerinin Tarım İşletmelerinde Kullanım Düzeyi ve Geleneksel Çeşitler İle Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi – Konya İli Örneği, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Ekonomik Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No: 130, ISBN: 975-407-174-8, Ankara.
- Barry, J.P., Hopkin, J.A., Baker, C.B., 1979. Financial Management in Agriculture. The Interstate Printers and Publishers, Inc., Danville, Illinois.
- Çakmak, E.H., Dudu, H., Öcal, N., 2008. Türk Tarım Sektöründe Etkinlik: Yöntem ve Hanehalkı Düzeyinde Nicel Analiz. İktisat Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Çiçek, A., Erkan, O., 1996. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No 12, Ders Notları Serisi 6, Tokat.
- Erkuş, A., Bülbül, M., Kırıl, T., Açıl, A.F., Demirci, R., 1995. Tarım Ekonomisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 5, Ankara.
- Ertek, T., 2008. Makroekonomiye Giriş (Basından Örneklerle). Genişletilmiş 3. Baskı. Yayın No: 1959, İşletme Ekonomisi Dizisi: 259, İstanbul.
- Ghatak, S., Ingersent, K., 1984. Agriculture and Economic Development. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Gündoğmuş, E., 1997. İç Anadolu Bölgesi Tarım İşletmelerinde Şeker Pancarı Üretimimin Simülasyon Yöntemiyle Fonksiyonel Analizi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Ankara.
- Hazneci, K., 2007. Amasya İli Suluova İlçesinde Sığır Besiciliği Yapan İşletmelerin Etkinlik Analizi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. Samsun.
- İnan, İ.H., 2008. Tarımsal İşletme Yönetimi ve Planlaması, Tekirdağ.
- Parlakay, O., 2011. Türkiye'de Yerfistığı Tarımında Teknik ve Ekonomik Etkinlik. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi. Adana.
- Yamane, T., 1967. Elementary Sampling Theory Prentice. Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., USA.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260979



Çeltik üretiminde alana bağlı olarak makina sayısındaki değişimin doğrusal denklemler yardımı ile incelenmesi

Gıyasettin Çiçek^{a*}, Sarp Korkut Sümer^b

^aÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksekokulu, Çanakkale

^bÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

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

Geliş/Received 11/03/2016

Kabul/Accepted 16/06/2016

ÖZET

Tarımsal işletmecilik problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biriside doğrusal programlama yöntemidir. Çeltik üretiminde doğrusal programlama yöntemini kullanarak tarım makinaları masrafını minimize edecek modellerin kurulması ve bilgisayar yardımı ile bu modellerin çözümü sonucunda büyük oranda ekonomiklik sağlanacaktır. Edirne ili İpsala yöresinde çeltik üretimine yönelik yapılan bu çalışmada 10 farklı büyüklüğe sahip işletmede yürütülmüştür. Çalışmada çeltik işletmelerinde kullanılması gereken tarım makinaları sayıları ve büyüklükleri QSB paket programı kullanılarak doğrusal programlama yöntemiyle tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrusal denklem şekline çevrilmiştir. Bu denklemler vasıtasıyla İpsala yöresinde işletme büyüklüğü ne olursa olsun bir çeltik işletmesinin makina masrafını minimize edecek makinalardan kaç adet kullanması gerektiği ortaya konulabilecektir.

Anahtar Sözcükler:

Çeltik
Doğrusal programlama
Makina sayısı
Tarım makinaları

Number and size of farm machinery that is required to use at a model paddy management by linear programming

ABSTRACT

Linear programming method that is commonly used farm management problems is one of the most important methods. Forming of models that will minimize costs of agricultural machinery by using linear programming method and solving this models by using computer will provided economy at paddy production. Numbers and sizes of agricultural machinery which were to be used in 10 different paddy farms in İpsala have been studied to figure out using linear programming. Results obtained were transformed into linear equations. How many machinery are needed can be found for paddy production with minimal machinery cost for any paddy farm size.

Keywords:

Paddy
Linear programming
Number of machinery
Farm machinery

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Tarımsal işletmelerde amaç, verimin en yüksek seviyede tutularak karlılığın artırılmasıdır. İşletme çapında karın en yüksek seviyede tutulması için üretim girdilerinin mümkün olduğunca minimum düzeyde kalması gerekir. Bu da ancak üretimde gelişmiş yöntemlerin kullanılması ve bu girdilerin dengeli bir şekilde değerlendirilmesi sonucu sağlanabilir. Tarımsal işletmenin büyüklüğü ne olursa olsun tarım alet ve makinaların seçiminde dikkat edilmesi gereken belirleyici faktörlerden biriside masraftır. Makina giderleri bir tarım işletmesinin genel üretim giderleri içerisindeki önemli kalemini oluşturur. Makina giderlerinin genel üretim giderleri içerisindeki payı işletmede bulunan makinaların sayısına, boyutlarına ve

bunların üretim periyodu içindeki kullanım şekillerine bağlı olarak işletmeler arasında farklılık gösterir (Çiçek, 2003).

Bir tarım işletmesinde kazancın artırılması, büyük ölçüde işletmede gereksinim duyulan traktör ve tarım iş makinalarının işletme özelliklerine uygun seçilmesi ve ekonomik olarak kullanılmasına bağlı olmaktadır. Çünkü işletmenin yıllık gideri içerisinde traktör ve tarım iş makinaları giderlerinden oluşan mekanizasyon giderlerinin payı bina ve arazi yatırımlarından sonra en yüksek değerdedir ve bu yaklaşık olarak üretim giderlerinin %30-50'sini oluşturmaktadır (Işık, 1996).

Trakya bölgesindeki çeltik işletmeleri sahip oldukları tarımsal mekanizasyon göstergeleri ile ülkemizin büyük ve ileri işletmeleri arasında sayılabilirler (Arın, 1987). Tarımsal mekanizasyon

araçlarının işletme içinde büyük yatırım sermayesine ihtiyaç duyması nedeniyle, işletme özelliklerine uygun minimum giderli mekanizasyon sisteminin seçilmesi veya mevcut yatırımlara uygun üretim deseni ve alan dağılımının sağlanması ve planlanması büyük önem taşımaktadır (Sessiz ve Pınar, 1995). Dolayısıyla diğer işletmelerde olduğu gibi çeltik işletmelerinde de modern mekanizasyon uygulamaları için yapılan planlamalar karmaşık bir hal almaktadır. Bunun en önemli sebebi yapılan işlemlerin çokluğu, zamanın kısıtlı olması ve iklim koşullarının belirsiz olmasıdır. Bu nedenle mekanizasyonu destekleyen ve tarımsal üretimde etkin olarak kullanılabilen planlamalara gereksinim duyulmaktadır. Bu planlamaların en önemli kısmını kısıtlı zaman içerisinde üretim için istenen işlemleri yapabilecek makina setinin seçimi oluşturmaktadır.

Modellerin geliştirilmesi ve analizleriyle ilgili olarak yapılan çalışmalarda, araştırmacılar ve bilim adamları tarımsal alanla ilgili bir çok bilinmeyen ortaya çıkarmışlardır. Seçilen bir amaçla ilgili olarak mümkün olan en uygun yol içerisinde bir takım etmenlerle sınırlandırılmış olan kaynakların uygun dağılımını sağlayan yöntem (Price, 1978) olarak tanımlanan doğrusal programlama ile büyük ve karmaşık işlem modelleri daha hızlı ve efektif bir şekilde çözülebilmektedir.

Ancak bütün bu geleneksel bilgisayar yazılımları, sadece sayısal verileri işleyebilmektedir. İşletme düzeyinde yapılacak planlamanın başarılı olabilmesi için gerekli verilerin sağlıklı bir şekilde derlenmesi kadar derlenen verilerin iyi değerlendirilmesi (Sessiz ve Pınar, 1995), yorumlama ve karar verme işlemi kullanıcıya bırakıldığından konuyla ilgili bir uzmana gereksinim duyulmaktadır. Ayrıca program içinde yapısal değişikliklerin gerçekleştirilmesi oldukça güç olmaktadır (Sağlam ve Çetin, 2001).

Bu çalışmada, İpsala yöresindeki çeltik üreticilerine yönelik bir anket çalışması yapılmış ve üretim aşamalarında yaygın olarak kullanılan makinalar ele alınarak 50-500 ha arasında 10 farklı alan için doğrusal programlama yardımı ile makina masrafını minimize edecek makina seti saptanmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrusal denklem şekline çevrilmiştir. Doğrusal programlama modelinin çözümünde QSB paket programı kullanılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Modelde İpsala yöresinde çeltik tarımında yaygın olarak kullanılan tarım makinalarına yer verilmiştir. Çeşitli büyüklüklere sahip bu makinalar Çizelge 1'de verildiği gibidir.

Çizelge 1. Çeltik üretiminde kullanılan traktör ve tarım makinalarının bazı işletme değerleri

Makina	Makina büyüklüğü (m)	Satın alma bedeli (€)	Çeki gücü (kW)
Pulluk (2 gövdeli)	0.6	250	30
Pulluk (3 gövdeli)	0.9	375	34
Pulluk (4 gövdeli)	1.2	450	37
Pulluk (5 gövdeli)	1.5	630	40
Goble diskaro	2	1700	15
	3	2500	17
	4	2800	19
Lazerli toprak tesviye makinası	3.5	18700	64
	4	19100	74
	4.5	22000	80
	5	25000	92
Kombikürüm	2	500	23
	2.5	800	26
	3	1100	28
Dişli tırmık	2	150	11
	2.5	190	12
	3	250	14
Ekim makinası	10	600	29
Bıçerdöver	5	150000	
Traktör (kW)	100	60000	
	88	56000	
	80	55000	
	74	41000	
	66	23600	
	60	15750	
	52	6900	

Bu çalışmada çeltik üretimi yapan işletmelerde işletme büyüklüğü, çalışılabilir zaman aralıkları, alet ve makinaların iş başarıları ve çeki güçleri ile farklı güçte traktörlerle kullanılabilen tarım alet ve makinaların yıllık maliyetlerine bağlı olarak makina seçimi yapılabilecek bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Modelde kullanılacak makinaların maliyetleri, iş başarıları ve çeki güçleri önceden tespit edilerek, makina, traktör ve iş gücü gereksinimi göz önüne alınmakta ve sonuç olarak üretim dönemindeki çalışılabilir zamana bağlı olarak minimum maliyeti veren makina seti elde edilmektedir.

2.1. Model için gerekli veriler

İşletme büyüklüğü: Modelde 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 ve 500 ha büyüklüğe sahip alanlar için kullanılması gereken tarım makinalarının sayısı ve büyüklüğü tespit edilmiştir.

Tarla işlemleri ve bu işlemlerde kullanılan tarım makinaları büyüklükleri: İpsala yöresinde çeltik üretiminde izlenen mekanizasyon zinciri ve kullanılan makinalar aşağıdaki gibidir.

Sürüm (pulluk), 1. tırmıklama (goble diskaro), arazi tesviyesi (lazerli tesviye mak.), 2. tırmıklama (kombikürüm), 3. tırmıklama (dişli tırmık), ekim (savurmalı ekim mak.) ve hasat (biçerdöver). İlaçlama ve gübreleme elle yapıldığı için modelde yer verilmemiştir. Modelde ayrıca yörede yaygın olarak kullanılan 7 farklı güçte traktör ele alınmıştır.

Makinalara ait temel işletmecilik verileri: İşletmecilik verileri olarak makinaların iş genişlikleri ve ilerleme hızlarına bağlı olan iş başarıları ele alınmıştır. Makinaların çeki gücü gereksinimleri literatürlerden elde edilmiştir. İş başarıları ise aşağıdaki formülden hesaplanmıştır (Keskin ve Erdoğan, 1992).

$$S = 3.6 * B * V * k \quad (1)$$

- S: Makinanın iş başarıları (da/h)
B: Makinanın iş genişliği (m)
V: Makinanın çalışma hızı (m/s)
k: Çalışma zamanından yararlanma katsayısı (%)

Yıllık makina masraflarının hesaplanmasında kullanılan veriler: Makina giderlerinin hesaplanmasında satın alma fiyatları, faiz oranları, saatlik ve yıllık ömür, tamir ve bakım faktörleri, işçilik ücreti ve yakıt fiyatı değişkenleri oluşturmaktadır. Bu değişkenler ile amortisman, faiz, muhafaza, bakım, tamir ve yakıt-yağ masrafları hesaplanmıştır (Dinçer, 1976; Arın, 2002).

Amortisman masrafı:

$$a = \frac{A - R}{T} \quad (2)$$

- A: Makinanın satın alma bedeli (€)
R: Makinanın hurda değeri (0.1*A)
T: Makinanın ömrü (yıl)

Faiz masrafı:

$$f = \frac{(A + R) * i}{2} \quad (3)$$

i: Yıllık faiz oranı (%)

Muhafaza masrafı:

$$m = \frac{0.9 * A}{100} \quad (\text{Tarım makinaları için}) \quad (4)$$

$$m = \frac{1.3 * A}{100} \quad (\text{Traktör için}) \quad (5)$$

Tamir masrafı:

$$t = \frac{A * r}{n} \quad (6)$$

r: Tamir faktörü

n: Makinanın ömrü (h)

Bakım masrafı:

$$b = w * L \quad (7)$$

w : Bakım faktörü

L : İşçilik ücreti (€/h)

Yakıt ve yağ masrafı:

$$y_0 = 0.103 * N * K_m \quad (8)$$

N : Kullanılan traktör gücü (kW)

K_m : Yakıt fiyatı (€/lt)

Her periyotta çalışılabilir zaman aralıkları: Bir makinanın sınırlı zaman içerisinde gereken işlemi yapabilmesi onun büyüklüğü ile doğrudan ilgilidir. Modelde sınırlı zaman aralığında belirtilen tarımsal işi yapabilecek en düşük masraflı makinanın seçilmesi amaçlanmıştır. Bir çok üründe olduğu gibi çeltiğin üretiminde de bir tarımsal işlemin bitmesi diğer bir tarımsal işlemin başlaması demektir. Çeltik üretiminde herhangi bir tarımsal işlem, önceki işlemin bittiği tarihten daha önce başlamakta ve o işlemde birkaç gün sonra bitirmektedir. İpsala ilçesinde periyotlara göre çalışılabilir saat sayıları Çizelge 2'de verildiği gibidir (Anonymous, 2002).

Biçerdöver ve ekim makinasında diğer tarım makinalarından farklı olarak birden fazla sayıda traktör ve işçi kullanılabilir. Bu nedenle diğer tarım makinalarında makina, traktör ve işçilik zaman gereksinimleri makinaların iş başarısına eşit olduğu halde, biçerdöver ve ekim makinasında bu değerler kullanılan traktör ve işçi sayısına göre değişmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Periyotlara göre çalışılabilir saat sayıları

Periyot	Çalışılabilir saat (h)
Eylül	166
Ekim	163
Geç Mart	124
Erken Nisan	105
Geç Nisan	113
Erken Mayıs	119
Geç Mayıs	96

Çizelge 3. Biçerdöver ve ekim makinasında makina, traktör ve işçilik zaman gereksinimleri

	Ekim makinası	Biçerdöver
Makina iş başarısı (h/ha)	0.44	1.39
Traktör iş başarısı (h/ha)	0.88	1.39
İşçilik iş başarısı (h/ha)	1.32	4.17

2.2. Amaç fonksiyonu ve kısıtların belirlenmesi

Doğrusal programlama tekniğinde matematiksel model amaç fonksiyonu, amaca ulaşmada alternatif üretim faaliyetlerini ve üretim vasıtaları sınırları olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır (Agrawal ve Heady, 1972; Sındır ve Evcim, 1989; Işık, 1992; Yakut, 1985; Sessiz ve Pınar, 1995; Çiçek, 2003).

Amaç fonksiyonu: Minimum gideri sağlamak amacıyla karar değişkenlerinin etkilerinin karşılaştırıldığı fonksiyondur. Amaç karın maksimizasyonu veya giderin minimizasyonudur.

$$Z_{\min} = \sum_{j=1}^n C_j \cdot X_j \quad (9)$$

Z_{\min} : Amaç fonksiyonu

n : İşlem sayısı

C_j : j işlemindeki makina masrafı (€/ha)

X_j : j işlemindeki alan miktarı (ha)

Kısıtlayıcı fonksiyonlar: Kısıt denklemleri 5 grup altında toplanmıştır.

a) *Alan kısıtı*: Bu kısıt hasat edilen alanın toplam üretim alanı değerine eşit olması gereğinden kaynaklanan kısıttır.

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = A \quad (10)$$

i : Periyot sayısı

A : İşletmenin üretim alanı (ha)

X_{ij} : i periyodunda yapılan j işleminin alan miktarı (ha)

b) *İşlemlerin ardışımı kısıtı*: Her işlemin yapıldığı alan bir önceki işlemin yapıldığı alana eşit veya küçük

olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^n X_{i(j+1)} \leq \sum_{j=1}^n X_{ij} \quad (11)$$

$X_{i(j+1)}$: i periyodunda yapılan j işleminden sonraki tarımsal işlemin alan miktarı (ha)

c) *Traktör kısıtı*: Her çalışma periyodunda, tüm işlemler için gereken traktör zamanı, o periyottaki kullanılabilir traktör zamanını aşmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^n Q_{ij} \cdot X_{ij} \leq D_i \cdot X_T \quad (12)$$

Q_{ij} : i periyodundaki j işlemi için gerek duyulan traktör zamanı (h/ha)

D_i : i periyodunda çalışılabilir zaman (h)

X_T : Traktör sayısı

d) *Makina kısıtı*: Her işlem için gereken makina zamanı, o periyottaki kullanılabilir makina zamanını aşmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^n P_{ij} \cdot X_{ij} \leq D_i \cdot X_M \quad (13)$$

P_{ij} : i periyodundaki j işlemi için gerek duyulan makina zamanı (h/ha)

X_M : Makina sayısı

e) *İşçilik kısıtı*: Gereken işçilik zamanı, periyottaki kullanılabilir işçilik zamanını aşmamalıdır.

$$\sum_{j=1}^n R_{ij} \cdot X_{ij} \leq D_i \cdot X_O \quad (14)$$

R_{ij} : i periyodundaki j işlemi için gerek duyulan işçilik zamanı (h/ha)

X_O : İşçi sayısı

Model için gerekli veriler Microsoft Excel bilgisayar programına yüklenerek amaç fonksiyonu ve kısıt denklemleri elde edilmiştir. Elde edilen bu denklemlerin QSB paket programına girilmesi ile çeltik üretiminde kullanılacak makina büyüklükleri ile sayıları ondalıklı olarak bulunmuş ve her alan için yıllık minimum masraflar tespit edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

İpsala yöresinde 50-500 ha arasında farklı büyüklüklerde 10 alan için yapılan bu araştırma sonucunda her alan için işletmelerin ellerinde bulundurması gereken makina sayıları ve minimum masrafları Çizelge 4 ve Çizelge 5'te verildiği gibi bulunmuştur.

Çizelge 4. Üretim alanına bağlı olarak elde edilen makina sayıları

Alan (ha)	Makina sayısı (Adet)									
	Pulluk4	Goble2	Goble4	Lazer3,5	Lazer5	Kombi2	Kombi2,5	Diş tırm3	Ek mak	Biçerdöv
50	0.76	0.16		0.23		0.65		0.27	0.23	0.21
100	1.55		0.21	0.45		1.22		0.55	0.46	0.42
150	2.3		0.32	0.68		1.25	0.54	0.82	0.69	0.63
200	3.06		0.43	0.9		1.67	0.73	1.09	0.92	0.84
250	3.83		0.53		0.61	2.09	0.91	1.37	1.15	1.06
300	4.6		0.64		0.73	2.51	1.09	1.64	1.37	1.27
350	5.36		0.75		0.85	2.93	1.27	1.91	1.6	1.48
400	6.13		0.85		0.97	3.35	1.45	2.18	1.83	1.69
450	6.9		0.96		1.09	3.76	1.63	2.46	2.06	1.9
500	7.66		1.07		1.21	4.18	1.82	2.73	2.29	2.11

Çizelge 5. Üretim alanına bağlı olarak elde edilen traktör, işçi sayıları ve masrafları

Alan (ha)	Traktör ve işçi sayısı (adet)				Masraf (€)
	Trak100	Trak74	Trak52	İşçi	
50		0.23	0.92	1.15	223682
100		0.45	1.77	2.22	278874
150		0.68	2.62	3.29	333722
200		0.9	3.49	4.39	388570
250	0.61		4.36	4.97	443334
300	0.73		5.24	5.97	494817
350	0.85		6.11	6.96	546283
400	0.97		6.98	7.95	597770
450	1.09		7.86	8.95	649251
500	1.21		8.73	9.94	700738

Kurulan modele göre çizelgelerden de görüldüğü gibi ekim makinası, biçerdöver ve işçiden başka 4 gövdeli pulluğun, 2 m'lik kombikürümün, 3 m'lik dişli tırmığın ve 52 kW'lık traktörün tüm alanlarda mutlaka kullanılması gerekmektedir. 2 m'lik goble yalnızca 50 ha alanda, 4 m'lik goble ise diğer alanlarda kullanılmalıdır. Lazerli tesviye makinası incelendiğinde 3.5 m'lik lazerin 200 ha'dan küçük alanlarda, 5 m'lik lazerin ise 200 ha'dan büyük alanlarda kullanılması gerektiği bulunmuştur. 50 ha ve 100 ha'lık alanlarda yalnızca 2 m'lik kombikürümün 150 ha'dan büyük alanlarda ise 2 m'lik ve 2.5 m'lik kombikürümlerin birlikte kullanıldığı görülmektedir. Traktör lazerli tesviye makinasına göre değişim göstermektedir. Çünkü 52 kW'lık traktör diğer tüm işlemleri yapabilecek güce sahip iken, 3.5 m'lik lazerli tesviye makinasını çekebilecek traktörün en az 74 kW gücünde olması gerekmektedir. 200 ha ve daha küçük alanlarda 74 kW'lık traktörün 3.5 m'lik lazerli tesviye makinası, daha büyük alanlarda ise 100 kW'lık traktörün 5 m'lik lazerli tesviye makinası ile kullanılması durumunda minimum masraf sağlanmaktadır.

Şekil 1'de alana bağlı olarak makina, traktör ve işçi sayısındaki değişimleri gösteren grafik, Şekil 2'de ise yine alana bağlı olarak masraflarda meydana gelen

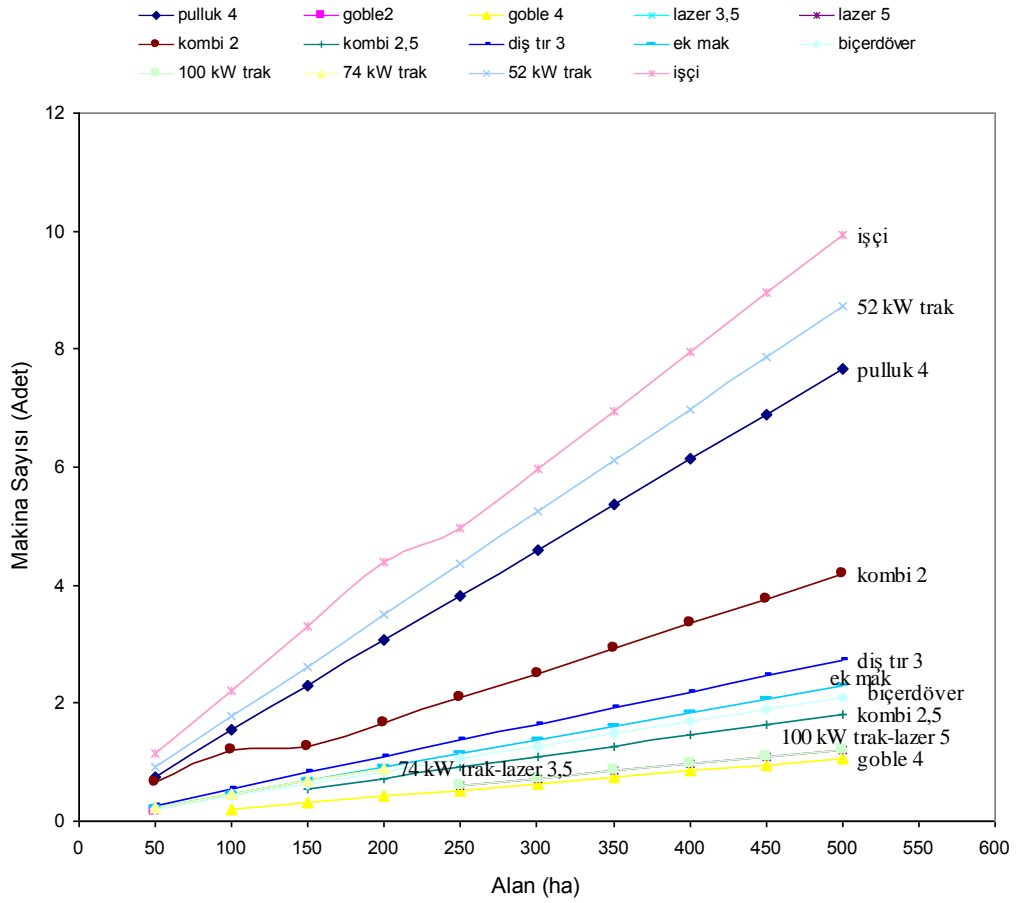
değişimi gösteren grafik verilmiştir.

Grafikler incelendiğinde en fazla artışın sırasıyla işçi, 52kW'lık traktör, 4 gövdeli pulluk, 2 m'lik kombikürüm, 3 m'lik dişli tırmık, ekim makinası, biçerdöver, 2.5 m'lik kombikürüm, 100 kW'lık traktör ile 5 m'lik lazer, 4 m'lik goble diskaro ve 74 kW'lık traktör ile 3.5 m'lik lazerde meydana geldiği görülmektedir.

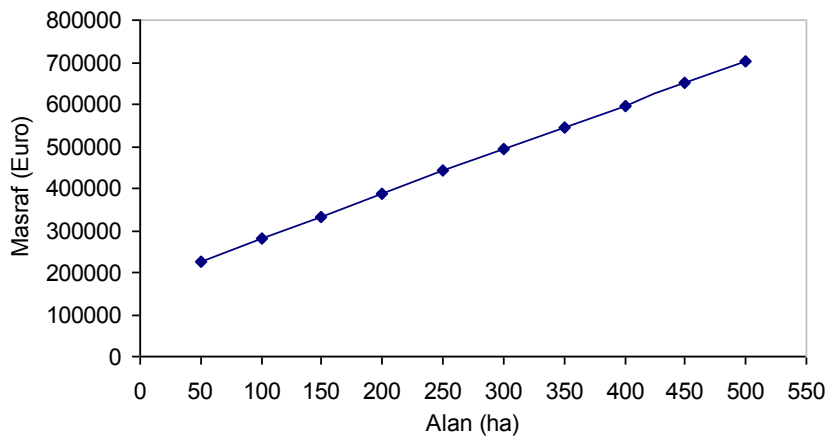
2 m'lik kombikürüm ve işçi dışında kalan tüm değişkenlere ait grafikler düzgün bir şekilde artış göstermektedir. 2 m'lik kombikürümde 150 ha ile 200 ha arasında düzensizlik bozulmaktadır. Çünkü 150 ha'dan sonra 2 m'lik kombikürümün yanında 2.5 m'lik kombikürümde devreye girmektedir.

İşçi grafiğinde ise 200 ha ile 250 ha arasında düzensizlik bozulmaktadır. Bunun sebebi ise 250 ha'dan sonra 3.5 m'lik lazerli tesviye makinasının yerine 5 m'lik lazerli tesviye makinasının kullanılmasıdır. 5 m'lik tesviye makinası kullanılarak tesviyenin daha kısa zamanda bitirilmesi ile işçi farklı işlere kaydırıldığı için daha az işçiye gereksinim olmaktadır.

Alan arttıkça masraflarda meydana gelen değişiminde düzgün bir şekilde arttığı görülmektedir (Şekil 2).



Şekil 1. Alana göre makina, traktör ve işçi sayısı değişimi



Şekil 2. Alana göre yıllık makina masrafındaki değişim

Modelde ele alınan değişkenlere ait grafiklerin elde edilen doğrusal denklemleri ve regresyon katsayıları Çizelge 6'da verildiği gibidir.

Tüm değişkenler için elde edilen grafiklerdeki

eğimin düzgün olduğunu, meydana gelebilecek en büyük hatanın 2 m'lik kombikürümde % 0.76 ve işçide % 0.16 olacağı görülmektedir.

Çizelge 6. Traktör, makina, işçi ve masraflara ait doğrusal denklemler ve regresyon katsayıları

Karar değişkenleri	Doğrusal denklem	Regresyon katsayısı
Pulluk 4	0.0153*X+0.0027	R ² = 1
G. diskaro 2		
G. diskaro 4	0.0021*X-0.002	R ² = 0.9999
Lazer 3.5	0.0045*X+0.005	R ² = 0.9999
Lazer 5	0.0024*X+0.01	R ² = 1
Kombikürüm 2	0.0078*X+0.2193	R ² = 0.9924
Kombikürüm 2.5	0.0036*X-0.0008	R ² = 0.9999
Dişli tırmık 3	0.0055*X+0.0007	R ² = 1
Ekim Makinası	0.0046*X+0.0033	R ² = 1
Biçerdöver	0.0042*X-0.002	R ² = 1
Traktör 100 kW	0.0024*X+0.01	R ² = 1
Traktör 74 kW	0.0045*X+0.005	R ² = 0.9999
Traktör 52 kW	0.0174*X+0.026	R ² = 1
İşçi	0.0192*X+0.3047	R ² = 0.9984
Makina masrafı		R ² = 1

4. Sonuç

Sonuç olarak İpsala yöresinde çeltik üretimi yapan 50 ha ile 500 ha arasında herhangi bir alana sahip bir işletmede, makinalardan meydana gelen masrafları minimum düzeyde tutarak üretim yapabilmek için hangi makinalardan kaç adet kullanılması gerektiği elde edilen doğrusal denklemler yardımı ile kolaylıkla tespit edilebilir. Bunun için çeltik işletmelerinin üretim alanlarında yapacakları gerekli düzenlemeler ile tam bir makinalaşmaya gitmeleri, kullanılacak makinaların seçiminde ise bilimsel yöntemlerden yararlanmaları gerekmektedir. Bu sayede yapılacak planlamalar makina masrafları açısından çeltik işletmelerine ekonomik olarak büyük yararlar sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Agrawal, R.C., Heady, E.O., 1972. Operations Research Methods for Agricultural Decisions. The Iowa State University Press, Ames, USA.
- Anonymous, 2002. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 10 Yıllık İpsala İlçesi Meteorolojik Verileri. Ankara.
- Arın, S., 2002. Tarım Makinaları İşletme Tekniği. Basılmamış Ders Notları. T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Tekirdağ.
- Arın, S., 1987. Meriç Havzasında yapılan çeltik tarımının mekanizasyon sorunları ve çözüm önerileri. 3. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Sempozyumu. İzmir, 26-29 Ekim 1987.
- Çiçek, G., 2003. Trakya Yöresinde Çeltik Tarımında Kullanılan Alet ve Makinaların İşletme Değerlerinin Saptanması ve Optimum Mekanizasyon Modelinin Kurulması. Doktora Tezi. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Edirne.
- Dinçer, H., 1976. Tarım İşletmelerinde Makina Kullanma Masrafları. T. Z. D. K. Mesleki Yayınları. Ankara.
- İşık, A., 1992. Doğrusal programlama tekniği ile mekanizasyon yatırımlarına bağlı üretim planlaması. Tarımsal Mekanizasyon 14. Ulusal Kongresi. Samsun, 14-16 Ekim 1992, s. 463-473.
- İşık, A., 1996. İşletme özelliklerine uygun traktör seçimine yönelik uzman sistem geliştirilmesi üzerinde bir araştırma. 6. Uluslararası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi. Ankara, 2-6 Eylül 1996, s. 303-314.
- Keskin, R., Erdoğan, D., 1992. Tarımsal Mekanizasyon. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları. Yayın No: 1254, Ders Kitabı No: 359, Ankara.
- Price, M.L.R., 1978. Linear Programming-The Technique. Operational Research Workshop, NCAE – NIAE Silsoe, UK, 20-21 September 1978
- Sağlam, C., Çetin, M., 2001. Tarım makinaları işletmeciliği ve planlamasında uzman sistemlerin kullanımı. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi. Şanlıurfa, 13-15 Eylül 2001, s. 19-24
- Sessiz, A., Pınar, Y., 1995. Doğrusal Programlama Tekniğinin Tarımsal Mekanizasyonda Kullanımı. OMÜ. Ziraat Fak. Yardımcı Ders Notu No:13, Samsun.
- Sındır, K.O., Evcim, H.Ü., 1989. Bir işletme örneğinde mekanizasyon gereksinimlerinin doğrusal programlama modeli ile belirlenmesi. Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi. Tekirdağ, 1-2 Haziran 1989, s. 18-25
- Yakut, H., 1985. Doğrusal Programlama Yardımı ile İşletme Biriminde Tarımsal Mekanizasyon Planlaması. Yüksek Lisans Tezi E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarımsal Mekanizasyon Anabilim Dalı, İzmir.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.260980



Çanakkale ilinin tarla ürünleri artık ve enerji potansiyelinin belirlenmesi

Sarp Korkut Sümer^{a*}, Sait Muharrem Say^b, Gıyasettin Çiçek^a

^aÇanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale, ^bÇukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Balcalı, Adana
*Sorumlu yazar/corresponding author: sarpksumer@comu.edu.tr

Geliş/Received: 15/03/2016 Kabul/Accepted: 23/05/2016

ÖZET

Çanakkale’de tarım sektörü, oldukça geniş ürün çeşitliliğine sahiptir. Tarımsal faaliyetler arasında tarla tarımı, toplam tarım alanının %67’sinde yürütülmektedir. Bu alanlarda, artık potansiyeli bulunan ürünlerin yaygın olarak yetiştirilmekte olması nedeniyle, Çanakkale’de dikkate değer miktarlarda tarımsal artıklar oluşmaktadır. Söz konusu artıklar, Çanakkale için olduğu kadar Türkiye için de enerji kaynağı olarak önemli biyokütle potansiyeli oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Çanakkale ilinin tarla tarımı kaynaklı artıkların oluşturduğu biyokütle potansiyeli belirlenmiş ve biyokütle kaynaklı enerji potansiyeli teorik olarak hesaplanmıştır. 2011-2015 yılları arasındaki istatistikleri kapsayan çalışmada, enerji dönüşümüne konu olabilecek tarla tarımı artıkları, ilçelere göre dağılım dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çanakkale’de gıda maddesi olarak tüketilmek üzere yetiştirilen tarla ürünlerinin hasat sonrasında tarlada bırakılan artıklarından elde edilebilecek toplam enerji potansiyelinin 3.33 PJ yıl⁻¹ olduğu saptanmıştır. Çalışma, biyokütle kaynaklarının kullanımı, geleneksel yaklaşımların etkisi, ekonomik ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve tarımsal artıklardan yararlanma konularında tartışma ve bazı çözüm önerilerini de içermektedir.

Anahtar Sözcükler:
Biyokütle
Tarımsal artıklar
Yenilenebilir enerji

Determining the residue and energy potential of field crops in Çanakkale

ABSTRACT

Agricultural sector in Çanakkale province has a wide variety of products. The field crops are produced in 67% of the total agricultural area. Considerable amounts of agricultural residues occur in Çanakkale because of producing the field crops that have potential residue. These residues have a considerable biomass energy potential, which is important for both the Çanakkale and the Turkey. In this research, biomass energy potentials which could be obtained from field crops in Çanakkale province, and residual biomass potential was theoretically calculated by using the statistical data between the years of 2011 and 2015. Potential Residues of field crops were evaluated by considering the distribution by counties. It was determined that total heat capacity which could be obtained from crop residues after harvesting in Çanakkale was 3.33 PJ per year in average. In addition, results include discussion and suggestions about usage of residues, effects of conventional approach on usage of the biomass energy sources in Çanakkale.

Keywords:
Biomass
Residues
Renewable energy

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Son yıllarda; dünyada küresel nüfus artışına paralel olarak sanayileşmenin ve kentleşmenin getirdiği yaşam standardındaki hızlı yükselişler, başta enerji olmak üzere birçok tüketimi hızlı bir şekilde artırmıştır. Literatürde farklı bilgiler bulunmakla birlikte yaygın görüşe göre, enerji tüketiminin yarıya yakınının tüketildiği sanayinin en önemli dayanaklarının başında gelen teknolojiye gelişmelerdir. Sanayi devriminden bu yana gittikçe artan enerji talebini karşılamak için,

fosil yakıtlara daha fazla yüklenilmekte ve bunun sonucu olarak başta çevre sorunları olmak üzere çeşitli sıkıntılar baş göstermektedir. Mevcut bilinen rezervler göz önüne alındığında bu yüzyılın sonlarına doğru fosil yakıtların tükeneceği ya da ciddi oranda azalacağı birçok kaynak tarafından ifade edilmektedir (Yıldırım, 2003; GMKA, 2013).

Ülkemiz; güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik, biyokütle enerjileri başta olmak üzere birçok yenilenebilir enerji kaynağı bakımından oldukça yüksek potansiyele sahip ülkeler arasında yer almaktadır. Diğer

yenilenebilir enerji kaynaklarından farklı olarak biyokütle hem yakıt hem de elektrik üretilebilen, sürekli üretim yapılabilen ve kırsal kesimin ekonomisini geliştiren tek kaynaktır. Biyokütle, dünyanın çoğalan nüfusu ve sanayileşmesi ile giderek artan enerji gereksinimini, çevreyi kirlilemeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek önemli enerji kaynaklarından birisidir. Karada ve suda yetişen bitkiler, hayvansal artıklar, gıda endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel artıkları içeren tüm organik maddeler biyokütle, bu kaynaklardan elde edilen enerji çeşitleri ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanmaktadır. Bitkilerin yetiştirilmesi, yeryüzünde toprak, su ve güneş enerjisinin var olduğu sürece devam edeceği düşünüldüğünde, biyokütle tükenmez bir enerji kaynağı olarak tanımlanabilmektedir (Yıldırım, 2003; DEKTMK, 2007; DEKTMK, 2014)

Dünya enerji tüketiminin yaklaşık %12.2'si (EIA, 2015 Key World Energy Statistics), gelişmekte olan ülkelerde ise enerji tüketiminin yaklaşık %43'ü biyokütleden sağlanmaktadır. Biyokütle; her yerde yetiştirilebilmesi, çevre korunmasına katkısı ve özellikle taşıtlar için yakıt olabilmesi nedeni ile stratejik bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir (Başçetinçelik ve ark., 2005; Çukurçayır ve Sağır, 2008).

BP (British Petroleum), yayımladığı raporda, dünyada enerji talebinin, 2030'a kadar %36 oranında artacağını öngörmektedir. Bu artışın, neredeyse tamamına yakınının, gelişmekte olan ülkelerin enerji talebindeki yükselişten kaynaklanacağı bildirilmiştir. Raporda, nüfus ve gelir artışı, artan enerji talebinin arkasındaki temel faktör olarak görülmektedir. Diğer yandan, enerji tüketiminde en fazla artışın sanayi sektöründe olacağı, özellikle de gelişmekte olan ülkelerin sanayide ilerlemesinin bu artışta önemli bir etkisinin bulunacağı ifade edilmektedir (BP, 2012).

Dünyada artan enerji ihtiyacı ve biyolojik artıkların çevre bilinciyle daha doğru değerlendirilme gerekliliği, modern uygulamaların geleneksel yakma tekniklerinin yerini almaya başlamasına neden olmuştur. Modern biyokütle teknolojilerinde hammadde elde etme kaygısı, her türlü biyolojik atık ve artıkların değerlendirilmesi üzerine çalışmaların yoğunlaşmasını sağlamış ve bitki yetiştiriciliği ön plana çıkmıştır. Son yıllarda kentsel, endüstriyel ve tarımsal artıklar ile birlikte enerji ormancılığı ve enerji tarımı ile modern biyokütle teknolojilerine bitkisel hammadde sağlanmaktadır (GMKA, 2013).

Enerji tüketimi, ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin bir göstergesi ve bireylerin rahat yaşam sürmeleri için vazgeçilmezdir. Gelişen teknoloji ve artan nüfusla birlikte enerji tüketimindeki artış, enerjiyi tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir problem olarak karşımıza çıkarmaktadır. Türkiye'nin enerji konusunda birçok problemi olmasına rağmen, öne çıkan en önemli sorun dışa bağımlılıktır. Türkiye, enerji konusunda gittikçe artan ve önem arz eden bir taleple karşı karşıyadır (Karayılmazlar ve ark., 2011).

Farklı disiplinlerde faaliyet gösteren araştırmacılar, yenilenebilir enerji kaynaklarının incelenmesi üzerine çalışmalar yürütmektedirler. Türkiye'nin yüksek tarımsal üretim kapasitesine sahip olması, ülkemizde araştırmacıların tarımsal biyokütle enerji potansiyelinin ortaya konulmasına olan ilgisini artırmaktadır.

Kurt ve Koçer (2010), Malatya ilinin biyokütle potansiyelinin belirlenmesi ve biyokütleden enerji üretim olanaklarını araştırmışlardır. Demirbaş (2008), Türkiye'de potansiyel biyokütle enerji kaynaklarının incelenmesi ve ülke ekonomisi için önemini araştırmıştır. Özgür (2008) dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut durumunu incelemiş ve Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini ortaya koymaya çalışmıştır. Topal ve Topal (2012), yürütmüş oldukları çalışmada Elazığ İli'nin biyokütle enerji potansiyelini belirlemişlerdir. Başçetinçelik ve ark. (2005), Türkiye'de tarımsal biyokütleden enerji üretimi olanaklarını araştırmışlardır. Ünal ve Alibaş (2002), tarımsal biyokütle atığı olan ayçiçeği sapının doğrudan yakılarak enerji dönüşümü ve baca gazı emisyonlarının belirlenmesi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir.

Çanakkale, Türkiye'nin kuzeybatısında Avrupa ve Asya kıtalarını birbirinden ayıran ve kendi adını taşıyan Boğaz'ın iki yakasında kurulmuştur. Çanakkale; Balkan Yarımadası'nın Doğu Trakya topraklarına bir kısıtla bağlanmış Gelibolu Yarımadası ile Anadolu'nun batı uzantısı olan Biga Yarımadası üzerinde toprakları bulunan, 12 ilçeye sahip bir ilimizdir (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale İli coğrafi konumu ve ilçeleri

Avrupa ve Asya'da toprakları bulunan Çanakkale; Edirne, Tekirdağ ve Balıkesir il sınırları ile çevrilidir. İlin yüzölçümü 9 955 km²'dir. Rüzgâr, güneş, akıntıdalga ve biyokütle enerjisi bakımından dikkate değer potansiyellere sahip olan Çanakkale ilinin iklimi, bulunduğu konum nedeniyle geçiş iklimi özellikleri gösterir. Genel karakteriyle Akdeniz iklimi özelliklerini yansıtmaktadır. Bunun yanında kuzeyde bulunması

nedeniyle kışları ortalama sıcaklık daha düşüktür. Bu nedenle Çanakkale, İl sınırları içerisinde, biyokütle kaynaklarının önemli bir bölümünü oluşturan tarım ve hayvancılık sektörü oldukça geniş ürün çeşitliliğine sahiptir. İl yüzölçümünün %55'i ormanlıktır. Kalan

diğer alan çayır, mera ve tarıma elverişli arazi ile kaplıdır (GMKA, 2013; TÜİK, 2013). Çizelge 1'de Çanakkale'de tarım arazilerinin ilçelere göre dağılımları verilmiştir.

Çizelge 1. Çanakkale'de tarım arazisi dağılımı (ÇGTHİM, 2015)

İlçeler	Tarım alanları, da									
	Tarla bitkileri	Sebze	Meyve				Örtüaltı	Nadas	Kullanılmayan arazi	Tarım arazisi
			Diğer meyve	Zeytin	Bağ	Turunçgil				
Merkez	164074	21084	26058	17742	1490	0	52	6989	5521	243010
Ayvaci	54837	11482	11384	113400	590	419	29	48820	90059	331020
Bayramiç	192681	15094	43504	39900	19630	0	14	3291	1416	315530
Biga	495558	54141	7054	2180	595	0	35	22183	19664	601410
Bozcaada	495	83	135	1750	11750	0	2	2098	4297	20610
Çan	163862	5851	2936	0	475	0	23	20131	71622	264900
Eceabat	100943	6695	3324	15869	4440	0	7	26753	26969	185000
Ezine	97284	22068	6218	116530	1500	0	41	14489	10680	268810
Gelibolu	334106	13265	8123	1610	4450	0	37	25956	9773	397320
Gökçeada	14033	1488	665	7309	1000	0	5	3896	5104	33500
Lapseki	106073	10820	49776	5100	1550	0	88	29910	156883	360200
Yenice	217725	39461	3297	0	204	0	2	9332	12039	282060
Toplam	1941671	201532	162474	321390	47674	419	335	213848	414027	3303370

Çizelge 1'de yer alan veriler, Çanakkale'nin bioenerji üretimine konu olabilecek tarımsal atık potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Çanakkale'de özellikle tarla ve sebze tarımı toplam tarım arazisinin %67'sinde yoğun olarak yürütülmektedir.

Bu çalışmada, Çanakkale ilinin tarla ve sebze tarımı kaynaklı atık potansiyeli ve ısıl kapasitesinin teorik olarak hesaplanması amaçlanmıştır. 2011-2015 yılları arasındaki istatistikleri içeren çalışmada, tarla ve sebze tarımı kapsamında, enerji dönüşümüne konu olabilecek ürünler ve artıkları, ilçelere göre dağılımlar dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Çalışma, biyokütle kaynaklarının kullanımında yasal ve kurumsal evrelerin etkisi, ekonomik ve çevresel etkilerin değerlendirilmesi ve biyokütle enerji kaynaklarından yararlanma konusunda yönetimsel veya teknolojik sınırlamalara karşı çözüm önerilerini de içermektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada, Çanakkale ilinde 2011-2015 yılları arasında tarla ve sebze tarımı artıklarının enerji potansiyelinin belirlenmesinde, Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK, 2016) ve Çanakkale Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü (ÇGTHİM, 2015) verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmada öncelikle hasat sonrasında enerji dönüşümüne konu olabilecek artıkların oluştuğu tarla ürünleri ve üretim miktarlarının ilçelere göre dağılımlarını içeren çizelgeler oluşturulmuştur. 2011-2015 yılları arasındaki verileri

kapsayan çizelgelerde 5 yıllık verilerin ortalaması da verilmiştir. Beklenmeyen iklim değişiklikleri ve diğer etkenler nedeniyle kaldırılan ürün miktarı yıllara göre değişiklik göstermektedir. Söz konusu değişimlerin araştırma sonucu üzerindeki etkilerinin azaltılması ve daha gerçekçi bir yaklaşım sağlanabilmesi için, artık potansiyellerinin belirlenmesinde, ürünlerin son 5 yıllık üretim miktarlarının ortalaması (2011-2015) dikkate alınmıştır. Ortalama yıllık üretim miktarları üzerinden her bir ürün için kullanılabilir artık miktarları ve ısıl değerleri belirlenmiştir. Tarla ürünlerinin artık miktarı ve ısıl değer hesaplamalarında Başçetinçelik ve ark. (2003) ile Acaroğlu ve ark. (2005) tarafından kullanılmış ve kabul görmüş katsayılar dikkate alınmıştır. Her bir ürün için farklılık gösteren oran ve katsayılar, değerlendirmelerin sunulduğu çizelgelerde verilmiştir. Çanakkale il sınırları içerisinde sebze tarımı yürütülen toplam alanın %43'ünde domates üretimi yapılmaktadır. Diğer sebzeler, hasat sonrasında değerlendirilebilir artık içermedikleri ya da çok küçük alanlarda üretimlerinin olması nedeniyle dikkate alınmamıştır. Yüksek miktarlarda üretimi bulunan domatesin artık potansiyelinin belirlenmesinde, konu üzerinde yürütülmüş çalışmalar incelenmiş ve sonuçlarından yararlanılmıştır. Di Blasi ve ark. (1997) açık alan domates yetiştiriciliğinde yaş bazda 1.3 ton/da artık oluştuğunu rapor etmişlerdir. Çalışmada artıkların nem içeriğinin %80-90 arasındaki oranlarda olduğu belirtilmiştir. Bilgin ve ark. (2012) tarafından seraların bitkisel üretim artıklarının belirlenmesine yönelik yürütülmüş olan bir çalışmada, domates sapı artık

miktarlarının (yaş baz) cam ve plastik seralar için sırasıyla 7.7 ton da⁻¹ ve 6.9 ton da⁻¹ olduğu rapor edilmiştir. İki çalışma sonuçları arasında önemli düzeyde farklı sonuçlar rapor edilmiştir. Bilgin ve ark. (2012) çalışmalarında atıkların belirlendiği domates seralarında 1 da'lık alana 2800 adet domates fidesi dikildiğini belirtmişlerdir. Açık alanda yapılan domates yetiştiriciliğinde araştırmacılar sıra arası ve üzeri domates fidesi dikim mesafelerinin 135x40 olduğunu belirtmektedirler (Günay, 1992; Kaygısız, 2004). Bu bilgiye göre açık alanda 1 da alanda yaklaşık 1850 adet fide dikimi yapılmaktadır. Ayrıca seralarda birim alandan daha fazla yararlanılması için tercih edilen sırk domates çeşitleri, daha kalın ve uzun gövde yapısına sahiptir. Sera ve açık alan için belirtilen farklılıklar, iki çalışma sonuçları arasındaki farkı açıklamaktadır. Domates yetiştiriciliğinde, serada ve tarlada bitki sıklığı ve çeşidi bakımından farklılıkların olduğu ve Çanakkale'nin domates üretiminin neredeyse tamamının açık alanda yapıldığı dikkate alınarak artık miktarının belirlenmesinde, Di Blasi ve ark. (1997) tarafından önerilen değerin kullanılması uygun bulunmuştur. Ancak, çalışmada söz konusu artıkların enerji değerinin kuru bazdaki miktarı üzerinden belirleneceği dikkate alınarak, belirtilen yaş baz miktarında %75 oranında kütle kaybı olduğu varsayılarak, domates artık miktarının belirlenmesinde 0.32 ton da⁻¹ (kuru baz) değeri kullanılmıştır. Jenkins ve ark. (2000) toprak organik madde içeriğinin korunması için hasat sonrasında oluşan artıkların yarısının tarlada bırakılma gerekliliğini vurgulamışlar ve tarımsal üretim

artıklarının belirlenmesinde tarla ürünleri artıkları için %50 kullanılabilirlik oranının dikkate alınmasını önermişlerdir. Çanakkale'nin kullanılabilir domates artık miktarı belirlenirken bu yaklaşım dikkate alınmıştır. Çanakkale'nin domates artığı ısı değerlerinin belirlenmesinde ise Bilgin ve ark. (2013) tarafından belirlenen 15.74 MJ kg⁻¹ katsayısı dikkate alınmıştır. Biyokütlenin ısı değerinin belirlenmesi konusunda çeşitli çalışmalar yürütülmüş ve bunlarla ilgili sonuçlar ortaya konmuştur. Biyokütlenin ısı değeri biyokütle çeşidine bağlı olarak 12.60-21.75 MJ kg⁻¹ arasında değişmektedir (Ünal ve Alibaş, 2002; Başçetinçelik ve ark., 2005).

3. Bulgular ve Tartışma

Çanakkale merkez ve ilçelerinde artık potansiyeli olan tarla ürünlerinin 2015 yılına ait üretim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgede yer alan ürünler toplam tarla tarımı yapılan alanın %75'lik bölümünü kaplamaktadır. Silajlık mısır, yonca, fiğ gibi yem bitkileri ve kanola, susam gibi yağlık bitkilerin üretimi, tarla tarımı yapılan alanların %23'lik kısmında yürütülmektedir. Bakla, bezelye, nohut, fasulye gibi tarla ürünleri ise %2 gibi oldukça sınırlı alanlarda üretilmektedir. Tarla ürünleri içerisinde artık potansiyeli bulunan ürünlerin son 5 yıl için ilçelere ait üretim miktarları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgede ayrıca ürünlerin 5 yıllık üretimlerinin ortalama değerleri de yer almaktadır.

Çizelge 2. Çanakkale'de ilçelere göre artık potansiyeli olan tarla ürünleri dağılımı (TÜİK, 2016)

İlçeler	2015 yılına ait tarla ürünleri ve üretim miktarları, ton yıl ⁻¹									
	Buğday	Arpa	Çavdar	Yulaf	Mısır	Çeltik	Triticale	Pamuk	Ayçiçeği	Yerfıstığı
Merkez	24392	6222	3962	10498	85	798	13	49	4594	
Ayvacık	8209	16		4763	112	1274				
Bayramiç	28913	1277		15229	40	2319			85	54
Biga	52236	17962	78049	17751	2777	7496	384		6382	
Bozcaada	76			41		14				
Çan	21047	47	12286	3171	10374	2033			15	
Eceabat	18328	47		3582	12	35			6950	
Ezine	13572	2913	4464	7904	22	556	30	26	623	
Gelibolu	59830	420	5220	6853		248	13		21064	
Gökçeada	449	140		836		53	29			
Lapseki	15877		93	5392	1271	1043	281		1074	
Yenice	15575	40	92	6046	1087	3924	881			
Toplam	258504	29084	104166	82066	15780	19793	1631	75	40787	54

Çizelge 3 incelendiğinde buğday üretiminin en yüksek olduğu ve arpa ile çeltik üretiminin de önemli düzeylerde olduğu görülmektedir. Son yıllarda, tarımsal artıkların geleneksel yöntemler ile doğrudan yakılması

yerine, teknolojik gelişmeler paralelinde bu biyokütle kaynaklarından daha etkin yararlanılabilecek yöntemlerin kullanılması özendirilmektedir. Tarımsal artıklardan biyogaz üretilmesi, Ülkemizde

yaygınlaşmaya başlayan bir artık değerlendirme yöntemidir. Çanakkale’de de artıkların bu yöntem ile değerlendirilme olanakları araştırılmalı ve desteklenmelidir. Bu yaklaşım dikkate alınarak,

Çanakkale’de tarla tarımının %75’sini oluşturan ve artık potansiyeli olan ürünlerin geriye dönük olarak son 5 yıl (2011-2015) ortalaması üzerinden hesaplanan artık ve ısıl kapasiteleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Çizelge 3. Çanakkale’de yıllara göre bazı tarla ürünleri üretimi (TÜİK, 2016)

Tarla ürünü, ton yıl ⁻¹	2011	2012	2013	2014	2015	Ortalama
Buğday	266829	253706	242180	266445	258504	257533
Arpa	63656	89555	87128	91035	91181	84511
Çeltik	85686	82555	90295	53284	91880	80740
Ayçiçeği	36578	43614	32554	37837	40787	38274
Mısır	17367	20929	20230	34040	29084	24330
Yulaf	23884	27967	27330	27171	28134	26897
Çavdar	5762	7286	8005	10178	8577	7962
Triticale	4093	4606	4144	3498	3664	4001
Pamuk	2486	645	233	660	75	820
Yerfıstığı	60	46	53	54	54	53

Görüldüğü gibi, Çanakkale ili sınırlarında gıda maddesi olarak tüketilmek üzere yetiştirilen tarla ürünlerinin hasat sonrasında tarlada bırakılan artıklarından elde edilebilecek enerji potansiyelinin 3.11 PJ yıl⁻¹ olduğu hesaplanmıştır. Bu değer belirlenmesinde kullanılabilir artık miktarı dikkate alınmıştır. Çanakkale’de en yüksek artık değeri buğday, arpa ve çeltikten elde edilmektedir. Hasat sonrasında, tarımsal ekinlerin artıkları genellikle toplanır ve depolanır. Depolama süresince bu artıklar kurutulur ve 3-4 ay sonra ise enerji kaynağı olarak kullanımları mümkündür. Doğrudan yakılabildikleri gibi, pelet yapımında kullanılabilirlerdir. Geleneksel

değerlendirme yöntemleri yerine, artıkların taze materyal olarak biyogaz üretimi için kullanımı da mümkündür. Ancak, bu yöntem, biyogaz tesislerinin ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması ve yeterli materyal teminini güçlüğü nedeniyle Ülkemizde olduğu gibi Çanakkale’de de istenen düzeyde yaygınlaşmamaktadır. Diğer yandan, Türkiye’de sap ve saman artıkları, hayvancılık sektörü için önemli ve yaygın kullanımı olan yem kaynaklarıdır. Söz konusu materyalin hayvan yemi olarak kullanımı ve bu anlamda ticari değerinin bulunması, enerji kaynağı olarak değerlendirilmesini kısıtlamaktadır.

Çizelge 4. Çanakkale’de tarla ürünleri artıkları ve enerji potansiyeli

Ürün	Atıklar	Ortalama üretim ton yıl ⁻¹	Artık katsayısı	Artık miktarı ton yıl ⁻¹	Kullanılabilir oran, %	Kullanılabilir artık, ton yıl ⁻¹	Birim ısıl değer MJ kg ⁻¹	Toplam ısıl kapasite, GJ yıl ⁻¹
Buğday	Saman	257533	1.04	267834	15	40175	17.9	719135
Arpa	Saman	84511	1.09	92117	15	13818	17.5	241807
Çeltik	Sap, kabuk	80740	0.63	50866	60	30520	16.7	509679
Ayçiçeği	Sap	38274	2.70	103340	60	62004	14.2	880455
Mısır	Sap, sömek	24330	2.25	54743	60	32846	18.5	607642
Yulaf	Saman	26897	1.00	26897	15	4035	17.4	70201
Çavdar	Saman	7962	1.41	11226	15	1684	17.5	29469
Triticale	Saman	4001	1.10	4401	60	2641	17.8	47004
Pamuk	Sap, çırcır atığı	820	1.10	902	60	541	18.2	9850
Yerfıstığı	Saman, kabuk	53	0.52	28	80	22	20.7	457
Toplam		525121		612354		188284		3115700

Çanakkale’de artık potansiyeli bulunan sebze üretimi 201 532 da alanda oldukça zengin çeşitlilikle yürütülmektedir. Çanakkale’nin 2011-2015 yılları arasında üretimi yapılan sebze çeşitlerinin 5 yıllık ortalamaları dikkate alındığında, yıllık sebze üretiminin %70’ini domates (553 893 ton) oluşturmaktadır. Çanakkale’de toplam kuru bazda 14 261 ton yıl⁻¹ domates artığı potansiyeli bulunmaktadır (Çizelge 5). Çanakkale’nin domates artığı miktarı üzerinden toplam

ısı değerlerinin ilçelere göre dağılımı 5 yıllık üretim alanı değerlerinin ortalamaları dikkate alınarak hesaplanmış ve Çizelge 5’de verilmiştir. Çanakkale’de domates artıkları çiftçiler tarafından genellikle problem olarak görülen bir tarla artığıdır. Hasat sonrasında tarladan mekanizasyon teknikleri kullanılarak sökülen artıklar, kuruduktan sonra toplanarak doğrudan

Çizelge 5. Çanakkale’de domates üretim alanı, tarla artığı potansiyeli ve ısı kapasite değerleri (TÜİK, 2016)

İlçeler	Domates Üretim Alanı, da						Domates Artığı	
	2011	2012	2013	2014	2015	Ortalama	ton yıl ⁻¹	Toplam Isıl Değer GJ yıl ⁻¹
Merkez	17250	17730	15230	14100	16600	16182	2589	40753
Ayvacık	4620	4615	4470	4560	4500	4553	728	11466
Bayramiç	6000	6640	6500	6680	7400	6644	1063	16732
Biga	30000	29580	29438	32129	25000	29229	4677	73611
Bozcaada	25	20	25	38	40	30	5	75
Çan	900	825	730	640	1200	859	137	2163
Eceabat	3243	3760	3000	2671	4068	3348	536	8433
Ezine	13040	13140	12500	10800	10000	11896	1903	29959
Gelibolu	7500	6300	5560	5500	8000	6572	1052	16551
Gökçeada	450	465	450	440	220	405	65	1020
Lapseki	4500	4510	4350	4080	4400	4368	699	11000
Yenice	5200	5040	5000	4810	5165	5043	807	12700
Toplam	92728	92625	87253	86448	86593	89129	14261	224463

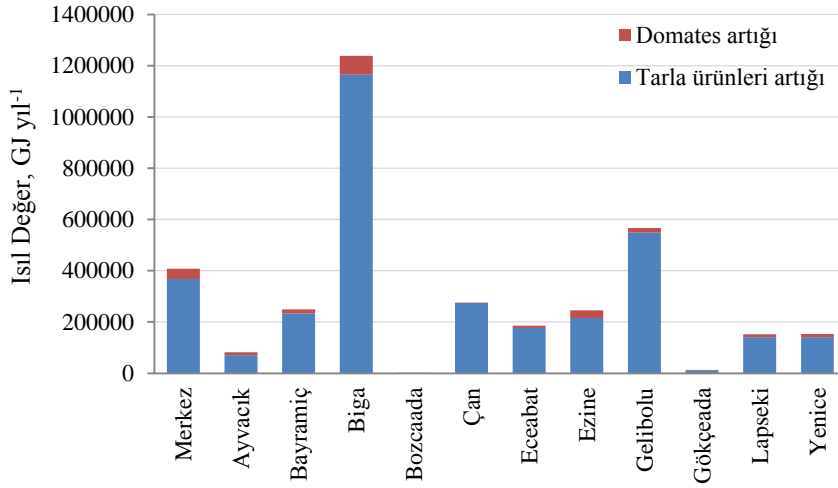
yakılarak enerjiye dönüştürülmektedir. Söz konusu atıkların 5 yıllık ortalama değeri dikkate alındığında, toplam ısı kapasitenin 0.22 PJ yıl⁻¹ olduğu belirlenmiştir. İlçelere göre ısı kapasite dağılımı dikkate alındığında, domates yetiştiriciliğinin yoğun yapıldığı Merkez, Biga ve Ezine ilçelerinde bu atıkların değerlendirilebileceği biyogaz üniteleri kurulması için fizibilite çalışmaları ve girişimlerin yapılması uygun görünmektedir.

Çanakkale’de yetiştirilen tarla ve sebze ürünleri arasında biyokütle enerji üretimine konu olabilecek artık potansiyeline sahip ürünlerin artıkları dikkate alınarak hesaplanan ısı değerlerinin ilçelere göre dağılımı Şekil 2’de verilmiştir.

Sunulan istatistikler ve bilgiler dikkate alındığında Çanakkale’nin tarla ürünleri ile sebze ürünlerinden domates artıkları bakımından önemli potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Özellikle Merkez, Biga ve Ezine ilçeleri, tarla ürünleri ve domates üretim değerleri paralelinde artık potansiyeli yüksek olan ilçelerin başında gelmektedirler. Tarla ürünleri artıklarının tamamı, enerji üretimi amaçlı biyokütle olarak düşünülebilir. Ancak dünyada olduğu gibi ülkemizde de

bazı tarla ürünleri artıklarının hayvan yemi amaçlı kullanılma eğilimi vardır ve bu eğilim, temiz enerji kullanımı ile ilgili yaptırım ve teşviklere rağmen artarak devam etmektedir.

Son yıllarda sürekli olarak artan dünya nüfusunun gıda ve giyecek ihtiyaçlarının karşılanması için artan tarımsal faaliyetler nedeniyle ortaya çıkan artık miktarında da artışlar meydana gelmiştir. Söz konusu artıkların, mikroorganizmalar vasıtasıyla kompost, biochar ya da biyogaza dönüştürülerek, ekonomik katma değer oluşturabilecek bir hammadde olarak değerlendirilmesi mümkündür. Bu tür tarımsal artıkların, pelet ya da briket formuna dönüştürülerek katı yakıt olarak evsel ısınma ve yemek pişirme amaçlarında ya da birleşik ısı güç santrallerinde elektrik ve ısı enerjisi üretiminde de kullanılabilirliği, çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmektedir. Bilgin ve ark. (2013) sera bitki atıklarından elde edilen briketin alternatif yakıt olarak kullanımı ve çevreye etkileri üzerine bir araştırma yürütmüşler ve yanma veriminin %70 olduğunu belirtmişlerdir. Kurt ve Koçer (2010) yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle



Şekil 2. Çanakkale tarla atığı kaynaklı ısı kapasitesinin ilçelere göre dağılımı

enerjisinin ülkemiz için geliştirilmeyi bekleyen önemli bir enerji kaynağı olduğunu vurgulamışlar ve bu kaynakları etkin değerlendirilebilmesi için geleneksel yöntemler yerine modern tekniklerin kullanımının gerekliliğini belirtmişlerdir. Koçer ve Ünlü, (2007) biyokütle kaynaklarının enerji yanında, mobilya, kâğıt, yalıtım maddesi yapımı gibi daha birçok alanda biyokütleden yararlanılabileceğini rapor etmişlerdir. Yürütülen çalışmada, biyokütlenin enerji amaçlı kullanımında; katı, sıvı ve gaz yakıtların elde edilmesi için çeşitli modern teknolojilerin kullanılması gerekliliği ve bu sayede biyoetanol, biyogaz, biyodizel gibi yakıtların yanı sıra, gübre, hidrojen, metan ve odun briketi gibi yakıt çeşitlerinin üretilmesinin mümkün olduğu belirtilmiştir.

Çanakkale ili tarla üretim faaliyetleri incelendiğinde; buğday, arpa, çeltik, ayçiçeği, mısır ve yulaf ürünlerinin ön planda olduğu görülmektedir. Ayçiçeği üretiminde Gelibolu ilçesi, çeltikte Biga ilçesi öne çıkmaktadır. Bu ilçelerdeki üretim miktarları dikkate alınarak bu ilçelerin yakınlarına biyokütle enerjisi üretecek tesislerin planlanması düşünülebilir. Ancak bu ürünlerin artıkları dikkate alınarak planlanabilecek tesislerin sürdürülebilir olabilmesi için, söz konusu artıkların çiftlik işletmeleri tarafından geleneksel yöntemler ile kullanılmaması gerekir. Ülkemizde olduğu gibi, Çanakkale’de de bu artıklar, halen büyük oranda geleneksel olarak değerlendirilmektedir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2013 yılı bütçe raporunda, 2023 yılında Türkiye birincil enerji talebinin %90 oranında artacağı beklenmektedir. Bu projeksiyonda yenilenebilir enerjinin payının %30’a çıkarılması ve toplam birincil enerji talebi içerisinde biyokütle kaynakları oranının %2 olması öngörülmektedir. Rapora göre Türkiye, OECD ülkeleri

içerisinde son 10 yıllık dönemde (2003-2013) enerji talep artışının en hızlı gerçekleştiği ülke durumundadır. Aynı şekilde ülkemiz, dünyada 2002 yılından bu yana elektrik ve doğal gazda Çin’den sonra en fazla talep artış hızına sahip ikinci büyük ekonomi olmuştur (ETKB, 2013). Söz konusu projeksiyonlar, bu eğilimin orta ve uzun vadede de devam edeceğini göstermektedir. “Yenilenebilir enerjinin payının %30’a çıkarılması, her yıl en az 5 milyar dolar enerji yatırımının gerçekleştirilmesi, özel sektörün payının %75’e çıkarılması ve tüm termik potansiyelimizin harekete geçirilmesi” gibi hedefler, özümüzdeki süreçte Türkiye’deki diğer yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte biyokütle kaynaklarının modern teknikler ile enerjiye dönüşüm olanaklarının artırılacağı ve özel teşebbüslerin çeşitli kaynaklarca destekleneceğinin göstergesidir.

Ülkemizde yıllar öncesine dayanan geleneksel yöntemlerle değerlendirilen biyokütle kaynaklarının modern yöntemler ile değerlendirilmesi, ekonomik, çevresel ve sosyolojik açıdan sürdürülebilirliğe ve kalkınmaya önemli katkılar sağlayacaktır. Modern yöntemlerle donatılan biyokütle enerji sistemlerinden elde edilecek ürünler, tarım, hayvancılık ve çeşitli endüstriyel sektörlerin enerji gereksinimlerinin karşılanmasında belirli katkılar sağlayacaktır. Tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin yoğun olduğu Çanakkale’de tarımsal artıklar ve modern yöntemler ile geri kazanımı konusunda farkındalık oluşturma için planlanacak proje ya da diğer faaliyetler kapsamında, bilim insanları, sivil toplum örgütleri, kamu kurum ve kuruluşları ile özel sektör temsilcilerinin katkı sağlayacağı kentsel ve kırsal bölge odaklı organizasyonlar düzenlenmelidir.

Kaynaklar

- Başçetinçelik, A., Karaca, C., Öztürk, H.H., Kacıra, M., Ekinci, K., 2005. Agricultural Biomass Potential in Turkey. Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture 195-199, Sep.27-29, İzmir, Turkey.
- Başçetinçelik, A., Öztürk, H.H., Karaca, C., Kaçıra, M., Ekinci, K., Kaya, D., Baban, A., Güneş, K., Komitti, N., Barnes, I., Nieminen, M., 2003. A guide on exploitation of agricultural residues in Turkey, LIFE03TCY/TR/000061, ANNEX 14 Final Report.
- Bilgin, S, Ertekin, C., Kürklü, A., 2013. Determination of burning and flue gas emission values of greenhouse crop residue briquettes as an alternative fuel. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26(1): 11-17.
- Bilgin, S., Ertekin, C., Kürklü, A., 2012. Türkiye'deki sera bitkisel biyokütle atık miktarının belirlenmesi. 27. Tarımsal Mekanizasyon Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı, 5-7 Eylül, Samsun.Acaroğlu, M., Kocar G., Hepbaslı A., 2005. The potential of biogas energy. Energy Sources, 27(3): 251-259.
- BP, 2012. Biritish Petroleum, Dünya Enerji İstatistiksel Araştırması, <http://www.bp.com/statisticalreview>
- ÇGTHİM, 2015. Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü, Tarımsal ve Hayvansal Üretim İstatistikleri.
- Çukurçayır, M.A., Sağır H., 2008. Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20: 257-278.
- DEKTMK, 2007. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Hidrolik ve Yenilenebilir Enerji Çalışma Grubu Biyokütle Enerjisi Alt Çalışma Grubu Raporu. Ankara.
- DEKTMK, 2014. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Enerji Raporu 2014, Ankara, ISSN:1301-6318.
- Demirbaş, A., 2008. Importance of biomass energy sources for Turkey. Energy Policy, 36: 834-842.
- Di Blasi, C., Tanzi, V., Lanzetta, M., 1997. A Study of the Production of Agricultural Residues in Italy. Biomass and Bioenergy, 12(5): 321-331.
- ETKB, 2013. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2013 Yılı Bütçe Sunumu. http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/2013_Plan_ve_Butce_Komisyonu_Konusmasi.pdf/ [Ulaşım: 25 Aralık 2013].
- GMKA, 2013. TR22 Güney Marmara Bölgesi Yenilenebilir Enerji Araştırması Raporu. Güney Marmara Kalkınma Ajansı, Balıkesir.
- Günay, A., 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği Cilt IV. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Jenkins, B.M., Bakker-Dhaliwal R., Summers, M.D., Bernheim,L.G., Lee, H., Huisman W., Yan, L., 2000. Equipment performance, costs, and constraints in the commercial harvesting of rice straw for industrial applications. ASAE Paper No. 006035, ASAE, St. Joseph, MI 49085-9659.
- Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y., Kurti, R., 2011. Biyokütlenin Türkiye'de enerji üretiminde değerlendirilmesi. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 13(19): 63-75.
- Kaygısız, H., 2004. Domates Yetiştiriciliği, Hasat Yayıncılık, İstanbul.
- Koçer, N. N., Ünlü, A., Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi. Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 175-181.
- Kurt, G., Koçer, N., 2010. Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 26(3): 240-247
- Özgür, M.A., 2008. Review of Turkey's renewable energy potential. Renewable Energy, 33: 2345-2356.
- Topal, M., Topal, E.I.A., 2012, Elazığ İli biyokütle enerji potansiyeli üzerine: 2000-2010. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 3(2): 21-30.
- TÜİK, 2013. Seçilmiş Göstergelerle Çanakkale 2013, Türkiye İstatistik Kurumu. Türkiye İstatistik Kurumu Matbaası, Ankara ISBN 978-975-19-6091-7.
- TÜİK, 2016. Konularına Göre İstatistikler. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist/> [Ulaşım: 10 Şubat 2016].
- Ünal, H., Alibaş, K., 2002. Biyokütle enerji kaynağı olarak ayçiçeği sapının yakılması ve baca gazı emisyonlarının belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 16: 113-128.
- Yıldırım, R.G., 2003. Dünyada ve Türkiye'de biyokütle enerjisi. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, TMMOB, 3-4 Ekim 2003, Kayseri, s.357-360.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260981



Farklı sitokinin ve şeker türlerinin alev ağacı bitkisinin
in vitro çoğaltımına olan etkileri

Hülya Akdemir^a, Tuğçe Akbulak^a, Veysel Süzerer^{ab}, Doğa Kayıhan^a,
İbrahim Koç^a, Yelda Özden Çiftçi^{ac*}

^aGebze Teknik Üniversitesi, Temel Bilimler Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Kocaeli, ^bBingöl Üniversitesi, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Bingöl, ^cGebze Teknik Üniversitesi, Biyoteknoloji Enstitüsü, Kocaeli, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: ozden@gtu.edu.tr

Geliş/Received: 01/04/2016

Kabul/Accepted: 08/06/2016

ÖZET

Dünyada süs bitkilerine olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Ancak, ticari bir süs bitkisi olan alev ağacının vejetatif yollar ile çoğaltılmasında kullanılan çeliklerde köklenme sorunlarına rastlanılmaktadır. Vejetatif üretimde karşılaşılan bu zorlukların aşılmasında birçok türde bitki doku kültürü tekniklerinden yararlanılmaktadır. Bu nedenle bu çalışmanın amacı ekonomik değere sahip olan alev ağacı bitkisinin mikroçoğaltımı için uygun bitki büyüme düzenleyicisi içeriğinin yarı-katı kültür sisteminde belirlenmesidir. Çalışmada farklı sitokinin tipleri [BA (6-benziladenin), KIN (Kinetin); TDZ (Tidiazuron); 2-iP (2 –izopentiladenin)] ve miktarları (0, 1, 2, 4 mg l⁻¹) ile birlikte çeşitli karbon kaynakları (sukroz ve glikoz) ve miktarları (0, 15, 30 g l⁻¹) yarı-katı besi ortamında denenmiştir. Alev ağacına ait gövde uçlarından en yüksek çoğaltım (%100) ve eksplant başına en fazla gövde oluşumu (3.7), 2 mg l⁻¹ BA ve 30 g l⁻¹ sukroz ile desteklenen yarı-katı MS besi ortamında elde edilmiştir. Oluşan gövdelerde en yüksek köklenme (%40) 4 mg l⁻¹ IBA ile desteklenen yarı-katı besi ortamında 1 hafta kültürlenme ve sonrasında oksin içermeyen besi ortamına aktarıma ile sağlanmıştır. Köklenen gövdeler daha sonra *in vivo* koşullara başarıyla iklimlerilmiştirlerdir.

Anahtar Sözcükler:

6-benziladenin

2-izopentiladenin

Kinetin

Photinia fraseri

Tidiazuron

Influences of different types of cytokinin and sugar on *in vitro* proliferation of fraser photinia

ABSTRACT

There is an increasing demand to ornamental plants in the World. However, problems faced with the rooting of cuttings in the propagation of ornamental fraser photinia plants. Plant tissue culture techniques are used in several plant species to overcome such difficulties of vegetative production. Therefore, the aim of this study concerns the identification of optimum plant growth regulator content in semi-solid culture for the micropropagation of economically important fraser photinia. Thus, different cytokinin types [BA (6-benzyladenine), KIN (Kinetin); TDZ (Thidiazuron); 2-iP (2 –isopentyl adenine)] and amounts (0, 1, 2, 4 mg l⁻¹) together with various carbon sources (sucrose and glucose) and amounts (0, 15, 30 g l⁻¹) were assessed in semi-solid medium. The highest proliferation rate (100%) and the maximum number of shoots proliferated per explant (3.7) were obtained in shoot tips of fraser photinia on semi-solid MS medium supplemented with 2 mg l⁻¹ BA and 30 g l⁻¹ sucrose. The highest rooting (40%) was achieved in proliferated shoots on semi-solid medium supplemented with 4 mg l⁻¹ IBA for 1 week followed by transfer of the microshoots to auxin-free medium. Rooted shoots were then successfully acclimatized to *in vivo* conditions.

Keywords:

6-benzyladenine

2-isopentyladenin

Kinetin

Photinia fraseri

Thidiazuron

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Alev ağacı (*Photinia* × *fraseri* Dress.) her dem yeşil olan ve 3-5 metreye kadar uzayabilen odunsu bir süs bitkisidir. *Rosaceae* ailesinin bir üyesi olan bu tür, Japonya kökenli *Photinia glabra* ve Çin kökenli *Photinia serrulata* arasında yapılan bir hibrit bitkidir (Larraburu et al., 2007). *P. fraseri* etkileyici yaprak

özellikleri, renkleri, hızlı büyüme özelliği ile fidecilikte çok tercih edilen bir süs bitkisidir (Kane, 1987). Uzun, düz ve parlak olan yaprakları soğuk koşullara dirençlidir ve sahip olduğu yoğun kırmızı rengi nedeniyle en uçtaki yapraklar oldukça dikkat çekicidir. *Photinia*, park ve bahçelerde, yol kenarlarında çit ya da süs bitkisi olarak kullanılır. Hava kirliliğine, zayıf drenaja, kurak topraklara sahip şehir alanlarında bile yetişebilen bir

bitkidir. Etkileyici yaprakları ve olumsuz çevre şartlarına olan direnci ile türün ekonomik ve çevresel değeri her geçen gün artmaktadır.

Alev ağacı bitkisinin mikroçoğaltımı için günümüze kadar yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır (örneğin, Kane et al., 1987; Leifert et al., 1992; Akdemir et al., 2010). Türün *in vivo* köklenmesinde karşılaşılan sorunlar nedeniyle son zamanlarda daha çok *in vitro* çoğaltılan gövdelerin yüksek derişimde oksin (IBA; 3-indol bütrik asit) kullanılarak, uyarılması ve besi ortamına floroglukinol (PG) gibi fenolik bileşenler (Ramirez-Malagón et al., 1997) veya bitkilerin köklenmesini teşvik eden ve bitkinin rizosferinde kolonize olan rizobakterilerin eklenmesi (Larraburu et al., 2007) ile köklenmenin iyileştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bitki büyümesini uyarıcı Rhizobakteriler (PGPR) olarak bilinen bu mikroorganizmalar başlıca *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus* ve *Pseudomonas* türlerini içermektedir. Doku kültüründe PGPR kullanımının mikroçoğaltım ile elde edilen gövdelerin köklendirilmesine olan etkisinin alev ağacı bitkisinde denendiği çalışmada (Larraburu et al., 2007), gövde uçlarının köklenmesi kültür besi ortamına hem oksin hem de *Azospirillum brasilense* ve *Azotobacter chroococcum* inoküle edilerek, arttırılmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bakteriyel inokülasyon alev ağacı gövdelerinin daha erken köklenmesini sağlamıştır. Özellikle *A. brasilense* ile beraber yapılan 49.2 µM IBA kullanımı kökün taze ve kuru ağırlığını (sırasıyla %105 ve %137), kök yüzey alanını (%65) ve gövdenin taze ve kuru ağırlığını (sırasıyla %32 ve %62) belirgin olarak arttırdığı rapor edilmiştir. Köklenmeye ek olarak, gövdelerin çoğaltımı için MS besi ortamının farklı derişimlerde (0.0; 2.2; 4.4; 8.0; 44.4 µM) BA büyüme düzenleyicisi eklenmiş ve en yüksek çoğaltım oranı (4.3) 4.4 µM BA içeren besi ortamında elde edilmiştir. Ramirez-Malagon et al. (1997) alev ağacı bitkisinden gövdelerin uyarılması için 4.4 µM BA kullanımının en iyi sonucu verdiğini rapor etmesine karşın, Kane et al. (1987) ve Leifert et al. (1992) sırasıyla 8.0 ve 2.2 µM derişimin kullanılmasını önermiştir.

Hızlı bir şekilde klonal çoğaltıma olanak tanıyan ve bir bitki doku kültürü yöntemi olan mikroçoğaltım tekniğinin alev ağacı bitkisi için geliştirilmesinin bu türün önemli bir genetik değişikliğe uğramadan hızlı çoğaltımını sağlama potansiyeli bulunmaktadır. Bu nedenle, bu çalışmanın amacı önemli bir ekonomik değere sahip olan alev ağacı bitkisinin mikroçoğaltımı için uygun besi ortamı ve bitki büyüme düzenleyicisi içeriğinin yarı-katı kültür sisteminde belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Bitki materyali

Çalışmada kullanılan *Photinia×fraseri* Dress. bitkisine ait 1 yıl boyunca *in vitro* koşullarda 1 mg l⁻¹ 6-benziladenin (BA) ile desteklenen MS (Murashige ve

Skoog, 1962) besi ortamında çoğaltılan yaklaşık 20 mm'lik sürgünler, Vivai Battistini fidanlığında (Cesena, İtalya) alınmış ve GTÜ, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bitki Biyoteknolojisi Laboratuvarı'nda düzenli zaman aralıklarında *in vitro* koşullarda alt kültürlenerek, yaşatılmıştır. Çalışma kapsamında eksplant olarak; *in vitro* kültürde geliştirilen bitkilerden aseptik şartlarda sadece tepe sürgünlerinden gövde uçları çıkartılarak kullanılmıştır.

2.2. Farklı sitokinlerin *in vitro* çoğaltıma olan etkilerinin belirlenmesi

MS besi ortamına farklı sitokin büyüme düzenleyicileri [BA, kinetin (KIN), tidiazuron (TDZ) ve 2-izopentiladenin (2-iP)] çeşitli miktarlarda (1, 2, 4 mg l⁻¹) eklenerek, bu sitokinlerin alev ağacı gövde uçlarının proliferasyonuna olan etkileri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak, eksplanttan en yüksek çoğaltımı sağlayan sitokin türü ve miktarı optimize edilmiştir. MS besi ortamı içerik olarak aynı şekilde hazırlanmıştır, ancak sitokinlerden TDZ ve 2-iP hormonlarının yüksek sıcaklıklarda yapısı bozulduğu için bu bitki büyüme düzenleyicileri besi ortamı otoklav edildikten sonra filtre ile steril edilerek, eklenmiştir. Diğer iki sitokin BA ve KIN'ler ise hazırlanan besi ortamına otoklavdan önce ilave edilmiştir. Farklı sitokinlere sahip besi ortamı gövde uçları aktarıldıktan sonra eksplantlar çoğaltım için bitki büyüme odasında 4 hafta bekletilmişlerdir.

2.3. Farklı karbon kaynaklarının *in vitro* çoğaltıma olan etkilerinin belirlenmesi

In vitro koşullarda geliştirilen bitki kültürlerinin heterotrofik olması nedeniyle alev ağacına ait gövde uçlarının çoğaltımı için çeşitli karbon kaynakları (glukoz ve sükröz) farklı miktarlarda (0, 15, 30 mg l⁻¹) optimize edilen besi ortamına aktarılmış ve ilgili şekerlerin çoğaltımına olan etkileri belirlenmiştir. Yine eksplant olarak alınan gövde uçları 4 hafta çoğaltımı için bitki büyüme odasına aktarılmıştır.

2.4. Gövdelerinde *novo* köklendirilmeleri ve *in vivo* koşullara iklimlendirilmeleri

In vitro çoğaltılan gövdeler uygun besi ortamında düzenli aralıklarla (her 4 haftada bir) altkültürlendikten sonra en az 10 mm olan gövdeler *in vitro* köklendirilmeleri için farklı oksin çeşitleri [indol bütrik asit (IBA) ve indol asetik asit (IAA)] farklı miktarlarda (0, 1, 2, 5 mg l⁻¹) denenmiştir. Köklendirme işlemi için farklı miktarlarda IBA ve IAA içeren besi ortamları steril şartlarda hazırlanarak, bebek maması kaplarına konulmuş ve her bir kaba 15 adet aynı uzunlukta bitkicikler aktarılmıştır. Mikrogövdeler 1 hafta boyunca muamele edildikten sonra oksin içermeyen MS besi ortamına aktarılmışlardır. Besi ortamında bulunan şekerden arındırmak için bitkicik kökleri distile su ile

köklere zarar vermeden yıkanmıştır. Daha sonra suların süzülmesi için kökler kurutma kağıdına aktarılmış ve bir süre bekletilmiştir. Kurutma kağıdında suyu süzülen bitkicikler önceden otoklavda steril edilen torflarla birlikte küçük saksılara aktarılmıştır ve üzeri plastik örtü ile kapatılarak yüksek nem altında gelişmeleri izlenmiştir. Daha sonra nem içeriği aşamalı olarak plastik örtü üzerinde her gün 2 delik açılması yoluyla düşürülmüş ve en sonunda örtü tamamen kaldırılarak, *in vivo* koşullara alıştırılmaları sağlanmıştır.

2.5. Verilerin toplanması ve istatistiksel analizi

Her eksplantten oluşan gövde çoğaltımı (%), eksplant başına oluşan gövde sayısı ve ortalama gövde boyu (mm), besi ortamında eksplantların 25°C ± 2°C sıcaklık ve 16 saat aydınlık (3000 lüks) ve 8 saat karanlık koşullar altında 4 hafta kültürleme sonrası kaydedilmiştir. Çoğaltılan gövdeler köklenme besi ortamına aktarılıp, köklenen bitkilere ait veriler (köklenme yüzdesi, gövde başına oluşan kök sayısı ve kök uzunluğu) besi ortamına aktarımdan en az 4 hafta sonra kaydedilmiştir. Her bir deneme en az 25 eksplant ile yapılmış ve 2 kez tekrarlanmıştır. Bunun yanı sıra, gövde oluşturma kapasitesi (G.O.K. indeksi) Lambardi et al. (1993) rapor ettikleri formüle göre hesaplanmıştır:

G.O.K indeksi= Rejenere olan eksplant başına oluşan ortalama gövde sayısı × rejenere olan eksplant yüzdesi / 100

Mikroçoğaltım sonrasında elde edilen veriler değerlendirilirken, oransal veriler arasındaki farklılıklar

X² testi ile, üç veya daha fazla yüzdeler arasındaki farklılıklar ise Post hoc çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır (Marascuilo ve McSweeney, 1977). Farklı verilerin karşılaştırılması için, varyans analizleri (ANOVA) takiben ortalamaları karşılaştırmak için P≤0.05 olacak şekilde anlamlı en az farklılık (LSD) testi kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Sitokininlerin *in vitro* çoğaltımına olan etkilerinin belirlenmesi

Alev ağacına ait gövde uçlarının mikroçoğaltımı için MS besi ortamına 4 farklı sitokinin türü (BA, KIN, TDZ ve 2-iP) 3 farklı miktarda (0, 1, 2, 4 mg l⁻¹) eklenmiştir. Sitokinin içermeyen MS besi ortamında ve 4 mg l⁻¹ BA hariç denenen 4 farklı sitokinin türünde de %100 çoğaltım elde edilmiştir (Çizelge 1). Eksplant başına oluşan gövde sayısında ise besi ortamına eklenen sitokinin türü ve miktarının önemli etkileri olduğu görülmüştür. Zira besi ortamına sitokinin eklenmediğinde çoklu gövde oluşumu çok azdır (1.20). Eksplant başına en fazla gövde oluşumu 2 mg l⁻¹ BA içeren MS besi ortamında elde edilmiştir. BA miktarının 4 mg l⁻¹'e çıkartılması ise hem çoğaltım yüzdesini hem de eksplant başına oluşan gövde sayısını azaltmıştır. BA'dan sonra en fazla çoklu gövde oluşumu besi ortamına TDZ eklenmesi ile sağlanmıştır. 1 mg l⁻¹ TDZ

Çizelge 1. Alev ağacı gövde uçlarının farklı miktarlarda sitokinin içeren MS besi ortamında çoğaltım sonuçları^a

Sitokinin (mg l ⁻¹)	Çoğaltım ^b (%)	Gövde/eksplant ^b (Ort±S.H.) ^d	G.O.K. İndeksi ^c	Gövde boyu ^b (Ort±S.H.) ^d (mm)
BA^e				
0	100a	1.20±0.05h	1.20	2.80±0.07h
1	100a	2.58±0.11d	2.58	4.89±0.14d
2	100a	3.66±0.08a	3.66	3.17±0.14g
4	98b	3.60±0.08a	3.58	3.04±0.07g
KIN^e				
1	100a	2.10±0.05e	2.10	3.77±0.01f
2	100a	2.02±0.04e	2.02	3.10±0.07g
4	100a	2.42±0.07d	2.42	4.71±0.12d
TDZ^e				
1	100a	2.51±0.05d	2.51	4.35±0.10e
2	100a	2.96±0.04c	2.96	4.53±0.07d
4	100a	3.32±0.04b	3.32	4.43±0.06de
2-iP^e				
1	100a	1.42±0.03f	1.42	6.59±0.10c
2	100a	1.32±0.03g	1.32	6.87±0.10b
4	100a	1.36±0.03fg	1.36	7.69±0.10a

^a Veriler kültür başlatılmasından 4 hafta sonra toplanmıştır. Her bir deneme en az 25 eksplant kullanılarak yapılmış ve denemeler 2 kez tekrar edilmiştir.

^b Her bir sütunda yer alan birbirinden farklı harfler, Post Hoc çoklu karşılaştırılmalı teste göre belirgin bir fark (P≤0.05) oluşturmaktadır. Farklılıklar dikey olarak değerlendirilmiştir.

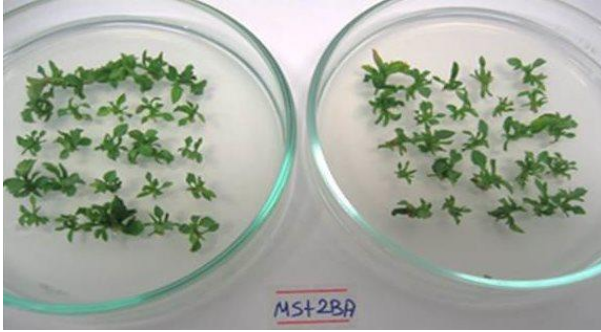
^cG.O.K= Rejenere olan eksplant başına oluşan ortalama gövde sayısı x Rejenere olan eksplant yüzdesi / 100 formülü (Lambardi et al.,1993) kullanılarak, hesaplanmıştır.

^d SH: Standart hata.

^e BA: 6-benziladenin, KIN: kinetin, TDZ: tidiazuron, 2-iP:2-izopentil adenin.

içeren besi ortamında eksplant başına 2.5 gövde elde edilirken, TDZ miktarının artması ile oluşan gövde sayısında iyileşmeler görülmüş ve 4 mg l^{-1} TDZ içeren besi ortamında 3.3 gövde elde edilmiştir. KIN içeren besi ortamında BA ve TDZ ile desteklenen besi ortamlarına görece daha düşük gövde/eksplant oranı görülmüştür ancak yine de denenen en yüksek KIN miktarında (4 mg l^{-1}) eksplant başına 2.4 gövde oluşmuştur. Denenen sitokininler içerisinde eksplant başına en az gövde besi ortamına 2-iP eklenmesi ile elde edilmiştir. 2-iP'nin eklendiği besi ortamında gövde/eksplant oranı en fazla 1.4'tür.

Besi ortamına BA'nın eklenmesinin çoklu gövde oluşumuna olan olumlu etkisi nedeniyle en fazla gövde oluşturma kapasitesi (3.7) gövde/eksplant oranının en yüksek olduğu 2 mg l^{-1} BA içeren besi ortamında elde edilmiştir (Şekil 1). 4 mg l^{-1} TDZ içeren besi ortamında sağlanan gövde oluşturma kapasitesi de BA dışında denenen diğer sitokininlere görece daha fazladır (3.3). Besi ortamına 2-iP'nin eklenmesi, en düşük gövde/eksplant oranını verdiği için bu bitki büyüme düzenleyicisinin alev ağacına ait gövde uçlarında gövde oluşturma kapasitesi de düşüktür (1.3-1.4). Bununla birlikte, daha uzun gövdeler ($>6.5 \text{ mm}$) 2-iP içeren besi ortamında elde edilmiştir. En uzun gövde (7.7 mm) 4 mg l^{-1} 2-iP ile desteklenen besi ortamında belirlenirken, en kısa gövde (3 mm) 4 mg l^{-1} BA içeren besi ortamında kaydedilmiştir. Bu sonuç, besi ortamına 4 mg l^{-1} BA eklenmesinin gövde büyümesinden çok gövde çoğaltımını uyardığını göstermektedir (Gitonga et al., 2008).



Şekil 1. 2 mg l^{-1} BA içeren yarı-katı MS besi ortamında gövde uçlarından elde edilen çoğaltım

Ticari olarak kullanılan çoğu süs bitkisi oksin ve sitokinin ile desteklenen doku kültürü besi ortamlarında çoğaltılmaktadır (Rout ve Jain, 2004). Bununla birlikte, kültür besi ortamına sadece sitokinin eklenmesinin de birçok bitkide gövde oluşumunu uyardığı rapor edilmiştir (Rout et al., 2006). Bu nedenle, çalışma kapsamında 4 farklı sitokinin alev ağacının mikroçoğaltımı için denenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çoğaltımı en iyi sağlayan bitki büyüme düzenleyicisi bir adenin türevi olan BA'dır. BA ile mikroçoğaltım *Ficus benjamina* (Rzepka-Plevnes ve Kurek, 2001), *Rosa hybrida* (Hasegawa, 1980; Wulster

ve Sacalis, 1980), *Rosa indica* (Avramis et al., 1982) gibi farklı süs bitkilerinde ve alev ağacı gibi odunsu bitkiler olan *Bupleurum kaoi* (Chen et al., 2006) ve *Celastrus paniculatus* Willd.'da (Rao ve Purohit, 2006) rapor edilmiştir.

BA'ya ek olarak, alev ağacında çoğaltımı iyi sağlayan diğer sitokininin bir türevi olan TDZ'dir. Bazı bitkilerde (örneğin; *Humulus lupulus*, Roy et al., 2001; *Andrographis neesiana*, Karuppusamy ve Kalimuthu, 2010). TDZ'nin aksiler ve adventitatif gövde oluşumunun uyarılmasında adenin türevi bileşiklerden daha etkin olduğu rapor edilse de (Gaspar et al., 1996), TDZ'nin biyokimyasal aksiyonu tamamen anlaşılammıştır. Buna ek olarak, TDZ içeren ortamda oluşan gövdelerin yeterince uzayamadıkları da önceki çalışmalarda (Gaspar et al., 1996) rapor edilmiştir. Kısa gövdelerin oluşması alev ağacına ait gövde uçlarından gelişen gövdelerde gözlenmemiştir. Her ne kadar, en uzun gövdeler 2-iP ile desteklenen besi ortamında elde edilse de TDZ ile oluşan gövdelerin boyu BA ve KIN ile oluşan gövdelerin boyları ile karşılaştırılabilir seviyededir. Besi ortamına 2-iP eklenmesinin ise gövde uzamasına olan olumlu etkisi alev ağacı bitkisinin gövdelerinde olduğu gibi *Elliottia racemosa* (Woo ve Wetzstein, 2008) bitkisinde de gözlenmiştir.

3.2. Farklı karbon kaynaklarının in vitro çoğaltıma olan etkilerinin belirlenmesi

Alev ağacına ait gövde uçları karbon kaynağı içermeyen besi ortamında %60 canlılık ve çoğaltım göstermiştir (Çizelge 2). Canlılık ve çoğaltım, besi ortamına karbon kaynağının eklenmesi ile %100'e ulaşmıştır ve bu sonuç besi ortamına eklenen karbon kaynağının tipi ve miktarından bağımsızdır. Denenen karbon kaynaklarının gövde uçlarını üzerindeki etkisi belirgin olarak eksplant başına oluşan gövde sayısında görülmektedir (Şekil 2). Eksplant başına en yüksek gövde sayısı (3.7) besi ortamına 30 g l^{-1} sükröz eklenmesi ile elde edilmiştir. Genel olarak, besi ortamına sükröz eklenmesi denenen diğer karbon kaynağı olan glikoza göre daha fazla gövde/eksplant oranını sağlamıştır. Yine de 15 g l^{-1} glikoz ile desteklenen besi ortamında eksplant başına 3 gövde oluşmuştur. Besi ortamında glikoz miktarının 30 g l^{-1} 'e çıkartılması ise eksplant başına oluşan gövde sayısını azaltmıştır. İki karbon kaynağının besi ortamına eşit miktarda eklenmesi ise, besi ortamının sadece sükröz ile desteklenmesine göre daha düşük gövde/eksplant oranını sağlamıştır.

G.O.K indeksleri karşılaştırıldığında en yüksek değer (3.7) yine 30 g l^{-1} sükröz ile desteklenen besi ortamında elde edilmiştir. En düşük G.O.K indeksi (0.6) ise herhangi bir karbon kaynağı eklenmeyen besi ortamında görülmüştür. Ancak bu besi ortamında görece uzun gövdeler (7 mm) elde edilmiştir. Genel olarak,

Çizelge 2. Alev ağacı gövde uçlarının farklı miktarlarda şeker ve 2 mg l⁻¹ BA içeren MS besisi ortamında gösterdikleri çoğaltım sonuçları^a

Şeker türü (g l ⁻¹)	Canlılık ^{bc} (%)	Çoğaltım ^b (%)	Gövde/eksplant ^b (Ort±S.H.) ^e	G.O.K. İndeksi ^d	Gövde boyu ^b (Ort±S.H.) ^e (mm)
Sukroz					
0	60.0b	60.0b	1.04±0.03e	0.62	7.04±0.30a
15	100.0a	100.0a	3.34±0.08b	3.34	3.93±0.11c
30	100.0a	100.0a	3.66±0.07a	3.66	3.17±0.11d
Glikoz					
0	60.0b	60.0b	1.04±0.03e	0.62	7.04±0.30a
15	100.0a	100.0a	3.06±0.07c	3.06	4.85±0.10b
30	100.0a	100.0a	2.64±0.07d	2.64	4.65±0.08b
Sukroz + Glikoz					
15 + 15	100.0a	98.0a	2.90±0.06c	2.84	4.87±0.10b

^a Veriler kültür başlatılmasından 4 hafta sonra toplanmıştır. Her bir deneme en az 25 eksplant kullanılarak yapılmış ve denemeler 2 kez tekrar edilmiştir.

^b Her bir sütunda yer alan birbirinden farklı harfler, Post Hoc çoklu karşılaştırılmalı teste göre belirgin bir fark (P≤0.05) oluşturmaktadır. Farklılıklar dikey olarak değerlendirilmiştir.

^c 4 haftalık kültür sonucunda kahverengi eksplantler ölü, yeşil eksplantler canlı sayılmış ve yeşil eksplantlerden oluşan gövdeler ise çoğaltım olarak sayılmıştır.

^d G.O.K= Rejenere olan eksplant başına oluşan ortalama gövde sayısı x Rejenere olan eksplant yüzdesi / 100 formülü (Lambardi et al., 1993) kullanılarak hesaplanmıştır.

^e Ortalama±standart hata



Şekil 2: Farklı şeker oranlarında çoğaltım. A) MS + 2 mg l⁻¹ BA-0 şeker, B) MS + 2 mg l⁻¹ BA-15 g l⁻¹ sukroz, C) MS + 2 mg l⁻¹ BA-15 g l⁻¹ glikoz, D) MS + 2 mg l⁻¹ BA-15 g l⁻¹ glikoz + 15g l⁻¹ sukroz, E) MS + 2 mg l⁻¹ BA-30 g l⁻¹ sukroz, F) MS + 2 mg l⁻¹ BA-30 g l⁻¹ glikoz.

>4.5 mm ve >3 mm) gövdeler oluşmuştur. Gövde uzunluğu haricinde sukroz ile desteklenen besisi

ortamlarında daha fazla gövde/eksplant oranı elde glikoz ile desteklenen besisi ortamlarında sukrozun eklendiği besisi ortamlarına göre daha uzun (sırasıyla >4.5 mm ve >3 mm) gövdeler oluşmuştur. Gövde uzunluğu haricinde sukroz ile desteklenen besisi ortamlarında daha fazla gövde/eksplant oranı elde edildiğinden sonraki denemelerde kullanılmak üzere besisi ortamı 30 g l⁻¹ sukroz ile desteklemiştir.

In vitro koşullarda gelişen bitki dokularında fotosentetik aktivite düşük ışık yoğunluğu, sınırlı gaz alışverişi ve yüksek bağıl nem nedenleriyle azaldığından besisi ortamına ekzojen olarak karbon kaynağının eklenmesi gerekmektedir (Kozai, 1991). Farklı bitki türlerinin *in vitro* morfogenezini besisi ortamına eklenen karbon kaynağının etkilediğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Biahoua ve Bonneau, 1999; Fuentes et al., 2000). Karbonhidratlar enerji kaynağı olarak kullanılmalarının yanı sıra hücre duvarının özelliğini (esnekliği, içeriği vb.) belirleyen ozmotik potansiyeli değiştirme yoluyla da morfogenezini etkilemektedir (Pritchard et al., 1991). Besin gereksinimi bitki türleri arasında oldukça farklılık göstermektedir. Dahası, bitki dokularının karbonhidratları kullanma kapasitesi türler ve eksplantlar arasında değişmekte ve türlerin karbonhidrat tercihi özgün karbon kaynağının moleküllerini absorbe ve metabolize etme kapasitelerine göre değişmektedir (Mezzetti et al., 1991). Bu nedenle, karbonhidrat gereksinimi her tür/genotip ve eksplant için mikroçoğaltım protokollerinin geliştirilmesinde optimize edilmelidir.

Çalışma kapsamında sukroz ve glikoz gibi farklı karbon kaynaklarının alev ağacına ait gövde uçlarının *in vitro* koşullarda çoğaltımına olan etkileri belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak da

Çizelge 3. Alev ağacına ait mikrogövdelerin farklı miktarlarda oksin içeren besi ortamında 1 hafta kültürlenme ve sonrasında oksin içermeyen MS besi ortamına aktarılmaları ile gösterdikleri köklenme sonuçları^a

Oksin türü (mg l ⁻¹)	Köklenme (%) ^b	Kök/Gövde ^b (Ort±SH) ^c	Kök boyu(cm) ^b (Ort±SH) ^c
IBA			
1	6.0 b	1.00±0.00 c	2.60±1.00 a
2	3.0 c	1.00±0.00 c	1.00±0.00 b
4	40.0 a	1.58±0.15 b	3.29±0.41 a
IAA			
1	0.0 d	0.00±0.00 d	0.00±0.00 d
2	3.3 c	1.00±0.00 c	1.00±0.00 b
4	3.3 c	3.00±0.00 a	0.66±0.00 c

^a Veriler kültür başlatılmasından 4 hafta sonra toplanmıştır. Her bir deneme en az 15 eksplant kullanılarak yapılmış ve denemeler 2 kez tekrar edilmiştir.

^b Her bir sütdünde yer alan birbirinden farklı harfler, Post Hoc çoklu karşılaştırılmalı teste göre belirgin bir fark (P≤0.05) oluşturmaktadır. Farklılıklar dikey olarak değerlendirilmiştir.

^c SH: Standart hata.

ekzojen olarak eklenen bir karbon kaynağı olmadığında, hem çoğaltım yüzdesinin hem de eksplant başına oluşan gövde sayısının diğer denemelere göre daha düşük olduğunu göstermiştir. Dışarıdan eklenen bir karbon kaynağının olmadığı durumda endojen olarak bulunan karbonhidratlar bazı gövdelerde gelişimi sağlamakta, ancak endojen karbon kaynağı tamamen tükendiğinde gövde gelişimi muhtemelen temel metabolik yollar için yeterli enerji/karbon olmadığı için durmaktadır.

Denenen karbon kaynakları arasında 30 g l⁻¹ sükrözün daha fazla sayıda eksplant başına gövde oluşturması bakımından en etkin olduğu görülmüştür. Yine besi ortamına bu miktarda eklenen sükrözün en etkin çoğaltım sağladığı daha önce pek çok çalışmada (Hung et al., 2006; Ghimire et al., 2010; Koç, 2011) rapor edilmiştir. Hagen et al. (1991) ve Mezzetti et al. (1991) tarafından yapılan çalışmalardan otoklavlama sırasında sükrözün %5'nin glikoz ve fruktoza hidroliz edildiği bilinmektedir. Yine Ślesak et al. (2004) tarafından yapılan çalışmadan da besi ortamında kademeli olarak sükröz miktarı azalırken, glikoz ve fruktoz içeriğinin arttığı görülmektedir. Sükröz hücre duvarına bağlı invertaz enzimi tarafından glikoz ve fruktoza hidroliz edilmekte ve hücre içine alınmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan denemelerde besi ortamı sadece glikoz ile desteklendiğinde de çoklu gövde oluşumu gerçekleşmiştir. Ancak, bu oluşumun sükröz ile desteklenen besi ortamında daha fazla olması alev ağacına ait gövde uçlarının çoğaltımında sükrözün parçalanması ile oluşan glikozun yanı sıra yine adı geçen disakkaritin parçalanma ürünü olan fruktoza da gereksinim duyduğunu göstermektedir.

3.3. *In vitro* köklenme ve *in vivo* koşullara iklimlendirme

Gövdeler 1 hafta farklı miktarlarda (1, 2 ve 4 mg l⁻¹) IBA ve IAA içeren yarı-katı MS besi ortamında kültürlenmiş ve sonrasında oksin içermeyen MS besi ortamına aktarılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 4 mg l⁻¹ IBA içeren besi ortamında 1 hafta kültürlenme



Şekil 3. Köklenme ve *in vivo* koşullara iklimlendirme aşamaları. A) Köklendirme besi ortamındaki köklenmiş bitkiciklerin besi ortamından çıkarılması, B) Su ile köklenmiş bitkiciklerin köklerinin yıkanması ve kurutma kağıdında sularının süzülmesi. C) Bitkiciklerin steril torf içeren viollere dikilmesi ve sulanması, D) Üzerinin plastik bir örtü ile örtülmesi, E) Her hafta plastik örtüde iki delik açılarak nem oranlarının düşürülmesi, F) Adapte olan bitkilerin saksılara aktarımı

sonrasında, bitki büyüme düzenleyicisi içermeyen MS besi ortamına aktarılan gövdelerde tüm köklenme denemeleri içinde en fazla köklenme (%40, Çizelge 3, Şekil 3) elde edilmiştir.

Bu besi ortamında gövde başına 1.6 kök oluşmuştur. Her ne kadar kök/gövde oranı 4 mg l⁻¹ IAA içeren ortamında görece yüksekse de (3.00), bu besi ortamında

köklenme oldukça düşüktür (%3.3). Köklenme denemeleri arasında en uzun kök boyu (3.3 cm) yine 1 hafta 4 mg l⁻¹ IBA ile desteklenmiş MS besisi ortamında elde edilmiştir. Köklenen bitkilerin hepsi başarıyla sera koşullarına iklimlendirilmiştir (Şekil 3).

IBA ve IAA'nın besisi ortamına denature olmaya eğilimli olduğu ve bitki dokuları tarafından hızla metabolize edildiği bilinmektedir (Gaspar et al., 1996). Hızlı metabolize edilme nedeniyle kısa süreli ama görece yüksek miktarda IBA içeren besisi ortamında en fazla köklenme elde edilmiş olabilir. Kısa süreli düşük miktarda IBA veya fazla miktarda IAA ile besisi ortamının desteklenmesi ise görece daha düşük köklenmeye neden olmuştur.

4. Sonuç

Denenen 4 farklı sitokinin içinde alev ağacının *in vitro* koşullarda çoğaltımını en iyi sağlayan bitki büyüme düzenleyicisi bir adenin türevi olan BA'dır. Yüksek çoğaltım ve çoklu gövde oluşumu için alev ağacı gövde uçları bir karbon kaynağına gereksinim duymaktadır. Denenen karbon kaynakları arasında 30 g l⁻¹ sükrozun daha fazla sayıda eksplant başına gövde oluşturma bakımından en etkin olduğu görülmüştür. *In vitro* çoğaltılan gövdelerde en fazla köklenme (%40), 4 mg l⁻¹ IBA ile desteklenen yarı-katı MS besisi ortamında 1 hafta kültürleme sonrasında oksin içermeyen besisi ortamına aktarım ile sağlanmıştır. Köklenen gövdeler, başarılı bir şekilde *in vivo* koşullara aktarılmış ve iklimlendirilmişlerdir. Çalışma kapsamında geliştirilen *in vitro* çoğaltım yöntemi, bu bitki türünde gelecekte yapılması planlanan gen aktarım teknikleri ile transgenik bitki üretimi ve bu bitkilerin hızlı çoğaltımını sağlama potansiyeli bakımından da önemlidir.

Kaynaklar

Akdemir, H., Kaya, E., Ozden, Y., 2010. *In vitro* proliferation and minimum growth storage of fraser photinia: Influences of different medium, sugar combinations and culture vessels. *Sci. Hortic.*, 126: 268-275.

Avramis, T., Hugard, J., Jonard, R., 1982. La multiplication *in vitro* du Rosier portegreffé *Rosa indica major*. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, 294: 63-68.

Biahoua, A., Bonneau, L., 1999. Control of *in vitro* somatic embryogenesis of the spindle tree (*Euonymus europaeus* L.) by the sugar type and the osmotic potential of the culture medium. *Plant Cell Rep.*, 19: 185-190.

Chen, U., Hsia, C., Yeh, M., Agrawai, D., Tsay, H., 2006. *In vitro* micropropagation and ex vitro acclimation of bupleurum kaoi- an endangered medicinal plant native to Taiwan. *In vitro Cell. Dev. Biol-Plant*, 42: 128-133.

Fuentes, S.R.L., Calheiros, M.B.P., Manetti-Filho, J. Vieira, L.G.E., 2000. The effects of silver nitrate and different carbohydrate sources on somatic embryogenesis in *Coffea canephora*. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 60: 5-13.

Gaspar, T., Kevers, C., Penel, C., Greppin, H., Reid, D.M., Thorpe, T.A., 1996. Plant hormones and plant growth regulators in plant tissue culture. *In Vitro Cell. Dev. Biol-Plant*, 32: 272-289.

Ghimire, B.K., Seong, E.S., Goh, E.J., Kim, N.Y., Kang, W.H., Kim, E.H., Yu, C.Y., Chung, I.M., 2010. High-frequency direct shoot regeneration from *Drymaria cordata* Willd. leaves. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 100: 209-217.

Gitonga, L., Kahangi, E., Gichuki, S., Ngamau, K., Muigai, A., Njeru, E., Njogu, N., Wepukhulu, S., 2000). Factors influencing *in vitro* shoot regeneration of *Macadamia integrifolia*. *Afr. J. Biotech.*, 7 (22): 4202-4207.

Hagen, S.R., Muneta, P., Augustin, J., Letoumeau, D., 1991. Stability and utilization of picloram, vitamins and sucrose in a tissue culture medium. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 25: 45-48.

Hasegawa, P.M., 1980. Factors affecting shoot and root initiation from cultured rose tips. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, 105(2): 216-220.

Hung, C.D., Johnson, K., Torpy, F., 2006. Liquid culture for efficient micropropagation *Wasabia japonica* (Miq.) Matsumura. *In Vitro Cell. Dev. Biol-Plant*, 42: 548-552.

Kane, M.E., Sheehan, T.J., Philman, N.L. 1987. A micropropagation protocol using fraser Photinia for mutation induction and new cultivar selection. *Proc. Fla. State Hort. Soc.*, 100: 334-337.

Karuppusamy, S., Kalimuthu, K., 2010. Rapid *in vitro* multiplication and plant regeneration from nodal explants of *Andrographis neesiana*: a valuable endemic medicinal plant. *Adv. in Biol. Res.*, 4(4): 211-216.

Koç, İ., 2011. Sakız ağacının (*Pistacia lentiscus* L.) *in vitro* koşullarda mikroçoğaltımı ve saklanması. Yüksek Lisans Tezi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.

Lambardi, M., Sharma, K.K., Thorpe, T.A., 1993. Optimization of *in vitro* bud induction and plantlet formation from mature embryos of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.). *In Vitro Cell. Dev. Biol-Plant*, 29: 189-199.

Larraburu, E.E., Carletti, S.M., Rodríguez Cáceres, E.A., Llorente, B.E., 2007. Micropropagation of Photinia employing rhizobacteria to promote root development. *Plant Cell Rep.*, 26: 711-717.

Leifert, C., Pryce, S., Lumsden, P.J., Waites, W.M., 1992. Effect of medium acidity on growth and rooting of different plant species growing *in vitro*. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 30: 171-179.

Marascuilo, L.A., McSweeney, M., 1977. Post-Hoc Multiple Comparisons in sample preparations for test of homogeneity. In: McSweeney, M., Marascuilo, L.A. (Eds.) *Non-Parametric and Distribution Free Methods the Social Science*. Books/Cole Publication, Belmont CA, pp. 141-147.

Mezzetti, B., Coute, L.S., Rosati, P., 1991. *Actinidia deliciosa in vitro* II. Growth and exogenous carbohydrate utilization by explants. *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 26: 153-160.

Murashige, T., Skoog, M., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant*, 15: 473-497.

Pritchard, J., Wyn-Jones, R.G., Tomos, A.D., 1991. Turgor, growth and rheological gradients in wheat roots following osmotic stress. *J. Exp. Bot.*, 42: 1043-1049.

Ramirez-Malagón, R., Borodanenko, A., Barrera-Guerra, J.L., Ochoa-Alejo, N., 1997. Micropropagation for fraser photinia (*Photinia fraseri*). *Plant Cell Tiss. Org. Cult.*, 48: 219-222

Rao, M.S., Purohit, S.D., 2006. *In vitro* shoot bud differentiation and plantlet regeneration in *Celastrus paniculatus* Willd. *Biol. Plantarum*, 50: 501-506.

Rout, G.R., Jain, S.M. 2004. Micropropagation of ornamental

- plants-cut flowers. Prop. Orn. Plants, 4(2): 3-28.
- Rout, G.R., Mohapatra, A., Jain, S.M. 2006. Tissue culture of ornamental pot plant: A critical review on present scenario and future prospects. Biotech. Adv., 24: 531-560.
- Roy, A.T., Leggett, G., Koutoulis, A., 2001. Development of a shoot multiplication system for hop (*Humulus lupulus* L.). *In Vitro* Cell. Dev. Biol-Plant, 37: 79-83.
- Rzepka-Plevnes, D., Kurek, J., 2001. The influence of media composition on the proliferation and morphology of *Ficus benjamina* plantlets. Acta Hortic., 560: 473-476.
- Slesak, H., Skoczowski, A., Przywara, L., 2004. Exogenous carbohydrate utilisation by explants of *Brassica napus* cultured *in vitro*. Plant Cell Tiss. Org. Cult., 79: 45-51.
- Woo, S.M., Wetzstein, H.Y., 2008. An efficient tissue culture regeneration system for Georgia Plume, *Elliottia racemosa*, a threatened Georgia endemic. Hort. Sci., 43(2): 447-453
- Wulster, G., Sacalis, J., 1980. Effects of auxins and cytokinins on ethylene evolution and growth of rose callus tissue in sealed vessels. Hortic. Sci., 15: 736-737.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.260982



Pamukta (*Gossypium hirsutum* L) ekim zamanının melez gücü
(heterosis ve heterobeltiosis) üzerine etkisi

Ramazan Şadet Güvercin^{a*}, Mustafa Oğlakçı^b

^aKahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Türkoğlu Meslek Yüksekokulu, Kahramanmaraş
^bSütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Avşar Kampüsü, Kahramanmaraş
Sorumlu yazar/corresponding author: rguvercin@hotmail.com

Geliş/Received 17/09/2015 Kabul/Accepted 30/06/2016

ÖZET

Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) kütlü pamuk verimi, lif verimi ve çırçır randımanının yanı sıra melez gücü (heterosis ve heterobeltiosis) üzerine ekim zamanı etkisinin araştırıldığı bu çalışma, 2010 ve 2011 yıllarında Kahramanmaraş'ta yürütülmüştür. Orta-erkenci ve orta-geççi olgunlaşma gruplarına ait Carmen, Stoneville 468, Adana 98 ve Furkan çeşitlerinin ana, erkenci olgunlaşma grubuna ait Belizvor 432 ve Primera çeşitlerinin ise baba ebeveyn olarak kullanıldığı çalışmada, ebeveynlerin yanı sıra, bu ebeveynlerin 2010 yılında çoklu dizi yöntemine uygun melezlenmesiyle geliştirilmiş sekiz adet F₁ kombinasyonu bitkisel materyal olarak kullanılmış ve genotiplerin (F₁ melezleri ve ebeveynler) ekimi, 2011 yılının 26 Nisan, 16 Mayıs ve 4 Haziran günlerinde el ile yapılmıştır. Çalışma sonucunda, kütlü pamuk verimi, lif verimi ve çırçır randımanı yönünden ilk ekim zamanının önemli olduğu ve ekim zamanı geciktikçe bu özelliklerin azalırken, melez gücünün yükseldiği belirlenmiştir. Ayrıca, genotip x ekim zamanı ilişkisinin, anaların sağladığı katkı ile hem kütlü pamuk verimi ve hem de lif verimi yönünden önemli, çırçır randımanı yönünden ise önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan, melezlere ait hibrit gücünün ekim zamanı ve ebeveynlere göre farklılık gösterdiği ve Primera çeşidine ait melez dizisinin, Belizvor 432 çeşidine ait aynı diziden daha yüksek melez gücüne sahip belirlenirken, 2x6 kombinasyonunun ise en önemli kombinasyon olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Çoklu dizi
Ekim zamanı
Heterosis
Heterobeltiosis
Pamuk

Effect of sowing times on heterosis and heterobeltiosis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.)

ABSTRACT

This study was carried out to investigate effect of sowing time on seed cotton yield, fiber yield, gin turnout hybrid power (heterosis and heterobeltiosis) values in Kahramanmaraş conditions in 2010 and 2011 years. Four homozygous line (Carmen, Stoneville 468, Adana 98 and Furkan) and two tester (Belizvor 432 and Primera) were used as a plant material with their eight F₁ hybrids which they were obtained by Line x Tester method in 2010. Carmen, Furkan, Stoneville 468 and Adana 98 cultivars have late and semi-late duration while Belizvor 432 and Primera cultivars have early maturity duration respectively. All genotype (parents and crosses) were planted in 26th April, 16th May and 4th June in 2011 year. As a result of the study, delaying sowing time were affected negatively seed cotton yield, lint yield and gin turnout while the hybrid powers (heterosis and heterobeltiosis) were increasing and higher agronomic traits were obtained from first sowing time. Furthermore, genotype x sowing time interaction found very important with power of lines for seed cotton and fiber yields while gin turnout wasn't important. Otherwise, hybrid powers were changed according to sowing time and parents and Primera cultivar was determined best tester than Belizvor 432 and 2x6 combination was investigated as a good combination.

Keywords:

Line x Tester
Sowing time
Heterosis
Heterobeltiosis
Cotton

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Pamuk sahip olduğu özellikler yönünden insan yaşamının önemli bitkilerinden biridir. İçinde

Türkiye'nin de bulunduğu yaklaşık 80 ülke, 32.5 milyon hektar alanda, ortalama 24 milyon ton lif pamuk üretimi yaparken (Shakeel ve ark., 2008), Türkiye lif pamuk üretiminin son on yılda azalarak, ortalama 847 bin ton

gerçekleştiği bildirilmektedir (Anonim, 2014).

Doğu Akdeniz Bölgesinde yer alan Kahramanmaraş ili (N: 37° 38', E: 36° 37'), deniz seviyesinden 568 m yüksekte konumlanmış, hem pamuk tarımına uygun alanlara hem de pamuk temelli endüstriye sahip bir şehirdir. Kahramanmaraş ilindeki pamuk hasadı, geç olgunlaşan çeşitlerin ekilmesi durumunda tamamen, orta erkenci çeşitlerin ekilmesinde ise kısmen sonbahar ilk yağışlarından etkilenirken, bu durum, fiyat ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Durumun telafisi için ya ekim zamanının öne alınması ya da erkenci çeşitlerin yetiştirilmesi önerilirken, erken ekim yapılması veya erkenci çeşit yetiştirilmesi durumunda, ekim sonrası yağış, düşük gece sıcaklıkları, yabancı ot ve hastalıklar gibi bazı sorunlar ile karşılaşmaktadır. Erken ekim kadar, geç ekiminde sorun oluşturduğu ve kütlü pamuk verimi ile çırçır randımanını azalttığı Kılı (2005), Bozbek ve ark. (2006) ve Beyyavaş (2009)'ın yanı sıra Ataş ve Görmüş (2008) tarafından bildirilirken, erkencilik ile ekim zamanı, besin elementleri, sulama, hastalık ve zararlı popülasyonları arasında korelasyon olduğu bildirilmiştir (Bilbro ve Queisenberry, 1975).

Erkenci çeşit yetiştirilmesi, kısa sürede olgunlaşma ve hasadı sağlamakla birlikte (Calhaun ve Bowman, 1999), erkencilik arttıkça verimde azalma ve çevre etkinliği yükselmektedir (Niles ve Feaster, 1984). Bu olumsuzluğun telafisi ya uygun çeşitlerin zamanında ekimi ya da hibrit (F₁) çeşitlerde görülen melez azmanlığından faydalanma ile mümkün olabilecektir.

Melez azmanlığı, bir fenomen olup, seçilen ebeveynlere ve çevre koşullarına göre değişim göstermektedir. Melez azmanlığı için uygun ebeveynlerin belirlemeye yönelik olarak Kempthorne (1957) tarafından önerilen ve ülkemizde Temiz (2003), Bozbek (2006), Başbağ ve ark. (2007), ile Sezener (2008) tarafından kullanılan çoklu dizi (Line x Tester) analiz yöntemi, hibrit gücünün belirlenmesinde ise melezlere ait değerleri, ebeveynler ortalaması ve üstün

ebeveynlere ait değerler ile kıyaslayan heterosis (%) ve heterobeltiosis (%) yöntemleri kullanılmaktadır.

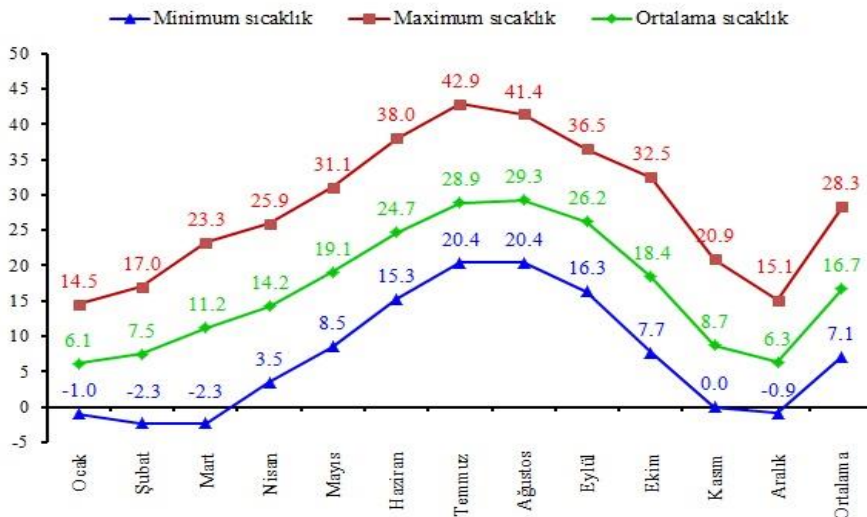
Bu çalışma, hem homozigot (ebeveynler), hem de çoklu dizi yönteminde elde edilen ve homozigot fenotipin yanı sıra heterozigot genotipe sahip F₁ pamuk melezlerinde, kütlü pamuk verimi, çırçır randımanı ve lif verimi ile bu özelliklere ait melez gücü üzerine, ekim zamanı etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada, *Gossypium hirsutum* L. türüne ait orta ve geç olgunlaşma gruplarında yer alan Carmen (1), Stoneville 468 (2), Furkan (3) ve Adana 98 (4) çeşitlerinin ana (lines), erkenci olgunlaşma grubuna ait Belizvor 432 (5) ve Primera (6) çeşitlerinin ise baba (tester) olarak çoklu dizi (line x tester) analizi yöntemine uygun melezlenmesiyle geliştirilmiş sekiz adet F₁ melez kombinasyonu (1x5, 2x5, 3x5, 4x5, 1x6, 2x6, 3x6, 4x6) ve bu kombinasyona ait ebeveynler bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

Kahramanmaraş koşullarında yürütülen çalışmanın melezlemeleri 2010 yılında yapılmış ve melez F₁ kombinasyonları ile ebeveynlerin ekimi, 2011 yılının 26 Nisan, 16 Mayıs ve 4 Haziran tarihlerinde, önceden hazırlanan seddeler üzerine, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak 6 m uzunluktaki parsellere, 5 sıralı, sıra arası 0.70 m, sıra üzeri ise 0.42 m olacak şekilde ocak usulü ve her ocağa el ile 3-4 adet tohum bırakılarak yapılmıştır.

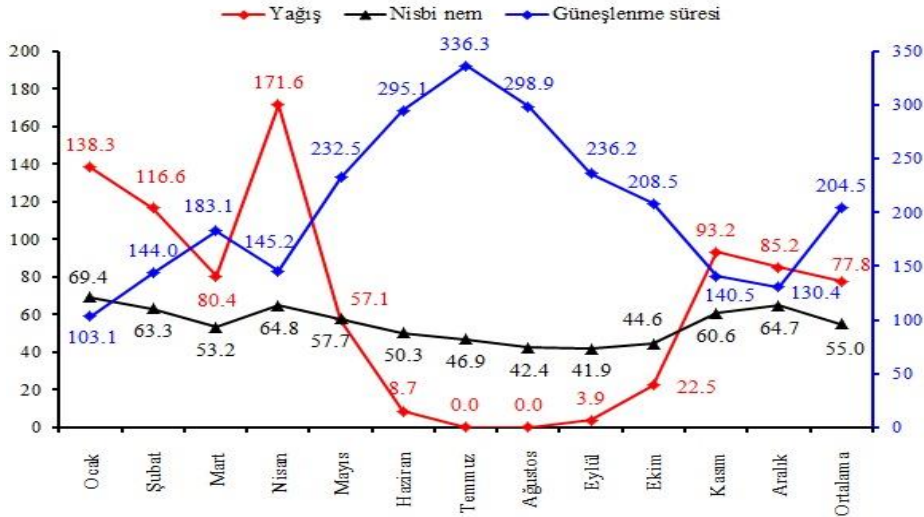
Deneme alanı tınlı-tekstürlü bünyede, 7.54 ile 7.55 pH değerine sahip ve %26.73 ile %26.92 arasında kireç içeren (Anonim, 2011a) toprak olup, 2011 yılının, kurak bir yıl olduğu belirlenmiştir (Şekil 1). 2011 yılı pamuk sezonunda (Nisan-Ekim), ortalama sıcaklığın 14.2 °C ile 8.7 °C arasında, minimum sıcaklığın 3.5 °C ile 7.7 °C arasında, maksimum sıcaklığın 25.9 °C ile 32.5 °C arasında, yağışların 171.6 mm ile 93.2 mm



Şekil 1. 2011 yılına ait minimum, maksimum ve ortalama sıcaklıklar (°C)

arasında, güneşlenme süresinin 171.6 h/ay ile 140.5 h/ay arasında, nisbi nemin ise %64.8 ile %44.6 arasında değiştiği ve temmuz ile ağustos ayları hariç diğer

aylarda yağış görüldüğü Şekil 1 ile Şekil 2'den izlenebilmektedir (Anonim, 2011b).



Şekil 2. 2011 yılına ait yağış (mm), nispi nem (%) ve güneşlenme süresi (h/ay)

Yetiştiriciliği bölge koşullarına göre yapılan denemeye, ekim öncesi, taraklanma başlangıcı ve çiçeklenme başlangıcı olmak üzere, toplam 15 kg da⁻¹ saf azot (N) ve 6 kg da⁻¹ saf fosfor (P₂O₅) verilmiştir. Deneme, fenolojik gözlemlere göre 6 defa sulandıktan sonra, 20 Eylül 2011 ve 24 Ekim 2011 tarihlerinde el ile hasat edilmiştir.

Çırcır randımanının belirlenmesinde;

$$\text{Çırcır randımanı} = (\text{lif} / (\text{lif} + \text{çiğit})) * 100 \quad (1)$$

formülü kullanılırken, kütlü pamuk verimi, parsel verimleri üzerinden, lif verimi ise parsel verimi ve çırcır randımanı yardımıyla belirlenmiştir.

Mezlelere ait heterosis hesaplanmasında,

$$\text{Ht} = ((F_1 - ((\text{Ana} + \text{Baba})/2)) / ((\text{Ana} + \text{Baba})/2)) * 100 \quad (2)$$

Heterobeltiosis hesaplanmasında ise,

$$\text{Htb} = ((F_1 - (\text{Üstün anaç})) / (\text{Üstün anaç})) * 100 \quad (3)$$

formülleri kullanılmıştır.

Varyans analizleri JMP 5.0.1 istatistik programı, Line x Tester analizleri ise Microsoft Excel programı yardımıyla irdelenirken, F₁ mezlelerine ait heterosis ve heterobeltiosis önemlilikleri “t” testinde eş yapma yöntemi, mezleler arası farklılıkların belirlenmesi ise LSD (en küçük önemli fark) çoklu karşılaştırma testi ile incelenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kütlü pamuk verimi

Genotiplere ait kütlü pamuk verimlerinin, birinci ekim zamanında 216.49 kg da⁻¹ (Adana 98) ile 481.92 kg da⁻¹ (2x6) arasında, ikinci ekim zamanında 196.37 kg da⁻¹ (Adana 98) ile 391.19 kg da⁻¹ (2x6) arasında,

üçüncü ekim zamanında ise 160.60 kg da⁻¹ (Carmen) ile 297.00 kg da⁻¹ (4x5) arasında değiştiği tespit edilirken, bulgularımızın ekim zamanı geciktikçe kütlü veriminin azaldığını bildiren Kartal (2005), Bozbek ve ark. (2006), Ataş ve Görmüş (2008), Beyyavaş (2009) ile paralellik gösterdiği ve özellik yönünden genotipler arasında tespit edilen bu farklılığa, birinci ekim zamanında mezleler arası farklılığın yanı sıra üç ekim zamanında ebeveynler arası farklılığın ve ebeveynler x mezleler ilişkisinin katkı sağladığı belirlenmiştir.

Ana ebeveynlerden Stoneville 468 çeşidinin, üç ekim zamanında en yüksek, Adana 98 çeşidinin birinci ve ikinci ekim zamanında, Carmen çeşidinin ise üçüncü ekim zamanında en düşük kütlü verimine sahip olduğu tespit edilirken (Çizelge 3), ebeveynler arasındaki bu farklılığa, birinci ekim zamanında analar arası ve babalar arası, üçüncü ekim zamanında ise analar arası farklılığın destek verdiği ve analar arası farklılığın ekim zamanından etkilendiği belirlenmiştir (Çizelge 1 ve 2).

Mezlelerden 2x6 (Stoneville x Primera) F₁ kombinasyonunun birinci ve ikinci ekim zamanında, 4x5 (Adana 98 x Belizvor 432) F₁ kombinasyonunun üçüncü ekim zamanında en yüksek, 4x5 (Adana 98 x Belizvor 432) F₁ kombinasyonunun birinci, 3x5 (Furkan x Belizvor 432) F₁ kombinasyonunun ikinci, 1x6 (Carmen x Primera) F₁ kombinasyonunun ise üçüncü ekim zamanında en düşük kütlü pamuk verimine sahip olduğu tespit edilirken (Çizelge 3), mezleler arasındaki bu farklılığa, ekim zamanının etkili olduğu ve birinci ekim zamanında mezleler arası farklılığın bu önemliliği desteklediği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Ekim zamanları ortalamasına göre genotiplere ait kütlü pamuk verimlerinin, ebeveynlerden 191.85 kg da⁻¹ (Adana 98) ile 381.19 kg da⁻¹ (Stoneville 468) arasında, mezlelerde ise 325.67 kg da⁻¹ (3x5) ile 384.14 kg da⁻¹

Çizelge 1. Genotiplerin ekim zamanlarına ait kütütlü pamuk verimi (kg da^{-1}), çirçir randımanı (%) ve lif pamuk verimine (kg da^{-1}) ilişkin çoklu dizi (line x tester) analizlerinin kareler ortalamaları ve önemlilikleri

Kaynaklar	SD	Kütütlü pamuk verimi			Çirçir randımanı			Lif verimi		
		I. Ekim zamanı	II. Ekim zamanı	III. Ekim zamanı	I. Ekim zamanı	II. Ekim zamanı	III. Ekim zamanı	I. Ekim zamanı	II. Ekim zamanı	III. Ekim zamanı
Tekerrür	2	1263.73	1389.81	403.30	1.47	0.82	0.38	155.39	278.72	61.21
Genotipler	13	13518.96 **	7337.32 **	5702.36 **	19.78 **	20.07 **	20.62 **	3319.28 **	1828.75 **	1054.03 **
Ebeveynler	5	26629.99 **	12371.94 **	7001.85 **	7.83 **	11.15 **	11.22 **	5128.21 **	2363.73 **	1230.65 **
Melezler	7	2716.87 *	1841.65	1261.74	30.74 **	26.96 **	28.65 **	1787.84 **	1008.69 **	293.01
Ebeveynler Vs Melezler	1	23578.44 **	20633.88 **	30289.22 **	2.76 *	16.41 **	11.35 **	4994.69 **	4894.26 **	5498.05 **
Analar (<i>Lines</i>)	3	3476.37 *	595.87	2459.64 **	4.60 **	4.65 **	6.11	1046.85 *	316.80	308.03
Babalar (<i>Testers</i>)	1	6120.02 *	3380.14	341.80	200.22 **	174.53 **	175.28 **	8684.93 **	4735.13 **	805.56 *
Analar x Babalar	3	822.97	2574.61	370.49	0.39	0.08	2.31 *	229.80	458.44	107.14
Hata	26	948.13	1472.07	921.79	0.45	1.06	0.62	161.15	260.65	134.98

* : $P < 0.05$, ** : $P < 0.01$ ihtimal seviyesinde önemli, SD: Serbestlik derecesi

(2x6) arasında değiştiği, analara ait genel ortalamalar ile babalara ait genel ortalamalar arasında fark olmadığı, Primera çeşidinin baba olarak yer aldığı kombinasyonlara ait genel ortalamasının, Beliiizvor 432 çeşidinin baba olarak yer aldığı aynı kombinasyonlara ait genel ortalamadan daha yüksek olduğu Çizelge 3'ten

izlenirken, birleştirilmiş çoklu dizi analizi ile genotipler arası, ekim zamanları arası, ebeveynler arası, melezler arası farklılıklar ile ebeveynler x melezler, ebeveynler x ekim zamanı, genotipler x ekim zamanı ve analar x ekim zamanı ilişkilerinin önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Genotiplerin ekim zamanlarından elde edilen kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹), çırçır randımanı (%) ve lif verimine (kg da⁻¹) ilişkin birleştirilmiş çoklu dizi (line x tester) analizlerinin kareler ortalamaları ve önemlilikleri

Varyasyon kaynakları	SD	Kütlü pamuk verimi	Çırçır randımanı	Lif verimi
Tekerrür	6	339.65	0.30	55.04
Genotipler	13	21034.19 **	58.61 **	5188.45 **
Ekim zamanları	2	284262.91 **	69.26 **	58584.49 **
Ebeveynler	5	35692.98 **	27.71 **	6944.89 **
Melezler (<i>Kombinasyonlar</i>)	7	2994.09 *	85.13 **	2478.35 **
Ebeveynler Vs Melezler	1	74021.02 **	27.49 **	15376.95 **
Analar (<i>Lines</i>)	3	2727.86	13.96 **	1107.63
Babalar (<i>Testers</i>)	1	4632.03	549.46 **	12082.49 **
Analar x Babalar	3	2714.33	1.51	647.69 *
Genotipler x Ekim zamanı	26	2762.22 **	0.93	506.80 **
Ebeveynler x Ekim zamanı	10	5155.40 **	1.25	888.85 **
Melezler x Ekim zamanı	14	1413.09	0.61	305.60
Analar x Ekim zamanı	6	7002.35 **	1.59	1168.84 **
Babalar x Ekim zamanı	2	11.68	0.58	3.88
Analar x Babalar x Ekim zamanı	6	1666.18	0.81	312.96
Hata	78	1166.25	0.75	194.06

*: P< 0.05, **: P< 0.01 ihtimal seviyesinde önemli, SD: Serbestlik derecesi

3.2. Çırçır randımanı

Genotiplere ait çırçır randımanları, birinci ekim zamanında %37.98 (4x5) ile %45.87 (2x6) arasında, ikinci ekim zamanında % 36.38 (Beliiizvor 432) ile %44.51 (2x6) arasında, üçüncü ekim zamanında ise %36.38 (Beliiizvor 432) ile %43.03 (2x6) arasında değiştiği ve genotip x ekim zamanı ilişkisinin önemli olmadığı (Çizelge 2) belirlenirken, bu farklılığın ekim zamanı yerine, genotipten kaynaklandığı (Çizelge 1 ve 2) tespit edilmiştir. Bulgularımız çırçır randımanının geç ekimden etkilenmediğini bildiren Beyyavaş (2009) ile olumsuz, erken ekimlerde ise yüksek olduğunu bildiren Porter ve ark. (1995), Çopur (1999), Karademir ve Şakar (1999), Çopur ve ark. (2001), Ataş ve Görmüş (2008) ile olumlu yönde benzeşirken, genotiplere ait çırçır randımanları ekim zamanı geciktikçe azalmış, azalış oranı ise kütlü pamuk verimi ve lif verimindeki kadar yüksek olmamıştır. Çırçır randımanı yönünden tespit edilen genotipler arası bu farklılığa, üç ekim zamanında da ebeveynler arası ve melezler arası farklılıkların yanı sıra ebeveynler x melezler ilişkisinin önemli düzeyde katkı sağladığı belirlenmiştir (Çizelge 1).

Ebeveynlerden Stoneville 468 çeşidinin üç ekim zamanında en yüksek, Beliiizvor 432 çeşidinin ise en düşük çırçır randımanına sahip olduğu tespit edilirken, ebeveynler arası farklılığa, üç ekim zamanında babalar

arası, birinci ve ikinci ekim zamanlarında analar arası, üçüncü ekim zamanında ise analar x babalar ilişkisinin destek verdiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Melezlerden 2x6 F₁ kombinasyonunun üç ekim zamanında en yüksek, 4x5 F₁ kombinasyonunun birinci ve üçüncü ekim zamanında, 3x5 F₁ kombinasyonunun ise ikinci ekim zamanında en düşük çırçır randımanına sahip olduğu (Çizelge 3) ve melezler arası farklılığa, ekim zamanından ziyade genotipik yapının daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada, hem analar arası hem de babalar arası genetik farklılığın, melezlere ait çırçır randımanına katkı sağlaması bu görüşü desteklemiştir (Çizelge 1).

Ekim zamanları ortalamasına göre genotiplere ait çırçır randımanlarının ebeveynlerde %36.51 (Beliiizvor 432) ile %41.82 (Stoneville 468) arasında, melezlerde ise %36.64 (4x5) ile %44.47 (2x6) arasında değiştiği, analara ait genel ortalamalar ile babalara ait genel ortalamaların birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Primera çeşidinin baba olarak yer aldığı kombinasyonlara ait ortalamasının, Beliiizvor 432 çeşidinin baba olarak yer aldığı aynı kombinasyonlara ait ortalamadan daha yüksek olduğu Çizelge 3'ten izlenirken, birleştirilmiş çoklu dizi analizi ile çırçır randımanı yönünden genotipler arası, ekim zamanları arası, ebeveynler arası, melezler arası, analar arası ve babalar arası farklılıklar ile ebeveynler x melezler ilişkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 3. Genotiplerin ekim zamanlarına ait kütütlü pamuk verimi (kg da⁻¹), çürçür randımanı (%) ve lif verimleri (kg da⁻¹) ile en küçük önemli fark (LSD) testine göre oluşan gruplar

Genotipler	Kütütlü pamuk verimi			Çürçür randımanı			Lif pamuk verimi			Ortalama		
	I.Ekim zamanı	II.Ekim zamanı	III.Ekim zamanı	Ortalama	I.Ekim zamanı	II.Ekim zamanı	III.Ekim zamanı	Ortalama	I.Ekim zamanı		II.Ekim zamanı	III.Ekim zamanı
Melezler	1x5	420.77 ^{bcd}	347.26 ^{g-k}	260.77 ^{o-r}	342.94 ^e	39.36 ^e	37.93 ^{e-h}	37.99 ^{ef}	165.68 ^{efg}	131.74 ^{j-n}	98.85 ^{q-t}	132.09 ^{de}
	2x5	434.76 ^{abc}	320.18 ^{j-n}	267.74 ^{n-r}	340.89 ^e	39.47 ^e	38.94 ^{def}	37.40 ^{fg}	171.36 ^{def}	124.71 ^{k-p}	100.13 ^{qrs}	132.07 ^{de}
	3x5	411.43 ^{bf}	316.25 ^{j-n}	249.35 ^{o-r}	325.67 ^{cd}	38.00 ^f	37.14 ^{gh}	36.23 ^{gh}	156.29 ^{efi}	117.62 ^{m-q}	90.45 ^{rsu}	121.45 ^{efg}
	4x5	376.07 ^{d-t}	334.23 ^{bl}	297.00 ^{k-o}	335.77 ^c	37.98 ^f	37.37 ^{fgh}	34.58 ⁱ	142.70 ^{h-k}	124.86 ^{k-o}	102.70 ^{p-s}	123.42 ^{ef}
	Ortalama	410.76	329.48	268.72	336.32	38.70	37.85	36.55	159.01	124.73	98.03	127.26
Melezler ortalaması	1x6	419.11 ^{bce}	329.40 ^{i-m}	236.13 ^{p-t}	328.21 ^{cd}	44.52 ^b	43.31 ^{ab}	41.84 ^{ab}	186.61 ^{b-c}	142.67 ^{h-k}	98.79 ^{q-t}	142.68 ^{cd}
	2x6	481.92 ^a	391.19 ^{eg}	279.32 ^{m-q}	384.14 ^a	45.87 ^a	44.51 ^a	43.03 ^a	221.02 ^a	174.15 ^{e-f}	120.17 ^{l-q}	171.78 ^a
	3x6	444.94 ^{ab}	361.31 ^{fi}	247.13 ^{o-s}	351.13 ^{bc}	43.68 ^{bc}	42.21 ^{bc}	41.52 ^{bc}	194.26 ^{bc}	152.50 ^{fj}	102.62 ^{p-s}	149.79 ^{bc}
	4x6	424.82 ^{bcd}	330.95 ^{i-m}	282.08 ^{l-p}	345.95 ^c	43.86 ^{bc}	42.92 ^{ab}	41.44 ^{bc}	186.34 ^{b-c}	141.98 ^{h-l}	116.91 ^{n-q}	148.41 ^{bc}
	Ortalama	442.70	353.21	261.17	352.36	44.48	43.24	41.96	197.06	152.83	109.62	153.17
Ebeveynler	(1)	426.73 ^a	341.35 ^b	264.94 ^c	344.34	41.59 ^a	40.54 ^b	39.25 ^c	178.03 ^a	138.77 ^b	103.83 ^c	140.21
	(2)	391.07 ^{eg}	278.33 ^{m-q}	160.60 ^u	276.67 ^e	41.48 ^d	38.96 ^{def}	37.57 ^f	162.24 ^{fgh}	108.47 ^{o-r}	60.41 ^v	110.37 ^g
	(3)	478.57 ^a	384.94 ^{e-h}	280.06 ^{m-q}	381.19 ^{ab}	42.99 ^c	42.00 ^{bc}	40.45 ^{cd}	205.81 ^{ab}	161.57 ^{fi}	113.40 ^{n-q}	160.26 ^{ab}
	(4)	464.11 ^{ab}	343.39 ^{g-k}	187.08 ^{tu}	331.53 ^{cd}	38.42 ^{efg}	39.24 ^{de}	39.24 ^{de}	191.41 ^{bcd}	132.25 ^{j-n}	73.03 ^{uv}	132.23 ^{de}
	(5)	216.49 ^{rs}	196.37 ^{stu}	162.68 ^u	191.85 ^f	41.30 ^d	39.26 ^{de}	37.33 ^{fg}	89.45 ^{rsu}	77.56 ^{tuv}	61.01 ^v	76.00 ^h
	(6)	387.56	300.76	197.61	295.31	41.75	39.66	38.65	162.23	119.96	76.96	119.72
Ebeveynler ortalaması	Babalar ortalaması	361.43	288.16	236.82	295.47	39.72	38.52	37.32	143.53	110.95	88.21	114.23
	Ebeveynler ortalaması	378.85 ^a	296.56 ^b	210.67 ^c	295.36	41.07 ^a	39.28 ^b	38.20 ^c	155.99 ^a	116.96 ^b	80.71 ^c	117.89
	Genotipler ortalaması	406.21 ^a	322.15 ^b	241.68 ^c	323.35	41.37	40.00	38.80	168.59 ^a	129.43 ^b	93.92 ^c	130.64
	D.K.(C.V) (%)	7.58	11.91	12.56	10.56	1.61	2.57	2.02	7.53	12.47	12.37	10.66
	L.S.D Melezler	61.72	60.73	30.57	28.90	1.09	0.75	1.33	23.90	23.96	11.76	11.20
	L.S.D Ebeveynler	38.68	75.38	71.92	34.20	1.16	2.80	1.60	19.22	33.47	27.56	15.00
L.S.D Genotipler	L.S.D Zamanlar-Melezler ortalaması	50.91	63.11	50.05	30.80	1.14	1.74	1.29	21.18	26.56	19.15	12.80
	L.S.D Zamanlar-Ebeveynler ortalaması				17.90				0.36			6.90
	L.S.D Zamanlar x Zamanlar				24.70				0.74			10.60
	L.S.D Melezler x Zamanlar				14.30				0.37			5.90
	L.S.D Ebeveynler x Zamanlar				öd				öd			19.40
	L.S.D Genotip x Zamanlar				58.20				öd			25.90
				52.80				öd			22.10	

3.3. Lif verimi

Genotiplere ait lif verimlerinin, kütlü pamuk verimi ve çırçır randımanı arasındaki ilişkiye bağlı olduğu ve birinci ekim zamanında 89.45 kg da⁻¹ (Adana 98) ile 221.02 kg da⁻¹ (2x6) arasında, ikinci ekim zamanında 77.56 kg da⁻¹ (Adana 98) ile 174.15 kg da⁻¹ (2x6) arasında, üçüncü ekim zamanında ise 60.41 kg da⁻¹ (Carmen) ile 120.17 kgda⁻¹ (2x6) arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bulgularımız, geç yapılan ekimlerde lif veriminin azaldığını bildiren Bilbord ve Ray (1973), Cathey ve Meredith (1988) ve Kılılı (2005)'nin yanı sıra Ataş ve Görmüş (2008) ile uyum gösterirken, genotipler arasındaki bu farklılığa, ebeveynlerin yanı sıra ebeveynler x melezler ilişkisinin üç ekim zamanında, melezlerin ise birinci ve ikinci ekim zamanında önemli katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu etkiler, ebeveynlerden Stoneville 468 çeşidi ile melezlerden 2x6 (Stoneville x Primera) F₁ kombinasyonunun, üç ekim zamanında en yüksek lif verimine sahip olmasına neden olurken, ebeveynlerden Adana 98 çeşidi birinci ve ikinci ekim zamanında, Carmen çeşidi üçüncü ekim zamanında, melezlerden 4x5 (Adana 98 x Belizvor 432) F₁ kombinasyonu birinci ekim zamanında, 3x5 (Furkan x Belizvor 432) F₁ kombinasyonu ise ikinci ve üçüncü ekim zamanında en düşük lif verimine sahip olmuşlardır (Çizelge 3).

Ekim zamanları ortalamasına göre, ebeveynlere ait lif veriminin 76.00 kg da⁻¹ (Adana 98) ile 160.26 kg da⁻¹ (Stoneville 468) arasında, melezlere ait lif veriminin ise 90.45 kg da⁻¹ (3x5) ile 120.17 kg da⁻¹ (2x6) arasında değiştiği ve analara ait genel ortalamaların babalara ait genel ortalamalardan yüksek olduğu Çizelge 3'ten izlenirken, bu farklılığın oluşmasına, babalar arası farklılığın, analar arası farklılıktan daha fazla katkı verdiği belirlenmiştir (Çizelge 1).

Primera çeşidinin, baba olduğu melez kombinasyonlara ait ortalamanın, Belizvor 432 çeşidinin baba olduğu aynı kombinasyonlara ait ortalamadan çok yüksek olduğu Çizelge 3'ten izlenirken, bu durumun babalar arası farklılıktan ileri geldiği belirlenmiş (Çizelge 1) ve heterosis değerleri bu bulguyu desteklemiştir (Çizelge 4). Lif veriminin, ekim zamanından etkilendiği birleştirilmiş çoklu dizi varyans analizi ile belirlenirken, analar x ekim zamanı ilişkisi ve babalar x ekim zamanı ilişkisinin önemi tespit edilmiştir. Lif verimi yönünden, ekim zamanından etkilenmeyen babalara ait verim ve heterosis potansiyelinin, çevre koşulları yerine daha çok genotipik özellikten kaynaklandığı belirlenirken, Primera çeşidinin, Belizvor 432 çeşidinden daha iyi baba olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 2).

4. Melez (Hibrid) Gücü

4.1. Heterosis

4.1.1. Kütlü pamuk verimi

F₁ melezlerinin, ebeveynler ortalamasından

ayrılışının ifadesi olarak tanımlanan heterosisin, ekim zamanından etkilendiği ve birinci ekim zamanında %0.7 (3x5) ile %48.7 (4x6) arasında, ikinci ekim zamanında %5.4 (2x5) ile %41.7 (4x6) arasında, üçüncü ekim zamanında ise %2.2 (2x5) ile %51.0 (4x5) arasında değiştiği belirlenirken, bulgularımızın, Başal (2001), Ashwathama ve ark. (2003), Güvercin ve Gençer (2005) ile benzerlik gösterdiği ve genel olarak ekim zamanı geciktikçe heterosisin yükseldiği tespit edilmiştir.

Kütlü verimi yönünden, 4x5 ve 1x6 F₁ kombinasyonlarına ait heterosislerin üç ekim zamanında, 2x6 F₁ kombinasyonuna ait heterosislerin iki ekim zamanında, diğer kombinasyonlara ait heterosislerin ise yalnızca bir ekim zamanında önemli ya da çok önemli olduğu Çizelge 4'den izlenirken, kombinasyonlar arası heterosis farklılığının birinci ve üçüncü ekim zamanında önemli, ikinci ekim zamanında ise önemsiz olması (Çizelge 4), heterosis fenomeni için hem uygun melez kombinasyonun hem de uygun ekim zamanının önemine işaret etmiştir.

Ekim zamanı geciktikçe, gün kısalması ve gece-gündüz sıcaklık farkı gibi çeşitli nedenlerle oluşan çevre baskısına, melezlerin, ebeveynlerden daha iyi tepki verdiği ve bu tepkinin verime yansıdığı tespit edilmiş (Çizelge 3 ve 4) ve bu durumun, F₁'lere ait heterozigot genetik yapı ile uygun ebeveynlerin melezlenmesinden ileri geldiği belirlenmiştir. Primera çeşidinin baba olduğu melez dizisine ait heterosis ortalamalarının, Belizvor 432 çeşidinin baba olduğu melez dizisine ait heterosis ortalamalarından daha yüksek olması bu görüşü desteklemiştir.

Yüksek heterosis oranı, çoğu zaman yüksek verim olarak algılanmakla birlikte, kütlü verimi ile heterosis oranının birlikte değerlendirilmesi daha doğru bir yaklaşım olacaktır. Nitekim 2x6 F₁ kombinasyonuna ait heterosis oranlarının, 4x5 ve 4x6 F₁ kombinasyonlarına ait heterosis oranlarından üç ekim zamanında da düşük olduğu Çizelge 4'den izlenirken, heterosis oranı ve kütlü verimi dikkate alındığında, 2x6 kombinasyonunun daha önemli olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 3 ve 4).

4.1.2. Çırçır randımanı

Çırçır randımanına ait heterosis değerlerinin, ekim zamanı ve kombinasyonlara göre farklılık gösterdiği ve ekim zamanının gecikmesinden farklı oranlarda etkilendiği belirlenirken, 4x5 F₁ kombinasyonunun birinci ve üçüncü ekim zamanında, 1x6, 2x6, 3x6 ve ait heterosislerin birinci ekim zamanında %4.3 (4x5) ile %8.8 (2x6) arasında, ikinci ekim zamanında %1.1 (4x5) ile %8.8 (1x6) arasında, üçüncü ekim zamanında ise %4.5 (4x5) ile %8.5 (1x5) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Bulgularımızın Bhardwaj ve Verhalen (1984), Lançon (1987), William ve Meredith (1990), Alam ve ark. (1991), Baloch ve ark. (1995) ile uyumluluk gösterdiği ve Primera çeşidinin baba olduğu melez

Çizelge 4. Melezlerin kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹), çırçır randımanı (%) ve lif verimi (kg da⁻¹) yönünden ekim zamanlarına ait heterosis (%) değerleri

Melezler	Kütlü pamuk verimi						Çırçır randımanı						Lif verimi											
	I. Ekim zamanı		II. Ekim zamanı		III. Ekim zamanı		Ortalama		I. Ekim zamanı		II. Ekim zamanı		III. Ekim zamanı		Ortalama		I. Ekim zamanı		II. Ekim zamanı		III. Ekim zamanı		Ortalama	
	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b
1x5	11.0	c *	21.5	a *	30.6	abc	21.0	d	-1.0	d	0.7	b	4.6	ab	1.4		9.6	c *	22.6		36.8	abc *	23.0	
2x5	2.9	c	-5.4		2.2	d	-0.1	cd	-2.6	cd	-0.6	b	-1.0	c	-1.4		-0.6	c	-7.0		0.5	d	-2.4	
3x5	-0.7	c	-0.1		15.7	cd *	5.0	bcd	-4.1	bcd	-0.7	b	-2.5	b	-2.4		-5.2	c	-1.6		14.0	cd	2.4	
4x5	29.1	ab *	37.7	*	51.0	a *	39.3	a-d	-4.3	a-d	-1.1	b	-4.5	ab *	-3.3		25.0	b *	37.4	*	45.3	ab *	35.8	
Ortalama	10.6	b	13.4	b	24.9	a	16.3	a	-3.0	a	-0.4	a	-0.9	a	-1.4		7.2	a	12.9	a	24.2	a	14.7	
1x6	12.2	c ***	17.8	**	21.8	abcd *	17.3	ab	7.5	ab *	8.8	a ***	8.5	a ***	8.3		20.5	bc ***	28.2	**	31.5	abc *	26.7	
2x6	15.5	bc *	17.6	**	10.0	cd	14.4	a	8.8	a ***	7.7	a ***	7.6	ab **	8.0		25.2	b ***	26.4	**	18.1	bcd	23.2	
3x6	8.5	c	15.6		19.2	bcd *	14.4	abc	5.7	abc **	6.8	a *	5.4	ab *	6.0		14.7	bc	23.6	*	26.0	bc *	21.4	
4x6	48.7	a ***	41.7		50.6	ab	47.0	abc *	6.1	abc *	7.5	a *	7.8	a ***	7.1		57.9	a ***	51.6		61.7	a *	57.1	
Ortalama	21.2	a	23.2	a	25.4	a	23.3	a	7.0	a	7.7	a	7.3	a	7.4		29.6	a	32.5	a	34.3	a	32.1	
Genel ortalama	15.9	b	18.3	ab	25.1	a	19.8	b	2.0	b	3.6	a	3.3	ab			18.4	b	22.6	ab	29.3	a	23.4	
D.K.(%) / L.S.D _(0.05)	24.4 / 1.70		43.8 / öđ		30.9 / 2.47		19.8		24.4 / 0.93		23.2 / 0.82		23.6 / 0.93		3.0		22.9 / 1.73		36.2 / öđ		27.6 / 2.41		23.4	

*: P<0.05, **: P<0.01 ihtimal seviyesinde önemli, öđ: önemli değil, a: F₁ Melez kombinasyonları arasındaki F₂ önemlilik testi, b: F₁ melezlerinin ebeveyn ortalamaları ve üstün ebeveynine göre t önemlilik testi.

dizisine ait heterosis değerlerinin, Beliiivor 432 çeşidinin baba olduğu aynı melez dizisine ait heterosis 4x6 F₁ kombinasyonlarının ise üç ekim zamanında diğer kombinasyonlardan ayrıldığı (Çizelge 4) ve melezlere değerlerinden üç ekim zamanında da önemli ve yüksek olduğu Çizelge 4' den izlenebilmektedir.

4.1.3. Lif verimi

Lif verimine ait heterosislerin geç ekimlerde yüksek olduğu ve 4x5 ile 1x6 F₁ kombinasyonlarına ait heterosislerin üç ekim zamanında da diğerlerinden ayrıldığı belirlenirken, özelliğe ait heterosislerin, birinci ekim zamanında %-5.2 (3x5) ile %57.9 (4x6) arasında, ikinci ekim zamanında %-7.0 (2x5) ile %51.6 (4x6) arasında, üçüncü ekim zamanında ise %0.5 (2x5 ile %61.7 (4x6) arasında değiştiği ve bulgularımızın Miller ve Marani (1963), Lee ve ark. (1967) ve Zhu (1995), Bertini ve ark. (2001), Güvercin ve Gençer (2005) ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4).

Lif verimi yönünden, Primera çeşidinin baba olduğu melez dizisine ait heterosis ortalamalarının, Beliiivor 432 çeşidinin baba olduğu aynı melez dizisine ait heterosis ortalamalarından üç ekim zamanında da yüksek ve 2x6 F₁ kombinasyonunun önemli olduğu belirlenirken, bu kombinasyonun Nisan ayının son haftası ile Mayıs ayının ikinci haftası arasında ekilmesi durumunda, bölge lif veriminin artacağı tespit edilmiştir (Çizelge 3 ve 4).

4.2 Heterobeltiosis

4.2.1. Kütlü pamuk verimi

Üstün ebeveynden daha üstün melez olarak açıklanan heterobeltiosis değerlerinin, kütlü pamuk verimi yönünden, birinci ekim zamanında %-11.0 (3x5) ile %19.4 (4x6) arasında, ikinci ekim zamanında % -15.6 (2x5) ile %19.9 (4x6) arasında, üçüncü ekim zamanında ise %8.4 (2x5) ile %26.4 (4x6) arasında değiştiği ve melezler arası bu farklılığının birinci ve üçüncü ekim zamanında önemli olduğu Çizelge 5'ten izlenirken, 1x6 ve 2x5 F₁ kombinasyonlarına ait değerlerin ikinci ve üçüncü ekim zamanında, 1x6 ve 4x6 melezlerine ait değerlerin ise birinci ekim zamanında önemli olduğu belirlenmiş ve bulgularımızın Patil ve Sheriff (1982), Yılmaz (1997), Lakho ve ark. (2001), Gençer ve Güvercin (2003) ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 5).

Ekim zamanı geciktikçe, hem Primera hem de Beliiivor 432 çeşitlerinin baba olduğu melez dizilerine ait heterobeltiosis ortalamalarının yükseliş gösterdiği ve bu yükselişin Primera çeşidinin baba olduğu melez dizisinde önemsiz, Beliiivor 432 çeşidinin baba olduğu aynı melez dizisinde ise önemli olduğu tespit edilmiştir.

4.2.2. Çırcır randımanı

Çırcır randımına ait heterobeltiosis değerlerinin,

birinci ekim zamanında %-8.2 (2x5) ile %6.7 (2x6) arasında, ikinci ekim zamanında %-7.3 (2x5) ile %6.5 (1x6) arasında, üçüncü ekim zamanında ise %7.5 (2x5 ve 3x5) ile %6.4 (2x6) arasında değiştiği ve birinci ekim zamanında 1x5, 3x5, 2x6 ve 4x6, ikinci ekim zamanında 1x6 ve 4x6, üçüncü ekim zamanında ise 4x5 ve 2x6 F₁ kombinasyonlarına ait heterobeltiosislerin önemli olduğu belirlenirken, birinci ekim zamanında 2x5, 4x5 ve 3x6, ikinci ekim zamanında 2x5 ve 2x6, üçüncü ekim zamanında ise 1x6 ve 4x6 F₁ kombinasyonlarına ait heterobeltiosis değerlerinin çok önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 5). Bulgularımız Patil ve Sheriff (1982), Lakho ve ark. (2001), Karademir ve ark. (2007) ile uyumluluk, Kaynak ve ark. (2000), Başal (2001) ile de uyumsuzluk gösterirken (Çizelge 3 ve 5), Primera çeşidinin baba olduğu melez dizisine ait heterobeltiosis ortalamalarının, Beliiivor 432 çeşidinin baba olduğu aynı melez dizisine ait heterobeltiosis ortalamalarından, üç ekim zamanında da yüksek olduğu ve 2x6 (Stoneville 468 x Primera) F₁ kombinasyonunun ekim zamanlarına ait heterobeltiosis değerlerinin önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3 ve 5).

4.2.3. Lif verimi

Lif verimine ait heterobeltiosis yönünden ise kombinasyonların birinci ekim zamanında birbirinden ayrıştığı ve heterobeltiosis değerlerinin, birinci ekim zamanında %-18.1 (3x5) ile %26.7 (4x6) arasında, ikinci ekim zamanında %-21.8 (2x5) ile %26.3 (4x6) arasında, üçüncü ekim zamanında ise % -11.9 (2x5) ile %32.6 (4x6) arasında değiştiği tespit edilirken, 3x5, 1x6 ve 4x6 F₁ kombinasyonlarının birinci ekim zamanında, 1x6 ve 3x6 F₁ kombinasyonlarının ise ikinci ekim zamanında üstün ebeveynlerinden ayrıştığı belirlenmiştir (Çizelge 5).

Primera çeşidinin baba olduğu melez dizisine ait heterobeltiosis ortalamalarının, ekim zamanından etkilenmediği ve Beliiivor 432 çeşidinin baba olduğu aynı melez dizisine ait heterobeltiosis ortalamalarından daha yüksek olduğu belirlenirken, Beliiivor 432 çeşidinin baba olduğu melez dizisine ait heterobeltiosis ortalamasının ekim zamanından etkilendiği tespit edilmiştir.

Pamuk tarımında nihai hedef olan lif verimidir. İstatiksel yönden önemli olmamakla birlikte, 2x6 (Stoneville 468 x Primera) F₁ kombinasyonunun, heterobeltiosis yönünden, üç ekim zamanında da bölge standardı ve üstün ebeveyn Stoneville 468 çeşidinden Kahramanmaraş koşullarında, Nisan sonu ile Mayıs ortası arasında ekim yapmak koşuluyla, 2x6 ayrışması (%7.5) dikkat çekmiştir. Bu durum, 2x6 F₁ kombinasyonunun önemine işaret ederken, kombinasyonunun bölge lif verimine katkı sağlayacağı belirlenmiştir (Çizelge 3 ve 5).

Çizelge 5. Melezlerin kütlü pamuk verimi (kg da⁻¹), çırçır randımanı (%) ve lif verimi (kg da⁻¹) yönünden ekim zamanlarına ait heterobeliosis (%) değerleri

Melezler	Kütlü pamuk verimi						Çırçır randımanı						Lif verimi											
	I. Ekim zamanı		II. Ekim zamanı		III. Ekim zamanı		Ortalama		I. Ekim zamanı		II. Ekim zamanı		III. Ekim zamanı		Ortalama		I. Ekim zamanı		II. Ekim zamanı		III. Ekim zamanı		Ortalama	
	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b	%	a b
1x5	7.6	ab	12.6		11.0	a	10.4		-5.1	*	-3.4		1.1		-2.5		2.1	c	12.7		17.1		10.6	
2x5	-9.0	ab	-15.6		-8.4	abc	-11.0		-8.2	**	-7.3	**	-7.5		-7.7		-16.5	abc	-21.8		-11.9		-16.7	
3x5	-11.0	ab	-8.9		3.3	abc	-5.5		-7.8	*	-4.4		-7.5		-6.6		-18.1	ab	-13.0		3.5		-9.2	
4x5	2.6	b	14.0		23.8	a	13.5		-8.0	**	-5.0		-7.4	*	-6.8		2.6	bc	17.8		22.0		14.1	
Ortalama	-2.5	b	0.5	ab	7.4	a	1.8		-7.3	a	-5.0	a	-5.3	a	-5.9		-7.5	b	-1.1	ab	7.7	a	-0.3	
1x6	5.5	b	11.6	*	4.4	ab	7.2		6.2		6.5	*	5.8	**	6.2		12.2	abc	20.1	**	12.1		14.8	
2x6	0.7	b	2.8		-0.7	c	0.9		6.7	*	6.0	**	6.4	*	6.4		7.5	bc	8.8		6.2		7.5	
3x6	-4.3	ab	2.5		5.7	bc	1.3		4.9	**	3.8		3.2		4.0		1.3	c	10.0	**	12.3		7.9	
4x6	19.4	a	19.9	**	26.4	a	21.9		5.6	*	5.6	*	4.8	**	5.3		26.7	a	26.3	**	32.6		28.5	
Ortalama	5.3	a	9.2	a	9.0	a	7.8		5.9	a	5.5	ab	5.1	b	5.5		11.9	a	16.3	a	15.8	a	14.7	
Genel ortalama	1.4	b	4.9	ab	8.2	a	4.8		-0.7	a	0.2	a	-0.1	a	-0.2		2.2	b	7.6	ab	11.7	a	7.2	
D.K.(%) / L.S.D. _(0.05)	30.4 / 1.90		37.2 / öd		33.1 / 1.99				17.2 / öd		28.2 / öd		24.4 / öd				35.9 / 2.00		41.2 / öd		37.3 / öd			

*: P<0.05, **: P<0.01 ihtimal seviyesinde önemli, öd: önemli değil, a: F, Melez kombinasyonları arasındaki F, F₁ melezlerinin ebeveyn ortalamaları ve üstün ebeveynine göre t önemlilik testi.

5. Sonuç

Pamukta ekim zamanının, Kahramanmaraş koşulları için de önemli olduğu ve ekimin gecikmesi ile hem standart hem de hibrit çeşitlerde verim azalması yaşandığı belirlenirken, Nisan ayının son haftasında yapılacak ekimlerde, hem standart çeşitlerin hem de F₁ melezlerinin en yüksek kütlü pamuk verimi ve lif verimi potansiyeline ulaşacağı tespit edilmiştir.

Kütlü pamuk verimi yönünden, ebeveynlerden bölge standardı Stoneville 468 çeşidi ile bu çeşidin katkı sağladığı 2x6 F₁ kombinasyonunun, birinci ve ikinci ekim zamanında, çırçır randımanı ve lif verimi yönünden ise üç ekim zamanında önemli olduğu belirlenirken, çırçır randımanı yönünden 2x6 kombinasyonuna ait heterobeltiosis değerinin bölge lif verimine katkı sağlayabileceği tespit edilmiştir.

Kaynaklar

Anonim, 2014. T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, Pamuk Raporu. 44 s. Ankara.

Anonim, 2011 a. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Kahramanmaraş İl Müdürlüğü, Toprak Analiz Raporu, Kahramanmaraş.

Anonim, 2011 b. T.C. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kahramanmaraş İklim Verileri, Kahramanmaraş.

Alam, A.K.M.R., Roy, N.C., Islam, H., 1991. Line x Tester Analysis of Heterosis and Combining Ability in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in Bangladesh. Bangladesh Journal of Plant Breeding and Genetics. 4(1-2): 27-37.

Ashwathama, V.H., Patil, B.C., Kareekatti, S.R., Adarsha, T.S., 2003. Studies on Heterosis for Biophysical Traits and Yield Attributes in Cotton Hybrids. World Cotton Research Conference 3, Cape Town, South Africa. Abstract Book, s. 240-247.

Ataş, E., Görmüş, Ö., 2008. Farklı Zamanlarda Ekilen Pamukta Değişik Defoliyant Uygulama Zamanlarının Verim ve Kaliteye Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Adana.

Baloch, M.J., Bhutto, H., Rind, R., Tunio, G.H., 1995. Combining Ability Estimates in 5x5 Diallel Intrahirsutum Crosses. Pakistan Journal of Botany, 27(1): 121-126.

Başal, H., 2001. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Diallel Analiz Yöntemi ile Verim, Verim Ögeleri ve Lif Kalite Özelliklerinin Genetik Analizi. Doktora Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.

Başbağ, S., Ekinci, R., Gencer, O., 2007. Combining Ability and Heterosis for Earliness Characters in Line x Tester Population of *Gossypium hirsutum* L. Hereditas, 144(5): 185-190.

Bertini, M., Silva, F.P., Nunes, R.P., Santos, J.H.D., 2001. Gene Action, Heterosis and Inbreeding Depression of Yield Characters in Mutant Lines of Upland Cotton. Journal Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 36(7): 941-948.

Beyyavaş, V., 2009. Farklı Bitki Sıklığı ve Mepiquat Chloride Uygulamasının Normal ve Geç Ekimlerde Pamuğun (*Gossypium hirsutum* L.) Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. Doktora Tezi. Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Şanlıurfa.

Bhardwaj, H.L., Verhalen, L.M., 1984. Combining Ability Analysis for Agronomic Characters, Fruiting Efficient, Photosynthesis and Bollworm Resistance. Journal of Agricultural Science, 103: 511-518.

Bilbord, J.A., Ray, L.L., 1973. Effect of Planting Date of Yield and Fiber Properties of Three Cotton Cultivars. Agronomy Journal, 65: 606-609.

Bilbro, J.D., Quisenberry, J.E., 1975. A Yield-Related Measure Earliness for Cotton. Crop Science, 13: 392.

Bozbek, T., 2006. Pamuk Melez Populasyonlarında Verim Bileşenlerinin Kalıtımı ve Genetik Korelasyonların Saptanması. Doktora Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.

Bozbek, T., Sezener, V., Unay, A., 2006. The Effect of Sowing Date and Planting Density on Cotton Yield. Journal of Agronomy, 5(1): 122-125.

Calhaun, D.S., Bowman, D.T., 1999. Techniques for Development of New Cultivars. In: C. W. Smith and J. T. Cothren (eds.), Cotton: Origin, history, technology, and production, John Wiley&Sons, New York.

Cathey, G.W., Meredith, W.R., 1988. Cotton Response to Planting Date and Mepiquat Chloride. Agronomy of Journal, 80(3): 463-466.

Çopur, O., 1999. Harran Ovası Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının, Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Çiçeklenme, Verim, Verim Unsurları ve Erkencilik Kriterlerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma. Doktora Tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Şanlıurfa. 192 s.

Çopur, O., Gür, M.A., Özel, A., Oğlakçı, M., 2001. Harran Ovası Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Bitkisinde Koza ve Lif Teknolojik Özelliklerine Etkisi Üzerinde Bir Araştırma-II. 4. Tarla Bitkileri Kongresi. Tekirdağ. s.181-186.

Gençer, O., Güvercin, R.Ş., 2003. Heritability of Earliness Criteria in Relation to Yield in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in the Harran Plain of Southeastern Anatolia Project (GAP) Area, Word Cotton Research Conference 3. Cape Town, South Africa. s. 49-56.

Güvercin, R.Ş., Gençer, O., 2005. Pamuk Bitkisinde (*Gossypium hirsutum* L.) Erkenciliğin Kalıtımı, Verim ve Lif Özellikleri ile Olan İlişkilerin Belirlenmesi, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 9(4): 33-42.

JMP® Introductory Guide, Version 5, Copyright© 2002 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. ISBN 1-59047-070-2.

Karademir, E., Karademir, Ç., Ekinci, R., 2007. Pamukta Erkencilik, Verim ve Lif Teknolojik Özelliklerin Kalıtımı. Yüzcüncü Yıl Üniversitesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 17(2): 67-72.

Karademir, E., Şakar, D., 1999. Diyarbakır'da Pamuk Ekim Zamanı ve Azot Dozunun Verim ve Kaliteye Etkisi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi 15-18 Kasım 1999, Adana. Cilt: 2, s.247-252.

Kartal, B., 2005. Harran Ovası Koşullarında Soğuğa Tolerant Pamuk Genotiplerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Kahramanmaraş.

Kaynak, M.A., Ünay, A., Özkan, İ., Basal, H., 2000. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.) Erkencilik Kriterleri ile Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinde Heterotik Etkilerin ve Fenotipik İlişkilerin Saptanması. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24(1): 105-111.

Kemphorne, O., 1957. An Introduction to Genetic Statistics. John Wiley and Sons, New York, U.S.A. s. 191-200.

- Kıllı, F., 2005. Effect of Early, Normal and Late Planting Dates on Yield Components of Two Cotton Cultivars under Irrigated Conditions of Turkey. Innovative Scientific Information & Services Network Bioscience Research, 2(1): 38-42.
- Lakho, A.R., Bhutto, H, Chang, M.S., Solangi, M.Y., Kalwar, G.H., Bolach, A.H., 2001. Estimation of Heterosis for Yield and Economic Traits in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Journal of Plant Science, 3: 26-30.
- Lançon, J., 1987. Behaviour of Sixteen Agronomic Traits and Fiber Properties in Two Diallel Crosses Involving African and American Varieties of Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Cotton et Fibres Tropicales, 42(4): 255-266.
- Lee, J.A., Miller, P.A., Rawling, J.O., 1967. Interaction of Combining Ability Effects with Environments in Diallel Crosses of Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Crop Science, 7: 477-482.
- Miller, P.A., Marani, A., 1963. Heterosis and Combining Ability in Diallel Crosses of Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Crop Science, 3: 441-444.
- Niles, G.A., Feaster. C.V., 1984. Breeding R. J. Kohel and C.F. Lewis (eds.), Cotton. American Society of Agronomy, Madison, WI. s. 202-231.
- Patil, M.S., Sheriff, R.A., 1982. Diallel Analysis of the Inheritance of Some Quantitative Characters in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) II. Heterosis Cotton and Tropical Fiber Abstract, 7(6): 644.
- Porter, P.M., Sullivan, M.L., Harvey, C.H., 1995. Cotton Variety by Planting Date Interaction in the Southeast. In D. Richter (ed.), Proceeding Beltwide Cotton Conferences. San Antonia, 2: 1516-1521.
- Sezener, V., 2008. Farklı Pamuk Genotipleri ile Bunların F1 Melez Populasyonlarında *Verticillium*'a Karşı Dayanıklılığın ve Bazı Tarımsal Özelliklerin Kalıtımının Saptanması. Doktora Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Aydın.
- Shakeel, A., Faqir, M.A., Iftikhar, A K., 2008. Assessment of Earliness in *Gossypium hirsutum* L. Pakistan Journal of Agricultural Science, 45(1): 80-87.
- Temiz, M., 2003. Pamukta (*Gossypium hirsutum* L.), Çoklu Dizi (Line x Tester) Melezlerinde Tarımsal ve Teknolojik Özelliklerin Kalıtımı Üzerine Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana.
- William, R., Meredith, W.R., 1990. Yield and Fiber Quality Potential for Second Generation Cotton Hybrids. Crop Science, 30: 1045-1048.
- Yılmaz, H.A., 1997. Türler Arası Melezleme (*Gossypium hirsutum* L. x *Gossypium barbadense* L.) ile Elde Edilen Hibrit Pamukta Erkencilik, Verim ve Verim Komponentlerinde Melez Azmanlığı. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi. Samsun. s. 337-341.
- Zhu, Q., 1995. Advances in Research and Utilization of Interverital Hybrid Vigour in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Field Crops Abstract, 7(1): 8-11.



Research/Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.260983



Effect of maize/legume intercropping on crop productivity and soil compaction

İlkay Yavaş Üstündağ^{a*}, Aydın Ünay^b

^aDepartment of Crops and Animal Production, Koçarlı Vocational High School, University of Adnan Menderes, Aydın

^bDepartment of Field Crops, Faculty of Agriculture, University of Adnan Menderes, Aydın

*Corresponding author's email: iyavas@adu.edu.tr

Geliş/Received 21/05/2015

Kabul/Accepted 30/06/2016

ABSTRACT

This research was conducted in western of Turkey to determine the effects of maize/legume intercropping on productivity and soil compaction. The experiment comprised 7 treatments: sole planting of maize (*Zea mays* L.), cowpea (*Vigna sinensis* L.) and soybean (*Glycine max* L.), and 2 different planting patterns (1- and 2-row proportion) with 4 maize-legumes intercropping series. Intercropping significantly affected plant height, 1000 grain weight, the height of first ear and grain yield of maize. The results revealed that sole maize and maize+soybean double row strips gave maize grain yield as 11680.2 kg ha⁻¹ and 8990.5 kg ha⁻¹, respectively. Land equivalent ratio (LER) was greater than 1, indicating that this cropping system was profitable in terms of land utilization. Maximum LER (1.743) was recorded in maize+soybean double row strips. Intercropped legumes were significantly increased soil compaction because of the machine traffic in alternate rows. Based on better interception of sunlight energy, crop growth and grain yield collected during the two growing seasons, 1M:2S (1.74) and 1M:2C (1.69) intercropping systems should be suggested.

Keywords:

Intercropping
Land equivalent ratio
Legume
Maize
Soil compaction
Yield

Mısır/baklagil birlikte ekiminin verimlilik ve toprak sıkışıklığı üzerine etkisi

ÖZET

Bu araştırma Türkiye'nin batısında mısır/baklagil birlikte ekiminin ürün verimliliği ve toprak sıkışıklığı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme 7 uygulamadan oluşmuştur: saf mısır (*Zea mays* L.), börülce (*Vigna sinensis* L.) ve soya (*Glycine max* L.) ekimi, ve 2 farklı ekim düzeni (1 ve 2 sıralı) ve 4 mısır-baklagil birlikte ekim serisi. Birlikte ekim mısırdaki bitki boyu, 1000 tane ağırlığı, ilk koçan yüksekliği ve tane verimini önemli bir şekilde etkilemiştir. Sonuçlar saf mısır ve mısır+soya çift sıra ekim sisteminin sırasıyla 11680.2 kg ha⁻¹ ve 8990.5 kg ha⁻¹ tane verimi verdiğini ortaya koymuştur. Alan eşdeğer oranının 1'den büyük olması, bu üretim sisteminin alan kullanımı açısından karlı olduğunu göstermiştir. En yüksek alan eşdeğer oranı (1.743), çift sıralı mısır ve soya birlikte ekiminden elde edilmiştir. Baklagiller ile birlikte ekim ardışık sıralara ekimde makine yoğunluğundan dolayı toprak sıkışıklığını önemli bir şekilde artırmıştır. İki yıllık veriler birlikte ekim sisteminde daha iyi alan eşdeğer oranı, güneş enerjisinden daha iyi yararlanma, bitki gelişimi ve verimi açısından 1M:2C (1.69) ve 1M:2S (1.74) ekim sisteminin önerilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:

Birlikte ekim
Alan eşdeğer oranı
Baklagil
Mısır
Toprak sıkışıklığı
Verim

© OMU ANAJAS 2016

1. Introduction

Intercropping can be defined as the agricultural practice of cultivating two or more crops in the same space at the same time, is an old and commonly used cropping practice which aims to match efficiently crop demands to the available growth resources and labor. To overcome the loss of a full growing season, intercropping with legumes is a good alternative. The purpose of intercropping is to generate beneficial

biological interactions between the crops. It develops soil fertility through biological nitrogen fixation with the use of legumes, increases soil conservation through greater ground cover than sole cropping (Lithourgidis et al., 2011).

Intercropping is used in many parts of the world. Especially cereal-legume intercrops are frequently used. Intercropping systems provides yield stability over mono cropping and supply greater resource use efficiency. Cereal-legume intercropping is a more

productive and profitable cropping system in comparison with solitary cropping (Tosti and Guiducci, 2010). Grain legumes such as field pea, soybean, faba bean and narrow-leaved lupin benefit the cropping system, contributing with atmospheric N inputs through biological N₂-fixation and recycling of N-rich residues a fundamental process for maintaining soil fertility in, for example, organic farming systems (Hauggaard Nielsen et al., 2007). The cereal is usually taller and has faster growing or more extensive root system and competitive for soil nitrogen than legumes. Therefore shading may influence the quality of legumes (Wekesa et al., 2015).

Intercropping treatments and spatial arrangement of soybean or cowpea grown in association with maize in Turkey has not been extensively studied and not well documented. Pekşen et al. (1999) revealed that the share of cereals was higher in cereal-legume intercropping systems. In other studies, it was found that sole maize yield was higher than intercrop maize yield (Ertürk, 2011; Sabancı, 2015).

Actually, there is also great interest in the detection of innovative ways in intercropping systems. This practice is not only helping farmer's double yields but also protecting the crops against diseases and extreme weather conditions. Therefore the objective of this study was to determine the effective spatial arrangement for maize and legumes (soybean and cowpea) in terms of productivity and soil efficiency using competition indices.

2. Material and Methods

The effects of intercropping on productivity and soil compaction were evaluated at the experimental field of Agricultural Faculty the University of Adnan Menderes in the growing season of 2011/2012 and 2012/2013. During the field experiments from May to September the average air temperatures, precipitation and relative humidity and long term (1954-2013) values were given at Table 1.

Table 1. Monthly average temperatures, precipitations and relative humidity

Month	Temperature (°C)			Precipitation (mm)			Relative humidity (%)		
	2011/12	2012/13	1954 /13	2011/12	2012/13	1954/13	2011/12	2012/13	1954/13
May	19.2	20.1	20.9	49	43.6	34.3	72	73	56.4
June	24.7	27.0	25.9	50	2.4	12.6	57	55	48.8
July	27.5	29.6	28.4	0.4	3.2	4.0	55	51	49.5
August	26.9	27.9	27.5	0.0	0.0	1.8	53	45	54.3
September	23.5	22.7	23.4	38.4	0.0	12.9	59	63	56.6

The soil was characterized as sandy loam. The topsoil was alkaline (pH of 7.6), 0.10 mg kg⁻¹ N; 2.1 mg kg⁻¹ P; 124.0 mg kg⁻¹ K, and was poor in organic matter (1.2 %). N-P-K fertilizer was applied at the 30 kg ha⁻¹ in the form of 15-15-15. All P, K and with half of N were applied during the time of land preparation. The other half of N was applied at the 12 kg ha⁻¹ six weeks after sowing as urea. The site was divided into 30 plots that were the experimental units to which the following treatments were randomly assigned in a completely randomized design and three replications as follows:

(i) (1M:1S): There were four rows of maize sown at spacing of 70×20 cm and between every two rows; a row of soybean was placed at 35 cm from maize rows.

(ii) (1M:1C): There were four rows of maize sown at spacing of 70×20 cm and between every two rows; a row of cowpea was placed at 35 cm from maize rows.

(iii) Sole maize: There were four rows of maize sown at spacing of 70×20 cm.

(iv) Sole legumes: There were four rows of legumes sown at spacing 35×5 cm.

One soybean cultivar (Umut, 2002), one cowpea cultivar (Karagöz-86) were simultaneously seeded as monocrop or intercropped with maize (PR31G98) in alternate or double rows. The crops were sown in 18/05/2011 and 03/05/2012. Irrigation of crops was simultaneously during the third week of June. The

subsequent irrigations were applied as per 10 days during the period of the trial. Each plot was 5 m long which sown by planter in four rows. None of the legume seeds were inoculated with *Rhizobium*.

2.1. Examined properties

-Maize grain yield (kg.ha⁻¹): Ear was harvested at complete maturity. The grain moisture content was measured by using a moisture meter and grain yield was adjusted to 15% moisture content using the following formula:

$$\text{Adjusted Yield} = \text{Measured yield} \times [(100 - \text{moisture } \%) / 85]$$

Legume grain yield (kg.ha⁻¹): The legumes were harvested when both the pods and stems were dry. Grain yield was adjusted to 13% moisture content using the same formula as used for maize.

-The number of pods/ plant: The no. of pods from 10 randomly selected plants was counted and their average was calculated (Raza et al., 2012).

-1000-grain weight (g): The sample of a hundred grains (legume) was taken from seed lot of each plot and expressed in grams (Raza et al., 2012).

-Plant height (cm): At maturity, ten plants were selected randomly from each plot. The maize height was

measured from the soil surface to the tip of panicle/flag leaf. Legume height was measured from the soil surface to the growing point. Average plant heights were calculated (Lemlem, 2013).

-Maize first ear height (cm): At maturity, ten maize plants were selected randomly from each plot. Their first ear height was measured from the soil surface to first ear node with the help of a meter rod and average height was calculated.

-Land equivalent ratio (LER): Efficiency of intercropping over sole cropping has been evaluated by various indices. Afe and Atanda (2015) utilize the the concept of land equivalent ratio (LER) described as the total land area required under sole cropping to give the yield acquired in the intercrop system. The LER values were calculated as: $LER = (LERM + LERL)$, where $LERM = YIM/YM$ and $LERL = YIL/YL$, where YM and YL are the yields of maize and legume as sole while YIM and YIL are the yields of maize and legume as intercrops, respectively.

-Soil compaction (MPa): Soil compaction was evaluated indirectly by measuring soil penetration resistance with Dickey-John soil penetrometer. Within

each plot, 3 randomly measurements were made. Measurements were taken at the depth of 40 cm and 75 cm at the end of the dent (R5) stage of maize and averaged.

2.2. Statistical analysis

All data were statistically analyzed with the SPSS Statistical Analysis System. Probabilities equal to or less than 0.05 were considered significant. Differences between treatment was performed with LSD test to separate them (SPSS, 1999).

3. Results and Discussion

Table 2 showed that intercropping treatments had significant effect on first ear height, 1000-grain weight, grain yield and soil compaction except plant height. Besides, year x treatment interaction were significant for plant height, first ear height, 1000-grain weight.

Table 3 gave the mean values of agronomic, yield and yield components of maize, soil compaction and land equivalent ratio.

Table 2. Combined analysis of variance for observed characters in maize

Source of variation	PH (cm)	FEH (cm)	1000-GW (g)	GY (kg ha ⁻¹)	SC (MPa)
Replication	ns	ns	ns	ns	ns
Year	**	**	**	ns	ns
Treatment	ns	**	**	**	**
Year x Treatment	*	**	**	ns	ns

** significant at the 0.01 level, * significant at the 0.05 level, ns; non-significant. PH: Plant height, FEH: First ear height, 1000-GW: 1000- grain weight, GY: Grain yield, LER: Land equivalent ratio, SC: Soil compaction

Table 3. Mean values of observed characters in maize

Treatments	PH (cm)		FEH (cm)		1000-GW (g)		GY (kg.ha ⁻¹)	LER	SC (MPa)
	1	2	1	2	1	2	1-2	1-2	1-2
1M:1C	214.7b	252.7	55.3d	84.0 ab	312.3bc	349.7c	8800.5c	1.485	2.3a
1M:2C	196.0c	259.8	58.0c	89.8a	291.0d	402.3e	8800.2c	1.692	2.1b
1M:1S	222.0a	252.2	60.7b	77.5b	300.7ab	391.0 b	8860.0bc	1.662	2.1b
1M:2S	195.0c	257.0	55.7d	94.0a	307.7c	418.3d	8990.5b	1.743	2.1b
M	224.3a	263.2	66.0a	88.2a	318.0a	438.7a	11680.2a	1.000	1.0c
LSD Int. _{0.05}	5.1		1.9		8.5				
LSD Tre. _{0.05}							160.7		0.06

1: 2011-2012 year, 2: 2012-2013 year, 1-2: Combined years; LSD Int. for significant interactions of year x treatment; LSD Tre.; for only significant treatment. PH: Plant height, FEH: First ear height, 1000-GW: 1000- grain weight, GY: Grain yield, LER: Land equivalent ratio, SC: Soil compaction

Plant height was significantly different among the treatments. Maximum plant height was obtained from sole maize with 224.3 cm in 2011/2012 and 263.2 cm in 2012/2013. Minimum plant height values were recorded from 1M:2S and 1M:2C treatments, respectively in 2011/12. Second year the lowest values were observed from 1M:1S and 1M:1C. Similarly, intercropping maize with soybean reduced maize plant height (Undie et al., 2012). But some research results showed that plant

height of maize increased with intercropping (Geren et al., 2008). This observation is similar to the findings of Erdoğan (2004) who evaluated the effect of different seeding rates of intercropped corn and soybean on some plant characteristics and forage yield. In a study results conducted at the Nigeria, showed that the height of corn at R3 was significantly higher under 1:1 intercropping than in sole cropping, while the 1:2 intercropping treatment values of corn height were intermediate (Ariel

et al., 2013). The intercropping systems had significant effects on yield and other traits in two growing seasons, except plant height in the first season (Abdel Aziz et al., 2012). Values of first ear height for maize indicated that there was a significant difference in first ear height for all treatments in both growing seasons. In 2011, the highest first ear height for maize was recorded from sole cropping, while the highest height was recorded in the 1M:2C treatments in 2012. Our results was in agreement with Tiryaki et al. (2004) who reported that maize first ear height was significantly higher when it was sown alone as compared to intercropped. Sole cropping system was given the highest 1000-grain weight. Generally higher values of maize may be a sign for legumes improve soil fertility as reported by Birteeb et al. (2011). The lowest values were probably due to availability of less photosynthates for grain development and enhanced shading as reported by Abuzar et al. (2011).

The weight of thousand grain was significantly affected by intercropping treatments. The mean data regarding 1000-grain weight were presented in Table 3. The highest values of one thousand grain weight were obtained from sole maize. The maize 1000-grain weight was calculated with 318.0 g in 2011 and 438.7 g in 2012. The yield obtained from monocropped maize was greater than that produced from intercropped maize (Table 3). This could be due to the greater number of ear and ear weight. In both years, sole maize had significantly higher grain yield. The highest yield were 1168.2 kg.ha⁻¹, 899.5 kg.ha⁻¹ and 886.0 kg.ha⁻¹ with monocropped maize, 1M:2S and 1M:1S respectively. Higher yield in sole cropping over intercropping had also been stated by Ijoyah et al. (2013). Similar results were found by Dariush et al. (2006). Some researchers found that intercropping maize and cowpea in within-row led to maize yield loss of only 6 %, whereas distinct-row intercropping reduced maize yield by 25% (Rusinamhodzi et al., 2012). Researchers evaluated the growth, yield and water use efficiency of maize-sorghum intercrop. Similar results have been reported by Shahbazi and Sarajuoghi (2012). They found that sole maize had significantly higher grain yield than 2:1 and 3:1 alternate row arrangements. In sorghum-cowpea intercropping arrangements, it was observed that yields of component crops varied with the row arrangements of the crops (Addo Quaye et al., 2011). They also showed that maize planted in alternate rows with soybean gave significantly higher grain yield than those planted in double rows of soybean. On the other hand, sole maize recorded higher grain yield than intercropped arrangements. This finding is in agreement with those of researchers who observed the highest maize grain yield from sole maize in maize-legume intercropping systems (Geren et al., 2007).

The trend of grain yield and yield advantage in terms of land equivalent ratio, LER, is shown in Table 3. The LER values were higher than one in all intercropping treatments compared to sole crops. LER values showed

higher than one. This indicated intercropping an optimum exploitation of the environmental resources. Some researches showed that the land equivalent ratios were higher than one in all intercropping plots and soybean planted simultaneously with maize gave the highest LER (Addo Quaye et al., 2011; Takım, 2012). Besides soybean planted in double rows with maize recorded higher LER than maize alternating with single rows of soybean. Researchers Prasad and Brook (2005) showed that the agronomic advantage measured in terms of LER for both biomass and grain yield of all intercropping treatments was greater than unity, indicating higher land use efficiency of intercrops compared to sole crops. Our findings are strongly supported by Erdoğan (2004); Geren et al. (2007).

The physical forces applied to the soil leads to soil compaction which destroy soil structure, limit air and water infiltration, reduces soil porosity and crop yield. Data regarding soil compaction showed that intercropping maize with soybean and cowpea increased the soil compaction because of the intensive soil tillage. Soil compaction hinders water movement and distribution in the soil, decrease the availability of water and nutrients to crops (Zegada-Lizarazu et al., 2006). Besides soil compaction from machine traffic could reduce soil respiration by reducing pore space and limiting O₂ diffusion. Reduced soil respiration may show less microbial activity and anaerobic conditions. As a result, this conditions could negatively affect crop yield (Tracy and Zhang, 2008). Researchers stated that they ignores possible yield increasing from decreased compaction resulting from the smaller equipment used in strip intercropping (Ward et al., 2013). It has been reported by Leggett (2013) that soil compaction was higher when intercropping applied with switchgrass and pine as compared to the pine. Finally, it should be recommended that long term tillage experiment (especially least 4 seasons) would be required to detect changes in soil physical properties as a result of the intercropping systems.

Table 4 showed that intercropping treatments had significant effect on all of cowpea and soybean agronomic, yield and yield components.

Table 5 and Table 6 gave the mean values of agronomic, yield and yield components value of cowpea and soybean. The plant height of cowpea was significantly affected from intercropping arrangements. The highest plant height value of cowpea was obtained from 1M:1C treatments with 161.8 cm. Different intercropping treatments caused significant variation in pods plant⁻¹ of cowpea. Similar results have been reported by Geren et al. (2007). The number of pods showed that the highest values were observed in monocropping treatments than intercropping.

The pods plant⁻¹ were higher in case of cowpea monocropping with 16.9 and 21.0 respectively in 2011 and 2012 as compared to intercropping with maize. The lowest pods plant⁻¹ were recorded at 1M:1C systems with 9.8 and 9.3 respectively in years 2011 and 2012. It

can be originated from higher pods plant⁻¹ in sole cowpea plots might be attributed to no interspecific competition and better utilization of nitrogen being applied as a starter dose. Therefore values directly

influences grain yield of cowpea. Number of pods plant⁻¹ of cowpea were higher in monoculture as compared to

Table 4. Combined analysis of variance for observed characters in cowpea and soybean

Source of variation	Cowpea				Soybean		
	PH (cm)	PN	1000-GW (g)	GY (kg ha ⁻¹)	PH (cm)	PN	GY (kg ha ⁻¹)
Replication	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Year	ns	*	ns	ns	ns	ns	*
Treatment	**	**	**	**	ns	**	**
Year x Treatment	ns	**	ns	**	ns	ns	*

** significant at the 0.01 level, * significant at the 0.05 level, ns; non-significant. PH: Plant height, PN: Pod number per plant, 1000-GW: 1000-grain weight, GY: Grain yield

Table 5. Mean values of observed characters in cowpea

Treatments	PH (cm)	PN		1000-GW (g)	GY (kg ha ⁻¹)	
	1-2	1	2	1-2	1	2
1M:1C	161.8 a	9.8 c	9.3 c	216.7 b	1061.0b	1052.0b
1M:2C	127.3 b	12.0 b	14.0 b	213.0 c	1372.0a	1401.0a
C	89.5 c	16.9 a	21.0 a	221.9 a	1457.0a	1446.0a
LSD Int. _{0.05}	1.6			315.6		
LSD Tre. _{0.05}	6.5			2.7		

1: 2011-2012 year, 2: 2012-2013 year, 1-2: Combined years; LSD Int. for significant interactions of year x treatment; LSD Tre.; for only significant treatment. PH: Plant height, PN: Pod number per plant, 1000-GW: 1000-grain weight, GY: Grain yield

Table 6. Mean values of observed characters in soybean

Treatments	PH (cm)	PN	GY (kg ha ⁻¹)	
	1-2	1-2	1	2
1M:1S	144.0	14.2 b	1957.0 b	1975.0 b
1M:2S	143.3	17.9 b	2115.0 a	2180.0 a
S	142.8	41.2 a	2155.0 a	2203.0 a
LSD Int. _{0.05}			178.5	
LSD Tre. _{0.05}	4.3			

1: 2011-2012 year, 2: 2012-2013 year, 1-2: Combined years; LSD Int. for significant interactions of year x treatment; LSD Tre.; for only significant treatment. PH: Plant height, PN: Pod number per plant, GY: Grain yield

their corresponding intercropped (Alhaji, 2008). This results are also parallel to the findings of Geren et al. (2007).

The highest 1000-grain weight values obtained from sole cowpea (221.9 g), 1M:1C (216.7 g) and 1M:2C (213.0 g) respectively. Heavier grains were obtained in plots where cowpea was sown as sole while grain weight was lower in plots where cowpea was planted with maize. Data regarding grain yield of cowpea in 2011 and 2012 cropping seasons are given in Table 6. Cowpea grain yield varied significantly in different intercropping systems. Higher grain yield values were obtained with 1457.0 kg.ha⁻¹ in 2011 and 1446.0 kg.ha⁻¹ in 2012 where cowpea was monocropped. Similarly,

Geren et al. (2007) found that sole cowpea yield was between 1410 kg.ha⁻¹ and 1740 kg.ha⁻¹ in their intercropping studies. Intercropping (1M:1C) significantly reduced grain yield at compared to cowpea planted as a sole crop (Table 6). But 1M:2C intercropping system showed similar results to sole cropping. Because this intercropping system has large row spacing than 1M:1C. If cowpea intercropped with maize, resources such as nutrient, water uptake, sunlight were shared by maize crop which is strong competitor as compared with cowpea. Intercropping treatments with large row spacing have benefitted more from sunlight, soil moisture, nutrient and space. Shading by taller maize plants could have contributed in the

reduction of cowpea yield. Similar results are emphasized by the research results of Sikirou and Wydra (2008) who observed that the reduction of cowpea yield when cowpea was intercropped maize. The plant height of soybean was not significantly affected from intercropping arrangements. The plant height values were observed 144.0 cm, 143.3 cm and 142.8 cm for 1M:1S, 1M:2S and sole soybean respectively (Table 6). Due to the direction of sunlight into the plots, the competition for light of plants in intercropping was increased. It has been reported by researchers that the average plant height of the soybean plants was slightly increased as time of introduction of soybean was delayed (Addo Quaye et al., 2011).

Intercropping treatments significantly reduced the number of pods per plot. Monocropping treatments were the highest value (41.2) (Table 6). The greater number of pods produced from monocropped soybean could have been influenced by its greater number of branches and leaves. Similarly it was found that maize/soybean intercropping with nitrogen application increased number of pods per plant (Undie et al., 2013). Some researchers observed that cropping system 2 maize: 4 soybean had significant increases in each no.of pods/plant (Abdel Aziz et al., 2012).

Yield of soybean as sole and intercrop with maize in 2011 and 2012 cropping seasons was given in Table 6. Intercropping (1M:1S) significantly reduced grain yield at compared with soybean planted as a sole crop (Table 6). The lowest soybean yields were 1957.0 kg ha⁻¹ and 1975.0 kg ha⁻¹ respectively, with 1M:1S treatments in years 2011 and 2012 while 1M:2S intercropping system showed similar results to sole crop. Shading by taller maize plants and narrow spacing could have contributed in the reduction of soybean yield. Researchers stated that the reduction in yield by intercropping could be due to interspecific competition and depressive effect of maize who evaluated the effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system (Muoneke et al., 2007). Similar results have been reported by Addo Quaye et al. (2011).

In this research four maize/soybean-cowpea intercropping treatments were tested for its productivity. The results showed that intercropping of maize with soybean and cowpea in different sowing treatments might influence grain yield, competition between maize and legumes as compared to sole cropping of the maize and legumes. Comparing the productivity of intercrops with the productivity of monocrops of maize, soybean and cowpea by means of LER index, we obtained that intercropping treatments with maize consistently recorded LER values one or greater than one, suggesting that soybean and cowpea simultaneously seeded may be the best treatments. Intercropping treatments increased compaction of the soil because of the intensive soil tillage. In spite of these results, long-term studies needed to comment changes in soil compaction as a result of the intercropping systems.

Results showed that intercropping at 1M:2S and

1M:2C treatments were the most productive treatments after sole cropping pattern, compared with the other treatments.

Acknowledgement

We thank the Projects of Scientific Investigation of Adnan Menderes University for funding (Project number: KOMYO11001).

References

- Abdel Aziz, M., Abou Elela, U., Abd El Razek, A., Khalil, H.E., 2012. Yield and its components of maize/soybean intercropping systems as affected by planting time and distribution. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(13): 238-245.
- Abuzar, M.R., Sadozai, G.U., Baloch, M.S., Baloch, A.A., Shah, I.H., Javaid, T., Hussain, N., 2011. Effect of plant population densities on yield of maize. *The Journal of Animal and Plant Science*, 21(4): 692-695.
- Addo Quaye, A.A., Darkwa, A.A., Ocloo, G.K., 2011. Yield and productivity of component crops in a maize-soybean intercropping system as affected by time of planting and spatial arrangement. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 6(9):50-57.
- Afe, A.I., Atanda, S., 2015. Percentage yield difference, an index for evaluating intercropping efficiency. *American Journal of Experimental Agriculture*, 5(5): XX-XX.
- Alhaji, I.H., 2008. Yield performance of some cowpea varieties under sole and intercropping with maize at Bauchi, Nigeria. *African Research Review*, 2(3): 278-291.
- Birteeb, P.T., Addah, W., Jakper, N., Addo Kwafo, A., 2011. Effects of intercropping cereal-legume on biomass and grain yield in the savannah zone. *Livestock Research for Rural Development*, 23(9).
- Dariush, M., Ahad, M., Meysam, O., 2006. Assessing the land equivalent ratio (LER) of two corn [*Zea mays* L.] varieties intercropping at various nitrogen levels in Karaj, Iran. *Journal of Central European Agriculture*, 7(2): 359-364.
- Erdođdu, İ., 2004. Farklı sıralara ekilen mısır ve soya bitkisinde ekim oranlarının bazı bitkisel özellikler ve yem verimine etkileri. Doktora Tezi. Ankara Üni., Fen Bilimleri Ens., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Ankara, 95 p.
- Ertürk, E., 2011. Mısır (*Zea mays* L.) /Baklagil Birlikte Ekim Sisteminde Baklagillerin Mısır Bitkisinin Verim ve Verim Ögelerine Etkisi. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ordu, 35 p.
- Geren, H., Avcıoğlu, R., Soya, H., Kır, B., 2007. İkinci ürün koşullarında mısır (*Zea mays* L.)'ın börülce (*Vigna unguiculata* L.) ve fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ile birlikte ekiminin tane verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi. *Ege Üniv Ziraat Fak Derg.*, 44(3): 27-41.
- Geren, H., Avcıoğlu, R., Soya, H., Kır, B., 2008. Intercropping of corn with cowpea and bean: Biomass yield and silage quality. *African Journal of Biotechnology*, 7(22): 4100-4104.
- Hauggaard Nielsen, H., Jørnsgaard, B., Kinane, J., Jensen, E.S., 2007. Grain legume-cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 23(1): 3-12.

- Ijoyah, M.O., Ogar, A.O., Ojo, G.O.S., 2013. Soybean-maize intercropping on yield and system productivity in Makurdi, Central Nigeria. *Scientific Journal of Crop Science*, 2(4):49-55.
- Leggett, Z., 2013. Evaluating environmental effects of managing loblolly pine plantations intercropped with switchgrass for biofuel production. Available from URL: <http://www.se-ibss.org/news-events/featured-stories/evaluating-environmental-effects-of-managing-loblolly-pine-pinus-taeda-l.-plantations-intercropped-with-switchgrass-panicum-virgatum-l.-for-biofuel-production> [Accessed 08 July 2014].
- Lemlem, A., 2013. The effect of intercropping maize with cowpea and lablab on crop yield. *Herald Journal of Agriculture and Food Science Research*, 2(5): 156-170.
- Lithourgidis, A.S., Dordas, C.A., Damalas, C.A., Vlachostergios, D.N., 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agriculture. *Australian Journal of Crop Science*, 5(4): 396-410.
- Muoneke, C.O., Ogwuche, M.A.O., Kalu, B.A., 2007. Effect of maize planting density on the performance of maize/soybean intercropping system in a guinea savannah agroecosystem. *African Journal of Agricultural Research*, 2(12): 667-677.
- Pekşen, E., Gülümser, A., Bozoğlu, H., 1999. Karışık ekim sistemlerinin verimliliğini etkileyen bazı agronomik faktörler. *OMÜ. Ziraat Fak. Dergisi*, 14(3): 204-218.
- Prasad, R.B., Brook, R.M., 2005. Effect of varying maize densities on intercropped maize and soybean in Nepal. *Experimental Agriculture*, 41: 365-382.
- Raza, M.H., Sadozai, G.U., Baloch, M.S., Khan, E.A., Din, I., Wasim, K., 2012. Effect of irrigation levels on growth and yield mungbean. *Pakistan Journal of Nutrition*, 11(10): 974-977.
- Rusinamhodzi, L., Corbeels, M., Nyamangara, J., Giller, K.E., 2012. Maize-grain legume intercropping is an attractive option for ecological intensification that reduces climatic risk for smallholder farmers in central Mozambique. *Field Crop Research*, 136: 12-22.
- Sabancı, İ., 2015. Mısır-Soya Birlikte Üretim Şekillerinin Bazı Agronomik Özelliklere Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Aydın, 101 p.
- Shahbazi, M., Sarajuoghi, M., 2012. Evaluating maize yield in intercropping with mungbean. *Annals of Biological Research*, 3(3): 1434-1436.
- Sikirou, R., Wydra, K., 2008. Effect of intercropping cowpea with maize or cassava on cowpea bacterial blight and yield. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 115(4): 145-151.
- SPSS Inc., 1999. *SPSS for Windows: Base 10.0 Applications Guide*. Chicago, Illionis.
- Takım, F.O., 2012. Advantages of maize-cowpea intercropping over sole cropping through competition indices. *Journal of Agriculture and Biodiversity Research*, 1(4): 53-59.
- Tiryaki, M.K., Akman, Z., Kara, B., 2004. Mısır ve fasulye çeşitlerinin karışık ekim sisteminde verim ve bazı agronomik özelliklerinin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10(1): 85-92.
- Tosti, G.G., Guiducci, M., 2010. Durum wheat-faba bean temporary intercropping: Effects on nitrogen supply and wheat quality. *European Journal of Agronomy*, 33: 157-165.
- Tracy, B.F., Zhang, Y., 2008. Soil compaction, corn yield response and soil nutrient pool dynamics within an integrated crop-livestock system in Illionis. *Crop Science*, 48(3): 1211-1218.
- Undie, U.L., Uwah, D.F., Attoe, E.E., 2012. Growth and development of late season maize/soybean intercropping in response to nitrogen and crop arrangement in the forest agro-ecology of South Southern Nigeria. *International Journal of Agricultural Research*, 7(1): 1-16.
- Undie, L.U., Uwah, D.F., Umoetuk, S.B.A., Attoe, E.E., Effa, E.B., 2013. Response of late season maize/soybean intercropping to nitrogen in the humid environment of South Southern Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 3(10): 84-91.
- Ward, B., Roe, B.E., Batte, M.T., 2013. Potential profitability of strip intercropping with corn and soybeans. 19th International Farm Management Congress, SGGW, Warsaw, Poland. July 2013. [Http://Ohioagmanager.Osu.Edu/Financial-Management/Potential-Profitability-Of-Strip-Intercropping-With-Corn-And-Soybeans/](http://Ohioagmanager.Osu.Edu/Financial-Management/Potential-Profitability-Of-Strip-Intercropping-With-Corn-And-Soybeans/) [Accessed 16 May 2014].
- Wekesa, R., Naliaka, P., Simiyu, J.M., 2015. Seed quality of three soybean varieties as influenced by intercropping time and arrangement in maize. *African Journal of Agricultural Research*, 10(6): 505-514.
- Zegada-Lizarazu, W., Izumi, Y., Iijima, M., 2006. Water competition of intercropped pearl millet with cowpea under drought and soil compaction stress. *Plant Production Science*, 9: 123-132.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260984



Artan NaCl stres şartlarında besin çözeltisine ilave edilen humik asidin domates bitkisinin verim ve bazı meyve kalite özellikleri üzerine etkileri

Ahmet Korkmaz^{a*}, Arife Karagöl, Ayhan Horuz

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 55139 Atakum, Samsun

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

Geliş/Received: 09/09/2015

Kabul/Accepted: 04/04/2016

ÖZET

Bu çalışmanın amacı NaCl stres şartlarında domates bitkisinin verim, gövde+yaprak, kök kuru madde miktarı, meyvede bazı kalitesi özelliklerine besin çözeltisine ilave edilen humik asidin etkilerini belirlemektir. Deneme 3x4 faktöriyel deseninde üç tekerrürlü planlanmıştır. Katı ortam olarak torf ve perlit, (1:1 oranı) kullanılmıştır. Besin çözeltisine sodyum klorürün (NaCl) 0-44.4 ve 70.4 mM, dozlarında 0-320-640 ve 1280 ppm humik asit uygulanmıştır. 12 farklı besin çözeltisi her saksıya çiçeklenme dönemine kadar 100 mL/gün, çiçeklenme döneminden hasada kadar 200 mL/gün olarak verilmiştir. Meyve verimi NaCl'ün etkisiyle önemli derecede azalmış, fakat humik asit uygulamasıyla etkilenmemiştir. Humik asit gövde+yaprak kuru madde miktarını önemli derecede artırmış, fakat NaCl azaltmıştır. Humik asit 0-44.4 ve 70.4 mM NaCl seviyelerinde, gövde+yaprak kuru madde miktarını sırasıyla ortalama % 19.04-7.26 ve 21.49 oranlarında artırmış ve 70.4 mM NaCl'e tolerans sağlamıştır. Humik asit düşük dozda kök kuru madde miktarında önemli artış sağlamış, fakat yüksek dozlarda azalmaya neden olmuştur. NaCl kök kuru madde miktarını önemli derecede azaltmıştır. 70.4 mM NaCl dozunda humik asit kök kuru madde miktarında ortalama % 26.18 artış sağlayarak NaCl'e tolerans sağlamıştır. Humik asit meyvede çözünabilir katı kapsamını ve meyve suyu pH'sını önemli derecede artırmıştır. NaCl çözünabilir katı kapsamını önemli derecede artırmış, fakat meyve suyu pH'sını azaltmıştır. Humik asit çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını önemli derecede azaltmış, fakat NaCl artırmıştır. Humik asit, 44.4 ve 70.4 mM NaCl seviyelerinde, çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını azaltarak NaCl'e tolerans sağlamıştır.

Anahtar Sözcükler:
Domates
Humik asit
Kalite
Meyve verimi
NaCl stres şartları
Tolerans

The effects of humic acid added into the nutrient solution on yield and some fruit quality properties of tomato plant under the increasing NaCl stress conditions

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the effect of humic acid added into nutrient solution on yield, stem+leaf, root dry matter, some fruit quality properties of tomato plant under the increasing NaCl stress conditions. Experiment was planned in 3x4 factorial design with three replicates. Peat and perlite (1:1 ratio) were used as a solid media. Four humic acid doses (0-320-640 and 1280 ppm) were added into nutrient solutions including three sodium chloride (NaCl) doses (0-44.4 and 70.4 mM). Twelve different nutrient solutions were applied to each pot as 100 mL/day until flowering period and 200 mL/day from flowering period to harvest time. Fruit yield decreased significantly by the NaCl effect, but it was not affected by the humic acid application. Humic acid significantly increased stem+leaf dry matter amount, but NaCl decreased it. Humic acid application at 0-44.4 and 70.4 mM NaCl levels increased stem+leaf dry matter content as 19.04-7.26 and 21.49 % ratios, respectively and provided tolerance to NaCl at 70.4 mM level. Humic acid at low dose caused significant increase in root dry matter, but it decreased at higher humic acid dose. NaCl caused significant decrease in root dry matter. Humic acid increased root dry matter content 26.18% at 70.4 mM NaCl dose and provided tolerance to NaCl. Humic acid significantly increased dissolved dry matter content in fruit and fruit juice pH. NaCl significantly increased dissolved dry matter content, but decreased fruit juice pH. Humic acid significantly decreased fruit number having blossom end rot, but NaCl increased it. Humic acid decreased fruit number having blossom end rot at 44.4 and 70.4 mM NaCl doses and provided tolerance to NaCl.

Keywords:
Tomato
Humic acid
Quality
Fruit yield
NaCl stress conditions
Tolerance

1. Giriş

Çeşitli çözünebilir tuzların çok yüksek konsantrasyonlarını içeren ortamlarda bitkilerin büyüme ve hayat döngülerini tamamlayabilme yeteneklerine tuz toleransı denir (Parida ve Das, 2005). Tuz toleransı, tuz stresine dayanıklılığın bir göstergesidir ve bitki türüne, yaşadığı ortam ve çevre şartlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (Gürel ve Avcıoğlu, 2001).

Tuzluluğun negatif etkisini ortadan kaldırmak için gelişme ortamına iyileştirici madde olarak Walker ve Bernal (2004, 2008) organik madde uygulamalarını, Frechilla ve ark. (2001) azot gübrelemesini, Tuna ve ark. (2007) kalsiyum (Ca) uygulamasını, Türkmen ve ark. (2000) potasyum (K) uygulamasını önermişlerdir.

Jin ve ark. (2006), soya fasulyesinin tuzluluk ve alkaliliğe toleransının artırılmasında hümik asidin etkisini inceledikleri çalışmada, hümik asidin prolin, absisik asit, malondia dehit kapsamını ve membran geçirgenliğini azalttığını polifenoloksidad aktivitesini ve glutasyon kapsamını artırdığını bildirmişler ve bu sonuçlara bağlı olarak hümik asidin soya fasulyesinin tuzluluk ve alkaliliğe toleransını artırdığı sonucuna varmışlardır.

Aydın ve ark. (2012) 0-% 0.05 ve % 0.1 (w/w) dozlarında tuz içeren topraklarda fasulye bitkisine hümik asit uygulayarak bitkide tuz stresinin ortadan kaldırıldığını bildirmişlerdir.

Xudan (1986) ve Kulikova ve ark. (2005) hümik maddelerin istenmeyen sıcaklık, düşük ve yüksek toprak reaksiyonu ve toprak tuzluluğu gibi stres koşullarında bazı toksik etkili elementlerin alınımını engelleyerek bitki gelişimini teşvik edici yönde etkide bulduklarını belirtmişlerdir.

Masciandaro ve ark. (2002) çilekte, Pılanali ve Kaplan (2003) mısır bitkisinde ve Türkmen ve ark. (2005) biberde hümik asidin tuzun zararlı etkisini önlediğini bildirmişlerdir.

Hümik asit doğal olarak oluşan polimerik organik bir bileşik olup bitki gelişimini, besin element yararıyla ve verimi artırmak için kullanılan doğal bir kaynaktır (Sharif ve ark., 2002). Hümik asidin 500 mg/L dozu gerbera süs bitkisinin kalitesini, çiçek verimini ve bitki gelişimini, bitkinin suyu ekonomik kullanmasıyla birlikte olumlu etki sağlamıştır (Nikbakht ve ark., 2008). Çalışmalar hümik asidin hücre membran geçirgenliğini, oksijen alınımını, solunum ve fotosentezi, fosfor alınımını ve kök uzunluğunu artırarak faydalı etkileri olduğunu göstermiştir. Özellikle hümik asit uygulamalarıyla İngiliz çiminde klorofil kapsamının ve fotosentetik etkinliğin arttığı tespit edilmiştir (Russo ve Berlyn, 1990). Hümik asidin stokinin, oksin ve giberellin gibi hormonlar üzerinde teşvik edici etkisi olduğu bildirilmiştir (Pizzeghello ve ark., 2001). Hümik asidin çevresel streslere, bitkinin dayanıklılığını artırdığı bildirilmiştir (Ferrara ve ark., 2006).

Olfati ve ark. (2009) topraksız tarımda hıyarda yaptıkları bir çalışmada hümik asidin yaprak, kök ve meyve kuru madde miktarını etkilemediğini, besin element alınımını önemli derecede etkilediğini ve hümik asidin pozitif etkisinden dolayı besin çözeltilisinin element konsantrasyonunun azaltılabileceğini bildirmişlerdir.

Zhou ve Zhang (2011) Yamazaki besin çözeltilisine farklı konsantrasyonlarda ilave edilen hümik asidin hidroponik ortamda yetiştirilen marulun verimi, bitki boyu, kök uzunluğu, kök ağırlığı, klorofil kapsamı ve organik asit kapsamına etkilerini araştırdıkları çalışmada hümik asidin düşük konsantrasyonlarının marul verimini önemli derecede artırdığını, marulun gelişmesine yardımcı olduğunu ve marulda organik asit kapsamını azalttığını bildirmişlerdir.

Rauthan ve Schnitzer (1981) Hoagland besin çözeltilisine 20-2000 mg/L arasında fülvik asit ilave ederek yaptıkları çalışmada optimal gelişmenin 100-300 mg/L arasındaki dozlarda olduğunu, fakat 500 mg/L ve üstü dozlarda gelişmenin azaldığını bildirmişlerdir.

Atiyeh ve ark. (2002) 50-500 mg/kg arası dozlarda hümik asit uygulamasının domates ve hıyarda bitki gelişiminde artış eğilimi görüldüğü, fakat domateste 500 mg/kg; hıyarda 1000 mg/kg'ın üstündeki hümik asit dozlarının bitki gelişimini azalttığını bildirmişlerdir.

Son yıllarda yapılan birçok çalışmada hümik maddelerin tohum çimlenmesinde, kök gelişiminde makro ve mikro besin elementlerinin alınımında etkili olduğu bildirilmiştir (Chen ve Aviad, 1990; Çelik ve ark., 2008; Aşık ve ark., 2009; Turan ve ark., 2011, 2012). Gerek topraktan ve gerekse yapraktan uygulamada hümik asit dozlarının son derece önemli olduğu belirtilerek tuzlu koşullarda yetiştirilen mısır bitkisinde topraktan 1000 mg/kg konsantrasyonun üzerinde hümik madde uygulamalarının bitki gelişimini olumsuz etkilediği bildirilmiştir (Turan ve ark., 2011).

Yapılan birçok çalışma hümatların bitkilerin fizyolojik işlevlerine doğrudan etki ederek ve substrat ortamında bazı dolaylı etkileri sebebiyle bitki gelişimine faydalı etkiler sağladığını göstermiştir. Bu çalışmalarda hümik asidin çimlenmeyi hızlandırdığı, bitkinin kök ve toprak üstü organlarının gelişmesini hızlandırdığı, N alınımını ve N'dan yararlanma etkinliğini artırdığı, K, Ca, Mg, P ve Fe alınımını artırdığı, zar geçirgenliğini artırdığı, solunumu hızlandırdığı ve kolaylaştırdığı, N ve K asimilasyonunu artırdığı, substrat ortamında jel oluşumuna yardımcı olduğu, ağır metallerin tutulmasını sağladığı, mikroorganizma üretimini sağlayarak pestisitlerin parçalanmasına yardımcı olduğu ve mikrobiyal üretimi artırdığı bildirilmiştir (Nardi ve ark., 2002).

Bu çalışmanın amacı NaCl stres şartlarında domates bitkisinin verim, gövde+yaprak, kök kuru madde (KM) miktarı, meyvede bazı kalitesi özelliklerine besin çözeltilisine ilave edilen hümik asidin etkilerini

belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

Denemede katı ortam olarak torf ve perlit 1:1 oranında karıştırılarak hazırlanan harç kullanılmıştır. Çapı 16,5 cm ve derinliği 19 cm olan 3 litrelik saksılara 770 g mutlak kuru harç konulmuştur. İyi bir drenaj için saksıların dibi delinmiştir.

Besin çözeltilisine 0-44.4 ve 70.4 mM NaCl ve 0 - 320-640 ve 1280 ppm humik asit (HA) dozları uygulanmıştır. Deneme 3x4 faktöriyel desene göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur.

Besin çözeltilisinin makro element içeriği domates için Montesano ve Van Iersel (2007) tarafından önerilen formüle göre, bu formülde mikro element içeriği belirtilmediğinden besin çözeltilisinin mikro element içeriği Hoagland ve Arnon (1950)'a göre hazırlanmıştır.

Kullanılan besin çözeltilisinde makro ve mikro besin element içeriği aşağıda verilmiştir:

11.1 mM nitrat (NO_3^-); 0.87 mM dihidrojen fosfat (H_2PO_4^-); 6.37 mM potasyum (K^+); 2.8 mM kalsiyum (Ca^{+2}); 1.71 mM magnezyum (Mg^{+2}); 1.71 mM sülfat (SO_4^{-2}); 2.5 mg/L demir (Fe); 0.5 mg/L manganez (Mn); 0.5 mg/L bor (B); 0.02 mg/L bakır (Cu); 0.05 mg/L çinko (Zn); 0.01 mg/L molibden (Mo)'dir.

Bu besin çözeltilisini hazırlamak için kalsiyum nitrat tetrahidrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), potasyum dihidrojen fosfat (KH_2PO_4), potasyum nitrat (KNO_3), magnezyum sülfat heptahidrat ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), mangan klorür dihidrat ($\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), borik asit (H_3BO_3), çinko sülfat heptahidrat ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), bakır sülfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), amonyum molibdat tetrahidrat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{27} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$), Ethylene diamine di-2-hydroxyphenyl acetate (Fe-EDDHA) kullanılmıştır.

Besin çözeltilisine artan NaCl dozlarında, artan dozlarda humik asit ilave edilerek hazırlanan 12 farklı besin çözeltilisinin pH ve EC değerleri ölçülmüş ve değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

Denemede her besin çözeltilisi üç tekerrürlü olarak uygulanmıştır. Domates fideleri Antalya'dan temin edilmiştir. Tybiff Aq domates çeşiti fideleri 15/04/2013 tarihinde her saksıya bir bitki gelecek şekilde

dikilmiştir. Besin çözeltilisi uygulamaları dikimle beraber başlatılmış, hergün her saksıya 20/05/2013 tarihine kadar toplam 35 gün, 100 mL, bu tarihten itibaren çiçeklenmeden veya meyve tutumu başlangıcından sonra hasada kadar 200 mL besin çözeltilisi uygulanmıştır.

Denemede saksılardaki substrat ortamını tarla kapasitesinde tutacak şekilde besin çözeltilisine ilaveten sulama yapılmıştır.

Denemede yetiştirilen domates bitkisinin son meyve hasatı 17/07/2013 tarihinde yapılmış ve taze meyve ağırlıkları ölçülmüştür. Hasat yapıldıktan sonra gövde+yaprak ve kök örnekleri alınmış, 65 °C'de kurutulduktan sonra gövde+yaprak ve kök kuru ağırlıkları ölçülmüştür.

Meyvede çözünebilir katılar (brix) refraktometre ile meyve suyunda pH cam elektrotlu pH metre ile ölçülerek tayin edilmiştir. Bitki başına çiçek burnu çürüklüğü (ÇBC) görülen meyve sayısı her bitkide konulara bağlı olarak çürümüş meyveler sayılarak belirlenmiştir.

Deneme sonunda elde edilen veri kümesi varyans analizi ve LSD testi ($P<0.05$) yapılarak değerlendirilmiştir (Yurtsever, 1982).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Artan NaCl dozlarında uygulanan humik asidin besin çözeltilisinin pH ve EC'sine etkisi

Çizelge 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı üzere besin çözeltilisinin pH'sı ilave edilen humik asit dozu arttıkça artmıştır. Besin çözeltilisinin pH'sı üzerinde NaCl'ün etkisi önemli bulunmamıştır. Artan NaCl dozlarında besin çözeltilisine 0-320-640 ve 1280 ppm humik asit uygulayarak hazırlanan 12 farklı besin çözeltilisinin pH'sı 5.87-7.32 arasında bulunmuştur. Besin çözeltilisinin EC'si üzerinde humik asidin etkisi önemsiz bulunmuş, fakat NaCl dozu arttıkça besin çözeltilisinin EC'si artmıştır. Artan NaCl dozlarında besin çözeltilisine 0-320-640 ve 1280 ppm humik asit uygulayarak hazırlanan 12 farklı besin çözeltilisinin EC değeri 1.17-7.10 dS/m arasında bulunmuştur.

Çizelge 1. Sodyum klorürle birlikte uygulanan humik asidin besin çözeltilisinin pH ve EC'sine etkisi

Humik asit dozları (ppm)	pH				EC(dS/m)			
	NaCl dozları				NaCl dozları			
	0	44.4	70.4	Ortalama	0	44.4	70.4	Ortalama
0	6.09	5.94	5.87	5.96d*	1.63	4.30	7.10	4.34
320	6.35	6.75	6.82	6.64c	1.35	4.30	5.79	3.81
640	6.89	6.93	7.05	6.95b	1.17	4.41	5.85	3.81
1280	7.18	7.32	7.27	7.25a	1.35	5.36	5.90	4.20
Ortalama	6.60	6.73	6.75		1.37c	4.60b	6.16a	
	LSD _{0.05} HA: 0.30				LSD _{0.05} NaCl: 1.00			

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde fark yoktur.

3.2. Domates bitkisinde artan NaCl tuzu stresi altında hümit asidin meyve verimine ve gövde+yaprak kuru madde miktarına etkisi

Domates bitkisinde artan NaCl tuzu stresi altında hümit asidin meyve verimine etkisi Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, sodium klorür dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltisine artan dozlarda uygulanan hümit asidin meyve verimine etkisi önemli bulunmamıştır. Buna karşın, hümit asit dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltisine artan dozlarda uygulanan NaCl meyve verimini önemli derecede azaltmıştır. Meyve verimi kontrolde (NaCl:0) 1.41 kg/bitki iken 44.4 mM NaCl dozunda 0.82 kg/bitki’ye, 70.4 mM NaCl dozunda 0.72 kg/bitki’ye düşmüştür. Yapılan çalışmada NaClxhümit asit interaksyonunun meyve verimi üzerine etkisi önemli bulunmamıştır. Diğer bir ifadeyle 0-44.4 ve 70.4 mM NaCl dozlarında hümit asit dozlarına bağlı olarak meyve verimi değişmemiştir.

Domates bitkisinde artan NaCl tuzu stresi altında hümit asidin gövde+yaprak kuru madde (KM) miktarına etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere besin çözeltisine artan dozlarda uygulanan hümit asit gövde+yaprak kuru madde miktarını kontrole göre önemli derecede ($P<0.01$) artırmıştır. NaCl dozları birlikte değerlendirildiğinde, gövde+yaprak kuru madde miktarı kontrolde (Hümit Asit:0) 42.56 g/bitki iken 320 ppm hümit asit dozunda 47.22 g/bitki’ye, 640 ppm hümit asit dozunda 49.02 g/bitki’ye, 1280 ppm hümit asit dozunda 51.52 g/bitki’ye artmıştır. Buna karşın hümit asit dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltisine artan dozlarda uygulanan NaCl gövde+yaprak kuru madde miktarını önemli derecede azaltmıştır. Gövde+yaprak kuru madde miktarı kontrolde (NaCl:0) 66.41 g/bitki iken, 44.4 mM NaCl dozunda 44.05 g/bitki’ye, 70.4 mM NaCl dozunda 32.30 g/bitki’ye düşmüştür. Yapılan çalışmada NaClxhümit asit interaksyonunun gövde+yaprak kuru madde miktarına etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde

önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle hümit asidin gövde+yaprak kuru madde miktarına etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak değişmiştir.

Besin çözeltisine NaCl ilave edilmeksizin (NaCl:0) artan dozlarda uygulanan hümit asit gövde+yaprak kuru madde miktarını artırmış, kontrolde (HA:0) gövde+yaprak kuru madde miktarı 58.11 g/bitki iken 320 ppm hümit asit dozunda 65.03 g/bitki’ye 640 ppm hümit asit dozunda 66.49 g/bitki’ye artmıştır. Buna göre tüm hümit asit uygulamaları gövde+yaprak kuru madde miktarını kontrole göre önemli derecede artırmıştır. En yüksek artışın elde edildiği hümit asidin 1280 ppm dozu önemli bulunurken, 320 ve 640 ppm HA dozları arasında istatistiki bakımdan önemli bir fark görülmemiştir.

Besin çözeltisine 44.4 mM NaCl dozunda artan dozlarda uygulanan hümit asit gövde+yaprak kuru madde miktarını kontrole göre artırmıştır. Kontrolde (HA:0) gövde+yaprak kuru madde miktarı 41.77 g/bitki iken, 320 ppm hümit asit dozunda 43.47 g/bitki, 640 ppm hümit asit dozunda 42.48 g/bitki, 1280 ppm hümit asit dozunda 48.46 g/bitki bulunmuştur. Benzer şekilde en yüksek artışın elde edildiği hümit asidin 1280 ppm dozu önemli bulunurken, 320 ve 640 ppm HA dozlarında kuru madde miktarında sağlanan artışlar önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte 44.4 mM NaCl seviyesinde uygulanan 1280 ppm hümit asit uygulaması gövde+yaprak kuru madde miktarını % 16.02 artırarak domates bitkisinde NaCl’e tolerans sağlamıştır.

Besin çözeltisine 70.4 mM NaCl dozunda uygulanan hümit asit gövde+yaprak kuru madde miktarını kontrolde (HA:0) 27.81 g/bitki iken, 320 ppm hümit asit dozunda 33.16 g/bitki’ye 640 ppm hümit asit dozunda 38.10 g/bitki’ye ve 1280 ppm hümit asit dozunda ise 30.10 g/bitki’ye artırmıştır. Fakat bu artışlar sadece 640 ppm hümit asit dozunda önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle, 70.4 mM NaCl dozunda 640 ppm hümit asit uygulaması gövde+yaprak kuru madde miktarını % 37.00 artırarak bitkinin NaCl’e toleransını artırmıştır.

Çizelge 2. Domates bitkisinde artan NaCl tuzu stresi altında hümit asidin meyve verimi ve gövde+yaprak kuru madde miktarına etkisi

Hümit asit dozları (ppm)	Verim, kg/bitki				Gövde+yaprak, g/bitki			
	NaCl dozları				NaCl dozları			
	0	44.4	70.4	Ortalama	0	44.4	70.4	Ortalama
0	1.41	0.86	0.81	1.02	58.11c	41.77e	27.81g	42.56c
320	1.45	0.80	0.74	0.99	65.03b	43.47de	33.16gf	47.22b
640	1.31	0.80	0.62	0.91	66.49b	42.48de	38.10ef	49.02ab
1280	1.49	0.84	0.72	1.01	76.00a	48.46d	30.10g	51.52a
Ortalama	1.41a*	0.82b	0.72c		66.41a	44.05b	32.30c	
	LSD _{0.05} NaCl: 0.079				LSD _{0.05} Hümit asit: 3.47			
					LSD _{0.05} NaCl: 5.21			
					LSD _{0.05} Hümit asitxNaCl: 6.01			

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P<0.05$ düzeyinde fark yoktur.

Hümik asidin tuz stresini azalttığına dair benzer sonuçlar Xudan (1986) ve Kulikova ve ark. (2005) tarafından da bildirilmiştir. Ayrıca Masciandro ve ark. (2002), çilekte; Pılanalı ve Kaplan (2003), mısırdada ve Türkmen ve ark. (2005), biberde humik asidin tuz stresini önlediğini bildirmişlerdir

3.3. Domates bitkisinde artan NaCl tuzu stresi altında hümik asidin kök kuru madde miktarına ve meyvede çözünebilir katı oranına etkisi

Domates bitkisinde artan NaCl tuzu stresi altında domateste hümik asidin kök kuru madde miktarına etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3’ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere NaCl dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltilisine artan dozlarda uygulanan hümik asit kök kuru madde miktarını istatistiki olarak %5 düzeyinde

önemli derecede etkilemiştir. Kontrolde (HA:0) 6.28 g/bitki olan kök kuru madde miktarı 320 ppm hümik asit dozunda 7.43 g/bitki’ye artmış ve bu artış önemli bulunmuştur. Hümik asidin 640 ve 1280 ppm dozları kök kuru madde miktarını kontrole göre artırmış fakat bu artış istatistiki bakımdan önemli bulunmamıştır. Hümik asit dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltilisine artan dozlarda uygulanan NaCl kök kuru madde miktarını önemli derecede azaltmıştır. Kök kuru madde miktarındaki bu azalma NaCl’ün 70.4 mM dozunda önemli bulunmuştur. Yapılan çalışmada NaClxhümik asit interaksyonunun kök kuru madde miktarına etkisi istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle hümik asidin kök kuru madde miktarına etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak değişmiştir.

Çizelge 3. Domates bitkisinde artan NaCl tuzu stresi altında hümik asidin kök kuru madde miktarı ve meyvede çözünebilir katılar oranına etkisi

Hümik asit dozları (ppm)	Kök kuru maddesi, g/bitki NaCl dozları				Meyvede çözünebilir katılar,% NaCl dozları			
	0	44.4	70.4	Ortalama	0	44.4	70.4	Ortalama
0	7.78ab*	7.70ab	4.99d	6.28b	4.3	7.8	6.3	6.1c
320	7.38b	8.71a	6.21c	7.43a	4.9	7.4	6.5	6.1bc
640	7.06bc	6.03f	6.50bc	6.53b	5.0	7.5	7.7	6.7b
1280	6.91bc	6.46bc	6.18c	6.52b	5.3	7.9	7.9	7.0a
Ortalama	7.28a	7.23a	5.97b		4.9c	7.7a	7.1b	
	LSD _{0.05} Hümik asit: 0.61				LSD _{0.05} Hümik asit: 0.59			
	LSD _{0.05} NaCl: 0.53				LSD _{0.05} NaCl: 0.51			
	LSD _{0.05} Hümik asitxNaCl: 1.05							

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur.

Besin çözeltilisine NaCl ilave edilmeksizin (NaCl:0) artan dozlarda uygulanan hümik asit kök kuru madde miktarında istatistiksel olarak önemli bir değişim göstermemiştir.

Besin çözeltilisine 44.4 mM NaCl dozunda artan dozlarda uygulanan hümik asit kök kuru madde miktarını 320 ppm hümik asit dozunda hafifçe artırmış, fakat bu artış önemli bulunmamıştır. 44.4 mM NaCl dozunda uygulanan hümik asit 640 ve 1280 ppm dozlarında kök kuru madde miktarını azaltmış, ancak bu azalma 640 ppm hümik asit dozunda önemli bulunmuştur.

Besin çözeltilisine 70.4 mM NaCl dozunda uygulanan hümik asit kök kuru madde miktarını kontrolde (HA:0) 4.99 g/bitki iken, 320 ppm hümik asit dozunda 6.21 g/bitki’ye, 640 ppm hümik asit dozunda 6.50 g/bitki’ye, 1280 ppm hümik asit dozunda 6.18 g/bitki’ye artırmıştır. 70.4 mM NaCl seviyesinde hümik asit uygulamasıyla kök kuru madde miktarında sağlanan artışlar bakımından 320-640 ve 1280 ppm hümik asit dozları arasında fark bulunmamış, bu nedenle bu NaCl düzeyinde 320 ppm hümik asit ilavesi tavsiye edilmiştir. Diğer bir ifadeyle 70.4 mM NaCl düzeyinde hümik asit

uygulanması kök kuru madde miktarında doz sırasıyla % 24.44-30.26-23.85 artış sağlayarak bitkinin NaCl’e toleransını artırmıştır. Demir ve ark. (1999) yaptıkları bir çalışmada hıyarda hümik asidin tuz stresini önlediğine ilişkin sonuçlar elde etmişlerdir. Ayrıca David ve ark. (1994) Hoagland besin çözeltilisi ortamında hümik asidin domates kök ve gövde yaş ve kuru ağırlıklarını ve bitki besin maddesi alımını artırdığını belirtmişlerdir.

Artan NaCl tuzu stresi altında domateste hümik asidin meyvede çözünebilir katı (%) kapsamına etkisine ilişkin sonuçlar Çizelge 3’de verilmiştir. NaCl dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltilisine artan dozlarda ilave edilen hümik asit meyvede çözünebilir katı kapsamını önemli derecede artırmıştır. Fakat bu artışlar 640 ve 1280 ppm hümik asit dozlarında önemli bulunmuştur. Hümik asit dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltilisine artan dozlarda ilave edilen NaCl meyvede çözünebilir katı oranını önemli derecede artırmıştır. Kontrolde (NaCl:0) % 4.9 olan çözünebilir katı oranı 44.4 mM NaCl dozunda % 7.7’ye, 70.4 mM NaCl dozunda % 7.1’e artmıştır.

NaCl stresi altında yetiştirilmiş domateste meyvede

çözünebilir katı oranında artış görülmüş ve bu artış meyveye su taşınımının azalmasına bağlanmıştır (Passam ve ark., 2007).

Thybo ve ark. (2006), sera domateslerinde çözünebilir katı (brix) değerlerinin %4.3-5.0 arasında olduğunu Peet ve ark. (2004) ise %3.8-4.7 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Meyvede çözünebilir katı (brix) konsantrasyonunun ve antioksidan kapsamının tuz seviyesi arttıkça arttığı bildirilmiştir (Mizrahi ve Pasternak, 1985; Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999; De Pascale ve ark., 2001).

Hümk asitxNaCl interaksiyonunun meyvede

çözünebilir katı kapsamına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Diğer bir ifadeyle artan NaCl dozlarında hümk asidin meyvede çözünebilir katı oranına etkisi değişmemiştir.

3.3. Artan NaCl tuzu stresi altında domateste hümk asidin meyve suyu pH'sı ve çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısına etkisi

Artan NaCl tuzu stresi altında domateste hümk asidin meyve suyu pH'sına ilişkin sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Domates bitkisinde artan NaCl tuzu stresi altında hümk asidin meyve suyu pH'sına ve çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısına etkisi

Hümk asit dozları (ppm)	Meyve suyu pH'sı NaCl dozları				ÇBÇ görülen meyve sayısı/bitki NaCl dozları			
	0	44.4	70.4	Ortalama	0	44.4	70.4	Ortalama
0	4.29	4.05	3.92	4.08b*	7.0b	13.6a	5.0bc	8.5a
320	4.38	4.11	4.04	4.18a	0.7ef	4.3cd	1.3ef	2.1b
640	4.39	4.06	4.12	4.19a	0.0f	3.0cde	2.0def	1.7b
1280	4.38	4.15	4.09	4.21a	0.3f	4.3cd	1.0ef	1.9b
Ortalama	4.36a	4.07b	4.04b		2.0b	6.3a	2.3b	
	LSD _{0.05} Hümk asit: 0.06				LSD _{0.05} Hümk asit: 1.40			
	LSD _{0.05} NaCl: 0.05				LSD _{0.05} NaCl: 1.22			
					LSD _{0.05} Hümk asitxNaCl: 2.43			

*Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P<0.05 düzeyinde fark yoktur.

NaCl dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltilisine artan dozlarda uygulanan hümk asit meyve suyu pH'sını kontrole göre önemli derecede artırmıştır. Fakat hümk asit dozları arasında meyve suyu pH'sı bakımından fark olmadığı görülmüştür. Ferrara ve ark. (2007) hümk asit uygulamalarının meyve suyu pH'sını hafifçe artırdığını belirtmişlerdir. Asrı ve ark. (2015) meyve suyu pH'sının bitkide ısı ilemleri etkileyen önemli bir kalite özelliği olduğunu bildirmişlerdir.

Buna karşın hümk asit dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltilisine artan dozlarda ilave edilen NaCl meyve suyu pH'sını azaltmıştır. Kontrolde (NaCl:0) 4.36 olan meyve suyu pH'sı 44.4 mM NaCl dozunda 4.07'ye, 70.4 mM NaCl dozunda 4.04'e düşmüştür. Domatesin kalitesi üzerine tuzluluğun olumlu etki yaptığı, meyve suyunda titre edilebilir asit konsantrasyonunun, şekerin ve ayrıca meyvede kuru madde kapsamının arttığı belirtilmiştir (Krauss ve ark., 2006). Meyve suyu pH'sına etkileri bakımından NaCl'ün 44.4 ve 70.4 mM dozları arasındaki fark önemli bulunmamıştır. Hümk asitxNaCl interaksiyonunun meyve suyu pH'sına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Artan NaCl tuzu stresi altında domateste hümk asidin çiçek burnu çürüklüğü (ÇBÇ) görülen meyve sayısına ilişkin sonuçlar Çizelge 4'te verilmiştir. Çizelge 4'ün incelenmesinden anlaşılacağı üzere, NaCl dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltilisine artan dozlarda ilave edilen hümk asit domateste çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını kontrole göre

önemli derecede (P<0.01) azaltmıştır. Günaydın (1999) artan hümk asit dozlarının (0, 10, 20, 30, 40 ve 50 ppm HA) domates bitkisinin Ca alımını etkilemediğini, Ekinci ve ark. (2015) domates bitkisine uygulanan Ca-humatın yapraktan meyveye Ca taşınımını artırdığını bildirmişlerdir. Dolayısıyla artan hümk asit domates bitkisi tarafından Ca alımını teşvik etmek suretiyle çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını azaltmıştır.

Buna karşın hümk asit dozları birlikte değerlendirildiğinde, besin çözeltilisine ilave edilen NaCl 44.4 mM dozunda çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını önemli derecede artırmış, fakat 70.4 mM dozu etkilememiştir. Tuzun domateste verimi azalttığı ve çiçek burnu çürüklüğüne neden olduğu da bildirilmiştir (Mizrahi ve Pasternak, 1985; Cuartero ve Fernandez-Munoz, 1999; De Pascale ve ark., 2001).

Yapılan çalışmada NaClxHümk asit interaksiyonunun çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısına etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer bir ifadeyle hümk asidin çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısına etkisi NaCl dozlarına bağlı olarak değişmiştir. Besin çözeltilisine NaCl ilave edilmediğinde çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısı hümk asit dozu arttıkça azalmıştır. Çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısı bakımından hümk asit dozları arasında fark bulunmamış, bu nedenle besin çözeltilisine 320 ppm hümk asiti ilave edilmesi uygun bulunmuştur.

4. Sonuç ve Öneriler

Besin çözeltisine ilave edilen NaCl domates bitkisinin verimini önemli derecede azaltmıştır. Bu koşullar altında uygulanan humik asit meyve verimi üzerine etkisiz bulunurken gövde+yaprak kuru madde miktarını artırdığı bulunmuştur. Gövde+yaprak miktarı üzerine humik asit özellikle 70.4 mM NaCl seviyesinde fazla tuza karşı tolerans sağlamıştır. NaCl'ün 0 ve 44.4 mM seviyelerinde humik asidin 1280 ppm dozu, 70.4 mM dozunda ise 640 ppm dozu gövde+yaprak gelişimleri açısından optimum bulunmuştur.

Kök kuru maddesi üzerinde humik asit düşük dozda (320 ppm HA) önemli artış sağlarken, yüksek dozlarda (640 ve 1280 ppm HA) azalmaya neden olmuştur. NaCl kök kuru madde miktarını önemli derecede azaltılmış özellikle 70.4 mM NaCl dozunda uygulanan 640 ppm humik asit kök kuru madde miktarını artırarak NaCl'ün yüksek dozuna tolerans sağlamıştır.

Meyvede çözünabilir katı kapsamını ve meyve suyu pH'sını humik asit önemli derecede artırmıştır. Özellikle 44.4 mM NaCl ve 1280 ppm HA dozları meyvede çözünabilir katı arttırmıştır.

NaCl ilave edilsin ya da edilmesin humik asidin çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını azalttığı görülmüştür. Ayrıca yüksek dozlarda NaCl ilave edildiğinde çiçek burnu çürüklüğü görülen meyve sayısını azaltmak için besin çözeltisine 320 ppm humik asit ilave edilmesi tavsiye edilmiştir.

Kaynaklar

Asrı, F.O., Demirtaş, E.I., Arı, N., 2015. Changes in fruit yield, quality and nutrient concentrations in response to soil humic acid applications in processing tomato. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21(3): 585-591

Aşık, B.B., Turan, M.A., Çelik, H., Katkat, A.V., 2009. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv Salihli) under conditions of salinity. *Asian Journal of Crop Science*, 1(2): 87-95.

Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Metzger, J.D., 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84: 7-14.

Aydın, A., Kant, C., Turan, M., 2012. Humic acid application alleviates salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *African Journal of Agricultural Research*, 7: 1073-1086.

Chen, Y., Aviad, T., 1990. Effects of humic substances on plant growth. (eds. P. McCarhy et al.), Madison, WI:SSSA and ASA, pp. 161-186.

Cuartero J, Fernández-Munoz, R., 1999. Tomato and salinity. *Scientia Horticulturae*, 78: 83-125.

Çelik, H., Katkat, A.V., Aşık B.B., Turan, M.A., 2008. Effects of soil application of humus on dry weight and mineral nutrients uptake of maize under calcareous soil conditions. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 54(6): 605-614.

David, P., Nelson, P.V., Sanders, D.C., 1994. A humic acid improves growth of tomato seedling in solution culture. *Journal of Plant Nutrition*, 17(1): 173-184.

Demir, K., Güneş, A., İnal, A., Alpaslan, M., 1999. Effect of

Humic Acids on the Yield and Mineral Nutrition of Cucumber (*Cucumis Sativus* L.) Grown with Different Salinity Levels. *Proc. 1st Int. Symp. On Cucurbit*. Eds. K. Abak, S. Büyükalaca. *Acta Hort.*, 492.

DePascale, S., Maggio, A., Fogliano, V., Ambrosino, P., Retieni, A., 2001. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* 76: 447-453.

Ekinci, M., Esringü, A., Dursun, A., Yıldırım, E., 2015. Growth, yield, and calcium and boron uptake of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) and cucumber (*Cucumis sativus* L.) as affected by calcium and boron humate application in greenhouse conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39 (2015): 613-632.

Ferrara, G., Pacifico, A., Simeone, P., Ferrara, E., 2006. Preliminary study on the effects of foliar applications of humic acids on 'Italia' table Grape. *Proceedings of the XXXth OIV World Congress*, Budapest, Hungary, 10-16 June, Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV), Paris, France.

Ferrara, G., Pacifico, A., Simeone, P., Ferrara, E., 2007. Preliminary Study on The Effects of Foliar Applications of Humic Acids on 'Italia' Table Grape. *XXXth World Congress of Vine and Wine*. www.oiv2007.hu/documents. [Erişim: 2 Eylül 2015].

Frechilla, S., Lasa, B., Ibarretxe, L., Lamsfus, C., Aparicio-Tejo, P., 2001. Pea responses to saline stress is affected by the source of nitrogen nutrition (ammonium or nitrate). *Plant-Growth-Regul.*, 35: 171-179.

Günaydın, M., 1999. Yapraktan ve topraktan uygulanan humik asitin domates ve mısırın gelişimi ile bazı besin maddeleri alımına etkisi. *Ankara Üniversitesi Fen Bil. Enst., Toprak ABD Yüksek Lisans Tezi*, Ankara.

Gürel A., Avcıoğlu, R., 2001. Bitkilerde Strese Dayanıklılık Fizyolojisi, 21. bölüm, Editörler: Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., *Bitki Biyoteknolojisi II, Genetik Mühendisliği ve Uygulamaları*, Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya, 308-313.

Hoagland, D.R. Arnon, D.I., 1950. The Water Culture Method for Growing Plants Without Soil. *Calif. Agric. Exp. Stn. Circ.* 347, 39 p., New York.

Jin, P., Tao, B., Tehg, C., Hong, R., 2006. Study on the biological mechanism of the humic acid to improve the soybean saline-alkali tolerance, *Journal of Northeast Agricultural University*, 02_ http://en.cnki.com.cn/Article_en/CIFDTOTAL-DBDN200602018.htm. [Erişim: 10 Eylül 2015].

Krauss, S., Schnitzler, W.H., Grassmann, J., Woitke, M., 2006. The influence of different electrical conductivity values in a simplified recirculating soilless system on inner and outer fruit quality characteristics of tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 441-448.

Kulikova, N.A., Stepanova, E.V., Koroleva, O.V., 2005. Mitigating activity of humic substances: Direct Influence on Biota, In: *Use of Humic Substances to Remediate Polluted Environments: From Theory to Practice*, NATO Science Series IV: Erath and Environmental Series, Perminova, I.V. (Eds), Kluwer Academic Publishers, USA, pp. 285-309.

Masciandro, G., Ceccanti, B., Ronchi, V., Benedicto, S., Howard, L., 2002. Humic substances to reduce salt effect on plant germination and growth. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 33(3-4): 365-378.

Mizrahi, Y., Pasternak, D., 1985. Effect of salinity on quality of various agricultural crops. *Plant & Soil*, 89: 301-307.

Montesano, F., Van Iersel, M.W., 2007. Calcium can prevent

- toxic effects of Na⁺ on tomato leaf photosynthesis but does not restore growth. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 132(3): 310-318.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., Vianello, A., 2002. Physiological effects of humic substances in higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1527-1537.
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A., Etemadi, N., 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31: 2155-2167.
- Olfati, J. A., Peyvast, G. H., Qamgosar, R., Sheikhtaher, Z., Salimi, M., 2009. Synthetic humic acid increased nutrient uptake in cucumber soilless culture. In IV International Symposium on Cucurbits, 21-26 September, Changsha, China, pp. 425-428,
- Parida, A.K., Das, A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effect on plant: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60: 324-349.
- Passam, H.C., Karapanos, I.C., Bebeli, P.J., Savvas, D., 2007. A review of recent research on tomato nutrition, Breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. *Global Science Books, The European Journal of Plant Science and Biotechnology*, 1(1): 1-21
- Peet, M.M., Harlow, C.D., Larrea, E.S., 2004. Fruit quality and yield in five small-fruited greenhouse tomato cultivars under high fertilization regime. *Acta Hort.*, 659: 811-818.
- Pilanali, N., Kaplan, M., 2003. Investigation of effect on nutrient uptake of humic acid applications of different forms to strawberry plant. *J. Plant Nut.*, 26 (4): 835-843.
- Pizzeghello, D., Nicolini, G., Nardi, S., 2001. Hormone-like activity of humic substances in *Fagus sylvaticae* forests. *New Phytologist*, 51: 647-657.
- Rauthan, B.S and Schmitzer, M., 1981. Effect of soil humic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. *Plant and Soil*. 63: 491-495.
- Russo, R.O., Berlyn, G.P., 1990. The use of organic biostimulants to help low input sustainable agriculture. *J. Sustain. Agric.*, 1: 19-42.
- Sharif, M., Khattak, R.A., Sarir, M.S., 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 33: 3567-3580.
- Thybo, A.K., Edelenbos, M., Christensen, L.P., Sorensen, J.N., Thorup-Kristensen, K., 2006. Effect of growing systems on sensory quality and chemical composition of tomatoes. *LWT*, 39: 835-843.
- Tuna, A.L., Kaya, C., Ashraf, M., Altunlu, H., Yokas, I., Yağmur, B., 2007. The effects of calcium sulphate on growth, membrane stability and nutrient uptake of tomato plants grown under salt stress. *Environ.Exper.Bot.*, 59: 173-178.
- Turan, M.A., Aşık, B.B., Çelik, H., Katkat, A.V., 2012. Tuzlu koşullarda yaprakтан uygulanan hümik asidin mısır bitkisinin gelişimi ve kimi besin elementi alımı üzerine etkisi. I. Ulusal Hümik Madde Kongresi 6-9 Haziran 2012, Sakarya Üniversitesi Fen Edebiyat Dergisi, 14(1): 529-539.
- Turan, M.A., Aşık, B.B., Katkat, A.V., Çelik, H., 2011. The Effects of soil- applied humic substances to the dry weight and mineral nutrient uptake of maize plants under soil-salinity conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj- Napoca*, 39(1): 171-177.
- Türkmen, Ö., Demir, S., Şensoy, S., Dursun, A., 2005. Effects of mycorrhizal fungus and humic acid on the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. *J. Biol. Sci.*, 5: 568-574.
- Türkmen, Ö., Şensoy, S., Erdal, İ., 2000. Effect of potassium on emergence and seedling growth of cucumber grown in salty conditions. *Yüzüncü Yıl University, J. Agric. Sci.*, 10: 113-117.
- Walker, D.J., Bernal, M.P., 2004. Plant mineral nutrition and growth in a saline Mediterranean soil amended with organic wastes. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, 35: 2495-2514.
- Walker, D.J., Bernal, M.P., 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresouce Technology*, 99: 396-403.
- Xudan, X., 1986. The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Austra. J. Agric. Res.*, 37: 343-350.
- Yurtsever, N., 1982. Tarla Deneme Tekniği. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 91, Ankara.
- Zhou, C., Zhang, G., 2011. Effect of Different Concentrations of Humic Acid on Growth of Hydroponic Lettuce, *Modern Agricultural Sciences and Technology*, 07_ http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ANHE201107063.htm. [Erişim: 5 Ekim 2015].



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.260985



Arazi kalite değerlendirme çalışmalarında parametrik yöntem ve deneysel tasarım

Yasemin Şişman^a, Orhan Dengiz^b, Aziz Şişman^a, İnci Demirağ Turan^{c*}

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Samsun, ^bOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Samsun, ^cOndokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Samsun
Sorumlu yazar/corresponding author: dmrginci@gmail.com

Geliş/Received 07/12/2015 Kabul/Accepted 04/04/2016

ÖZET

Birçok faktörün sonuç (bağımlı) değişkeni üzerindeki ana ve etkileşimli etkileri deneysel tasarım yöntemleri ile irdelenebilir, bu yöntemlerden birisi tam faktöriyel deney tasarımıdır. Bu çalışmanın amacı, küresel yer belirleme aleti kullanılarak belirlenen noktalardan 889 adet 0-20 cm derinlikten alınan toprak örneklerinin, fiziksel ve kimyasal özelliklerine dayanarak Samsun ili tarım arazilerinin kalite durumlarının parametrik yöntemle belirlenmesi ve bu yöntem içerisinde ele alınan 4 deneysel faktörün tam faktöriyel deney tasarım yöntemi ile arazi kalite indeksi üzerine olan etkilerini incelemektir. Samsun ili tarım arazilerinin arazi kalite indeksi durumlarını belirleme amacıyla yapılan çalışmanın verilerinde; toprak derinliği, eğim, bünye, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik ve organik madde deneysel faktörler olarak belirlenmiştir. Deneysel faktörlerin ve seviyelerinin önemini belirlemek için deney sonuçları Minitab16 istatistik programı ile değerlendirilmiş ve Samsun Bölgesi arazi kalite indeksi (AKI) için kullanılacak bir regresyon eşitliği önerilmiştir. Ayrıca bu çalışma sonucunda, toplam 32 deney kullanılarak 889 noktalı Samsun AKI çalışması sonuçlarının %98.96 oranında temsil edilebilirliği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler:
Arazi kalite indeksi
Deney tasarımı
Parametrik yaklaşım
Tam faktöriyel deney tasarımı

Parametric approach in land quality assessment studies and experimental design

ABSTRACT

The main and interactive effect on response variable of multiple factors can be investigated using experimental design methods, one of which is full factorial design. The aim of this study is to determine land quality index of agricultural fields in Samsun province using parametric approach according to some physical and chemical properties of 889 soil samples from 0-20 cm soil depth using global positioning system and to analyze effects of experimental factors on land quality index (LQI) using 2⁴ factorial designs. Soil depth, slope, texture, soil reaction, electrical conductivity and organic matter were determined as experimental factors. In order to determine experimental factor and their significance Minitab16 statistical software was used and a recreation model was suggested for Samsun region. In addition to that, in the result of this study it was represented as about 98.96% for the results of LQI of Samsun selected 889 points using 32 samples.

Keywords:
Land quality index
Experimental design
Parametric approach
Full factorial
experimental design

© OMU ANAJAS 2016

1.Giriş

Önemli doğal kaynaklar içerisinde yer alan toprak ve arazi kaynaklarının, sürdürülebilir kullanımının sağlanması için, bu kaynaklar hakkında doğru, yeterli, hızlı veri ve bilgilerin üretilmesine önemle ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle günümüz teknolojilerinden yararlanarak akılcı analizlerinin ve değerlendirmelerinin yapılabilmesinde arazi uygunluk özelliklerinin

belirlenmesi veya arazi değerlendirme çalışmalarının artırılması gerekmektedir. Arazi değerlendirme; arazinin belirli bir amaçla kullanıldığı taktirde onun gereksinmelerini karşılama yeteneğinin ve arazinin düşünülen kullanım altında göstereceği performansın belirlenmesi işlemidir (FAO, 1976; Cinemre ve Dengiz, 2010). Genellikle arazi değerlendirme metotları, uzman bilgisine dayalı kalitatif ve simülasyon modellerine dayalı kantitatif modeller olarak sınıflandırılırlar.

Kantitatif modeller arazi performansı için oldukça detaylı veri gerektirmektedir. Dolayısıyla, arazi uygunluk veya arazi kalite değerlendirmesi, çok kriterli bir problem olarak görülmelidir. Bir başka ifadeyle, arazi uygunluk çözümlemesi çalışmalarına, birden fazla faktörü içeren bir değerlendirme veya çok kriterli karar verme problemi olarak yaklaşmak daha uygundur (Dengiz ve Sarıoğlu, 2013). Buna göre, çok kriterli arazi uygunluk değerlendirmeleri matematiksel formüller ile ifade edilmektedir. Parametrik sistemler; farklı kategorik seviyelerde yapılan sınıflamaya dayalı hiyerarşik sistemler yerine, tek bir kategorik düzeyi içermektedirler. Bu sistemle yapılan sınıflamalarda ele alınan her bir faktör, matematiksel modeller içerisinde kullanılarak elde edilen indeks değerlerine göre arazi uygunluk sınıfları belirlenmektedir.

Bir işlemdeki faktörlerin, istenilen seviyelere göre değişen değerlerinin oluşan sonuç üzerindeki etkilerinin araştırılması işlemine deney tasarımı denir (Çömlekci, 2003). Deney tasarımı süreçlerinin, mühendislik çalışmalarının da dahil olduğu birçok uygulama alanı vardır (Williams, 2006; Moreb ve Savsar, 2007; Cestari ve ark., 2008; Jaikumar ve Ramamurthi, 2009; Çoruh ve ark., 2011; Mesci ve Elevli, 2012; Elevli ve Sanyılmaz, 2014). Tam faktöriyel deney tasarımları, seviye sayısı birden çok olan, birden fazla sayıdaki faktörün cevap değişkeni üzerindeki etkilerinin ele alındığı deney tasarımı yöntemleridir. Faktöriyel tasarım uygulamalarında her bir faktörün seviyesi diğer faktörlerin seviyeleri ile eşleştirilerek, faktör

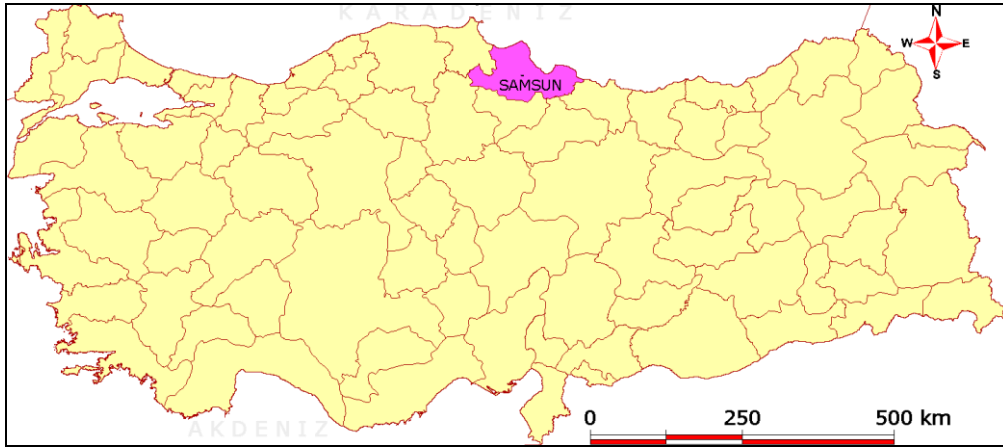
seviyelerinin alabileceği tüm kombinasyonlar incelenir. Yapılan uygulamada faktör sayısı k olmak üzere faktörlerin iki seviyesinin alınarak çözüm yapıldığı 2^k faktöriyel deney tasarımı, tam faktör tasarımının özel bir uygulamasıdır (George ve ark., 2005; Navidi, 2008). Tam faktöriyel deney tasarımı yöntemi farklı akademik çalışmada kullanılmış olmasına karşın (Şişman, 2014; Şişman ve ark., 2014; Bingol ve ark., 2014; Çoruh ve Çoruh, 2014), arazi ve toprak kaynaklarının tarımsal açıdan uygunluk değerlendirmesine yönelik çalışmalarda hemen hemen hiç uygulanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, küresel yer belirleme aleti kullanılarak konumsal özellikleri bilinen 889 adet tarım arazilerinden alınan toprak örneğinin, bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre Samsun ili tarım arazilerinin kalite durumlarının parametrik yöntemle saptanması ve bu yöntem içerisinde ele alınan faktörlerin AKI üzerine ne denli etkili olduğunun tam faktöriyel deney tasarımı yöntemi ile belirlenmesidir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Çalışma alanının tanımı

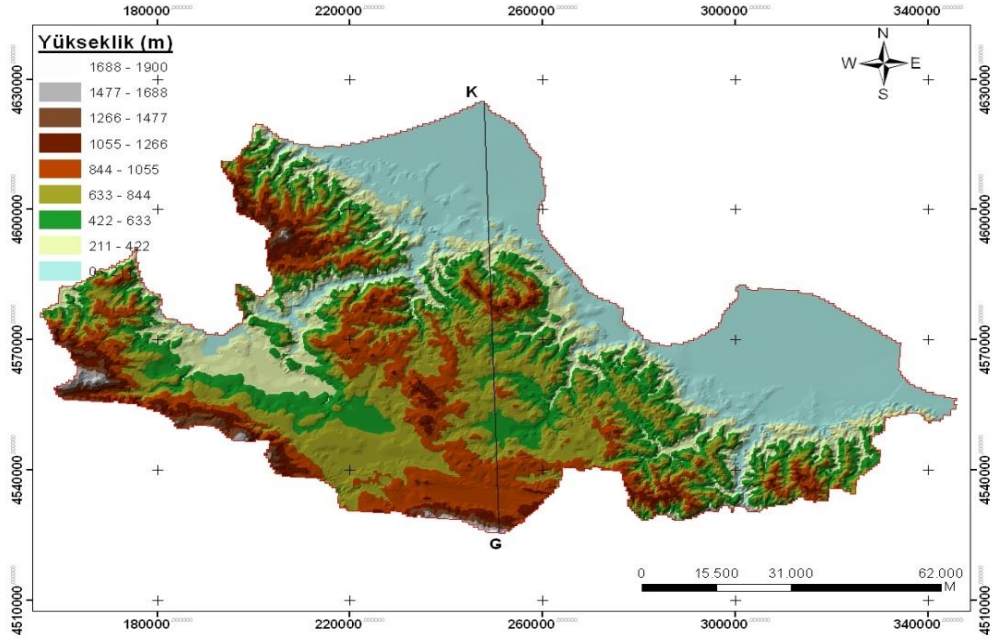
Samsun ili; Türkiye'nin Orta Karadeniz bölgesinde Yeşilirmak ve Kızılırmak nehirlerinin Karadeniz'e döküldükleri deltalar arasında yer almaktadır (Şekil 1). Yüz ölçümü 9579 km²'dir. Coğrafi koordinatları, 40° 50' - 41° 51' kuzey enlemi ile 37° 08' ve 34° 25' doğu boylamlar arasında yer almaktadır.



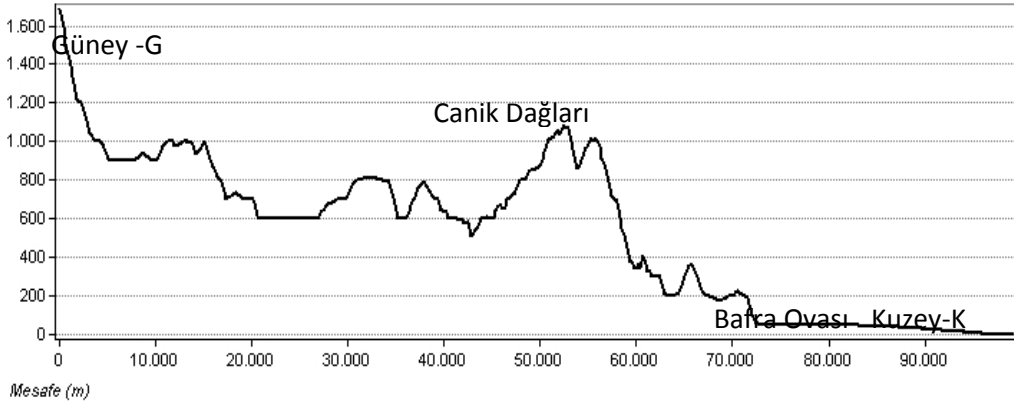
Şekil 1. Samsun ili lokasyon haritası

Samsun ili genellikle ılıman bir iklime sahiptir. Ancak iklim sahil şeridi ve iç kesimlerde ayrı özellik gösterir. Sahil şeridinde yazların sıcak kışların ılık ve yağışlı geçtiği Karadeniz iklimi özellikleri görülür. İç kesimler ise Akdağ ve Canik Dağlarının etkisinde kalmaktadır. Bu nedenle kışlar soğuk ve kar yağışlı, yazları serin geçmektedir. Çok yıllık ortalamalara göre en soğuk ay Mart (7.2 °C), en sıcak ay ise Ağustos (25.4 °C) aydır. 2005 yılına ait yıllık ortalama yağış 788.1 mm ile ülke ortalamasının üzerinde olmuştur. Ortalama

nispi nem ise % 65.2 ile % 82.5 arasında değişmektedir (Anonim, 2005). Samsun ili yeryüzü şekilleri bakımından üç ayrı özellik gösterir. İlki, güneyindeki dağlık kesim, ikincisi; dağlık kesimle kıyı şeridi arasında kalan yaylalar, üçüncüsü ise, yaylalarla Karadeniz arasında kalan kıyı ovalarıdır. Yeşilirmak ve Kızılırmak akarsularının deltalarında bulunan Bafra ve Çarşamba Ovaları yüksek tarım potansiyeline sahiptir (Candemir ve Özdemir, 2010; Anonim, 2005). İlin deniz



Kuzey- Güney Yönünde Topografik Kesit



Şekil 2. Samsun İli yükseklik dağılım haritası ve topografik kesit

seviyesinden yüksekliği 0-1900 m arasında değişmektedir (Şekil 2).

2.2. Yöntem

2.2.1. Arazi kalite indeks değerlerin belirlenmesi

AKI parametrik yaklaşımı, her bir arazi ve toprak karakteristiklerinin sınırlayıcı faktörlerine bağlı olarak değişen düzeylere göre arazi değerlendirmesi işlemidir (Khiddir, 1986; Dengiz, 2002). Arazi ve toprak karakteristikleri olarak fiziksel ve kimyasal olmak üzere iki grup altında i-) toprak derinliği, eğim, bünye, ii-) toprak reaksiyonu (pH), elektriksel iletkenlik (EC) ve organik madde ele alınmış ve her bir faktörün değişen oranları Çizelge 1' de verilmiştir.

AKI değerinin belirlenmesinde kompleks karekök

metodu kullanılmıştır. AKI değerinin hesaplanmasında ele alınan her bir arazi karakteristiğinin değişen seviyedeki oranlarına göre formül (1) ile hesaplanmıştır.

$$AKI=R_{\max}*\left(\sqrt{\frac{A}{100}\times\frac{B}{100}\times\frac{C}{100}}\right)/100 \quad (1)$$

AKI: Arazi Kalite İndeksi, Rmax: Ortalama maksimum oran, A, B, C....: Her bir faktörün oransal değeri. AKI değerleri ve uygunluk sınıfları Çizelge 2' de verilmiştir.

2.2.2. Dağılım haritasının oluşturulması enterpolasyon yöntemleri

Çalışma alanında dağılım gösteren tarım arazilerinden grid yöntemine göre her 2.5 x 2.5 km

Çizelge 1. Her bir arazi ve toprak karakteristiklerin değişen seviyelerine göre oranları

Fiziksel faktörler				Kimyasal faktörler							
Derinlik (cm)		Eğim (%)		Bünye		pH		EC		OM	
Sınıf	Oran	Sınıf	Oran	Sınıf	Oran	Sınıf	Oran	Sınıf	Oran	Sınıf	Oran
d: 0-20	30	A: 0-2	100	CL, SCL, SiCL	100	<5	40	0-2	100	<1	50
d2: 20-50	70	B: 2-6	95	L, SiL, Si, <%45C	90	5.0-6.0	80	2-4	95	1-2	80
d3: 50-90	85	C: 6-12	80	>%45C, SC, SiC	70	6.0-6.5 7.5-8.0	90	4-6	60	2-3	95
d4: 90+	100	D: >12	50	SL, LS, S	30	6.5-7.5	100	6-10	20	>3	100

OM: Organik madde, EC: Elektriksel iletkenlik, CL: Kil tın, SCL: Kumlu Kil Tın, SiCL: Siltli Kil Tın, L: Tın, SiL: Siltli Tın, Si: Silt, C: Kil, SiC: Siltli Kil, SL: Kumlu Tın, LS: Tınlı Kum, S: Kum

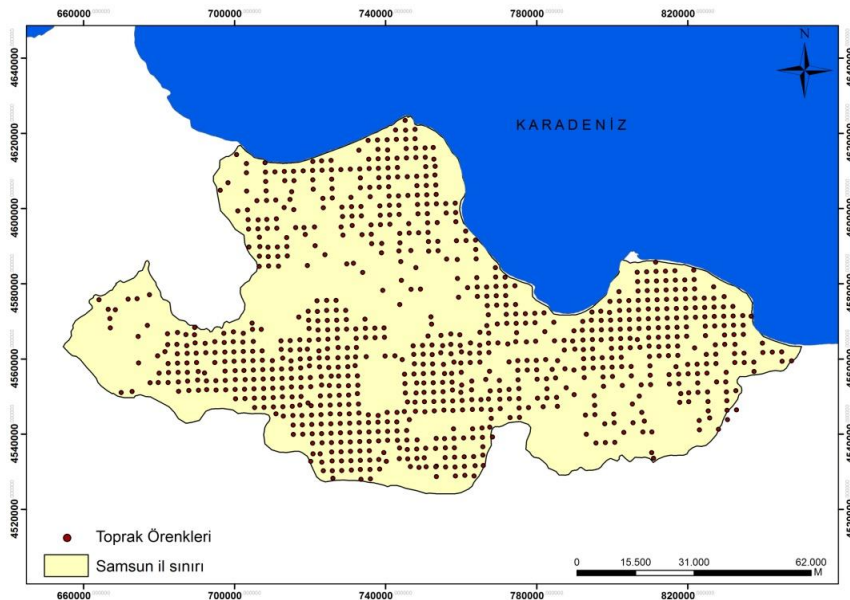
Çizelge 2. AKI değerleri ve uygunluk sınıflandırmaları (Khiddir, 1986; Dengiz, 2002)

Tanımlama	Sınıfı	Oran
İyi	S1	0.75-1.00
Orta	S2	0.50-0.75
Düşük	S3	0.25-0.50
Tarım dışı	N	0.00-0.25

aralıklarla toplam 889 yüzey (0-20 cm) toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3). Çalışma alanının eğim durumu 1:25.000 ölçekli topografik haritaların

sayısallaştırılması ve oluşturulan sayısal yükselti modeliden yararlanılarak her noktanın eğim sınıfı belirlenmiştir. Her bir noktanın AKI değeri belirlendikten sonra jeostatistiksel yöntemler kullanılarak alansal dağılımları elde edilmiştir. Gerek topografik haritaların sayısallaştırılmasında gerekse de dağılım haritaların oluşturulmasında ArcGIS 10.2.2v coğrafi bilgi sistemi programı kullanılmıştır.

AKI değerinin alansal dağılımının belirlenmesinde en çok kullanılan enterpolasyon yöntemlerinden IDW, RBF (Spline) deterministik yöntemler ile stokastik yöntemlerden de (temelde Kriging olarak da bilinmektedir) doğal (ordinary), evrensel (universal) ve basit (simple) kriging yöntemleri kullanılmıştır.



Şekil 3. Çalışma alanının toprak örnekleme deseni

Yöntemlerin karşılaştırılmalarında ölçülen değerler ve tahmin edilen değerler arasındaki ilişkiyi sorgulayabilmek, ölçülen değerlere en yakın sonucu

veren başka bir ifade ile yöntemler arasından en uygun olanının seçebilmek için literatürde farklı karşılaştırma yöntemlerinin dikkate alındığı görülmektedir. Genel

anlamda en yaygın kullanılan yöntemler; hata kareleri ortalamasının karekökü (RMSE), ortalama mutlak hata (MAE), yöntemlerdir. Bu çalışma için RMSE seçilmiş ve jeostatistiksel çözümde kullanılan 5 yöntem karşılaştırılmıştır. En düşük RMSE değerini veren yöntem, en uygun yöntem olarak değerlendirilmiştir. RMSE'nin hesaplanmasında formül 2 kullanılmıştır.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum (z_i^* - z_i)^2}{n}} \quad (2)$$

Eşitlikte; Z_i : tahmin edilen değer, Z_i^* ölçülen değer ve n örnek sayısını ifade etmektedir.

2.2.2. Deney tasarımı

Deney tasarımı ile yapılan istatistiksel analizde:

-Faktörler (bağımsız değişkenler); sonuç (bağımlı) değişkeni üzerinde etkisi olduğu düşünülen kontrol edilebilen bağımsız değişkenleri;

-Sonuç değişkeni; ölçülen veya gözlemlenen bağımlı sonuç değerini;

-Seviye; tasarlanan deneyin türüne göre her bir faktörün deneydeki kodlu ya da kodsuz sayısal değerini,

-Ana etki; her bir deney faktörünün sonuç değişkeni üzerindeki diğer faktörlerden bağımsız etkisini;

Etkileşim; iki ya da daha fazla faktörün cevap değişkenine olan etkisini göstermektedir.

Bu çalışmada AKI değerinde altı faktörün etkisi araştırılmıştır. Ele alınan fiziksel ve kimyasal faktörler, tarımsal yönden toprakların bitkisel üretim açısından doğrudan etkileri dikkate alınmasının yanı sıra diğer toprak özellikleri ile olan yakın ilişkileri göz önüne alınarak seçilmişlerdir. Ayrıca, bu faktörler Dengiz ve Sarıoğlu (2013); Prakash (2003); Bayramın ve Usul (2004) gibi birçok arazi kalite modelleme ve bitkisel

uygunluk sınıflama çalışmalarında da yer verilmiş olmaları nedeniyle model içerisine dahil edilmişlerdir. AKI belirlenmesinde 2^k faktöriyel tasarımı kullanılmıştır. Yapılan deney tasarımında, eğim, bünye, pH, EC ve organik maddenin faktör, AKI değerinin sonuç değişkeni olarak alınmıştır. AKI hesaplamasında EC faktörü 889 toprak örneğinde 0.257 ile 2.129 dSm⁻¹ arasında yer alması bitki gelişiminde olumsuz etki göstermemesi (4 dSm⁻¹ den az olması) nedeniyle tüm örneklerin aldığı oran 1.0'dir. Benzer şekilde pH değerlerinin de 5.51-7.80 arasında yer alması nedeniyle oran değerleri 0.80-1.0 arasında olduğu belirlenmiştir. Deneyin tasarımı aşamasında seçilen faktörlerden EC ve pH uygulama bölgesinde değişkenlik göstermediği tespit edilmiş ve bu faktör deney tasarımı uygulamasına dahil edilmemiştir. Yani bu iki faktör iki seviyeli tam faktöriyel deney tasarımından çıkarılarak 2^4 faktöriyel tasarımı yapılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda tüm faktörlerin ana etkilerinin, bazı faktörlerin etkileşimlerinin AKI üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Analiz sonuçlarından AKI ve seçilen faktörler arasında $y = f(x)$ şeklinde yazılan bir regresyon eşitliği elde edilmiştir. Çizelge 3'de uygulamaya dahil edilebilen deney faktörleri ve seviyeleri gösterilmiştir.

Çizelge 3. Deney faktörleri ve seviyeleri

Faktör	Sembol	Düşük Seviye (-1)	Yüksek Seviye (+1)
Derinlik	A	0.3	1.0
Eğim	B	0.5	1.0
Bünye	C	0.3	1.0
OM	D	0.8	1.0

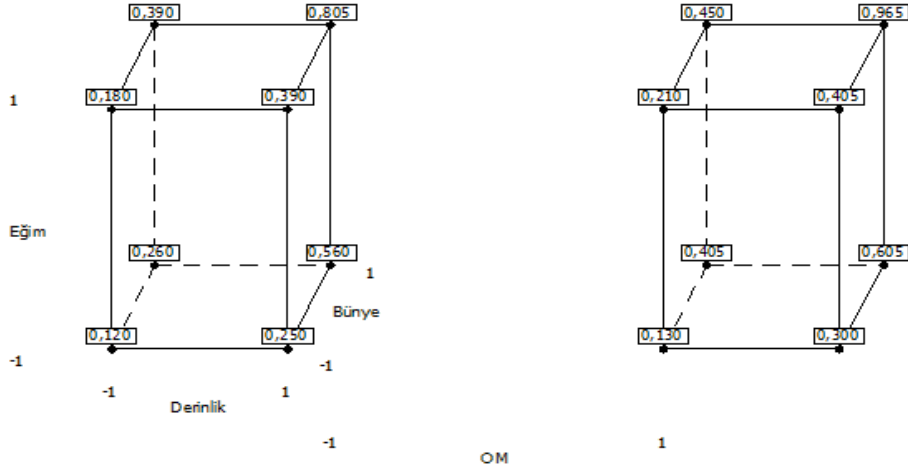
Dört faktöre göre tasarlanan $2^4=16$ deney 2 tekrarlı şekilde yapıldığında elde edilen sonuçlar Çizelge 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Tasarım matrisi

Deney No	Derinlik (A)	Eğim (B)	Bünye (C)	OM (D)	Arazi Kalite İndeksi	
					I. Deneme	II. Deneme
1	0.3	0.5	0.3	0.8	0.12	0.12
2	1.0	0.5	0.3	0.8	0.25	0.25
3	0.3	1.0	0.3	0.8	0.18	0.18
4	1.0	1.0	0.3	0.8	0.39	0.39
5	0.3	0.5	1.0	0.8	0.25	0.27
6	1.0	0.5	1.0	0.8	0.56	0.56
7	0.3	1.0	1.0	0.8	0.39	0.39
8	1.0	1.0	1.0	0.8	0.86	0.75
9	0.3	0.5	0.3	1.0	0.13	0.13
10	1.0	0.5	0.3	1.0	0.31	0.29
11	0.3	1.0	0.3	1.0	0.21	0.21
12	1.0	1.0	0.3	1.0	0.42	0.39
13	0.3	0.5	1.0	1.0	0.42	0.39
14	1.0	0.5	1.0	1.0	0.65	0.56
15	0.3	1.0	1.0	1.0	0.47	0.43
16	1.0	1.0	1.0	1.0	1.00	0.93

Faktörlerin düşük (-1) ve yüksek (+1) seviyeleri için yapılan deneylerden elde edilen AKI değerlerine ait grafik Şekil 4'de göstermektedir. Faktör sayısı 4 olduğu

için iki küpün köşe noktaları bu değerleri temsil etmeye yeterli olmuştur. Veri analizi aşamasında Minitab 16 istatistiksel yazılımından yararlanılmıştır.



Şekil 4. AKI için yapılan deneylerin küp grafiği

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Arazi kalite indeks dağılımı

Samsun ili AKI değerlerinin alansal analizi kapsamında 5 farklı enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Hangi dağılımın en doğru olduğunun belirlenmesi amacıyla her bir yöntem için çapraz doğrulama yapılmış ve her bir yöntemin RMSE değeri belirlenmiştir. Yöntemlere ait RMSE değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelgede görüleceği üzere en küçük RMSE değerini veren yöntemin IDW-3 yöntemi olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 5. Enterpolasyon yöntemlerine göre çapraz doğrulama sonuçları

Enterpolasyon yöntemleri	Pover/Semivariogram	RMSE
	1	0.1596
IDW	2	0.1599
	3	0.1107
RBF	STP	0.1595
Ordinary Kriging	Exponential	0.1589
Universal Kriging	Exponential	0.1589
Simple Kriging	Exponential	0.1578

IDW-3 enterpolasyon yöntemi kullanılarak AKI dağılım oranları Çizelge 6 ve dağılım haritası Şekil 5 de verilmiştir. Toplam alanın %67'lik gibi büyük bir kısmı orta uygunluk sınıfında iken, toplam alanın yaklaşık

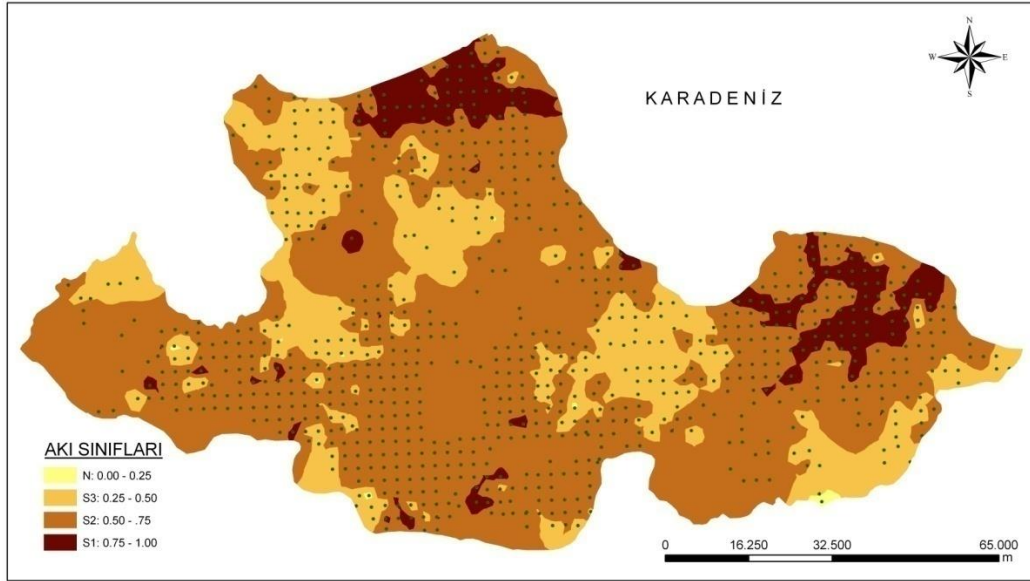
%24'lük bölümü ise tarımsal kalite açısından hiç uygun olmayan alanlar sınıfında bulunduğu ve bu alanlarında özellikle Samsun ilinin eğimi fazla ve toprak derinliği az olan kesimlerinde yer aldığı saptanmıştır. Tarımsal kullanım açısından en uygun alanların büyük bir çoğunluğunun ise Bafra ve Çarşamba Ovaları içerisinde dağılım göstermiştir.

Çizelge 6. AKI sınıflarının alansal ve oransal dağılımları

AKI Sınıf	Aralık	Alan Ha	%
N	0.00-0.25	1651.1	0.17
S3	0.25-0.50	230185.1	24.03
S2	0.50-0.75	643460.0	67.17
S1	0.75-1.00	82602.9	8.62
Toplam		957899.1	100.00

3.2. Deney tasarımı sonuçları

Verilerin istatistiksel analizi için ilk olarak, varyans analizi (ANOVA) yapılarak ana etkilerin ve etkileşimlerin sifıra eşit olduğunu varsayan sifır hipotezi, F testi kullanılarak test edilmiştir. Çizelge 7'de yer alan 0.05'den küçük olan $p < 0.05$ değerleri, tüm etkilerin ve etkileşimlerin %5 anlamlılık düzeyinde sifıra eşit olmadığını göstermektedir. Bir başka ifadeyle, ANOVA'ya göre A, B, C ve D faktörleri ve A*B, A*C, B*C, C*D, A*B*C, A*B*C*D etkileşimi AKI üzerinde istatistiksel olarak etkili parametrelerdir



Şekil 5. AKI sınıflarına ait dağılım haritası

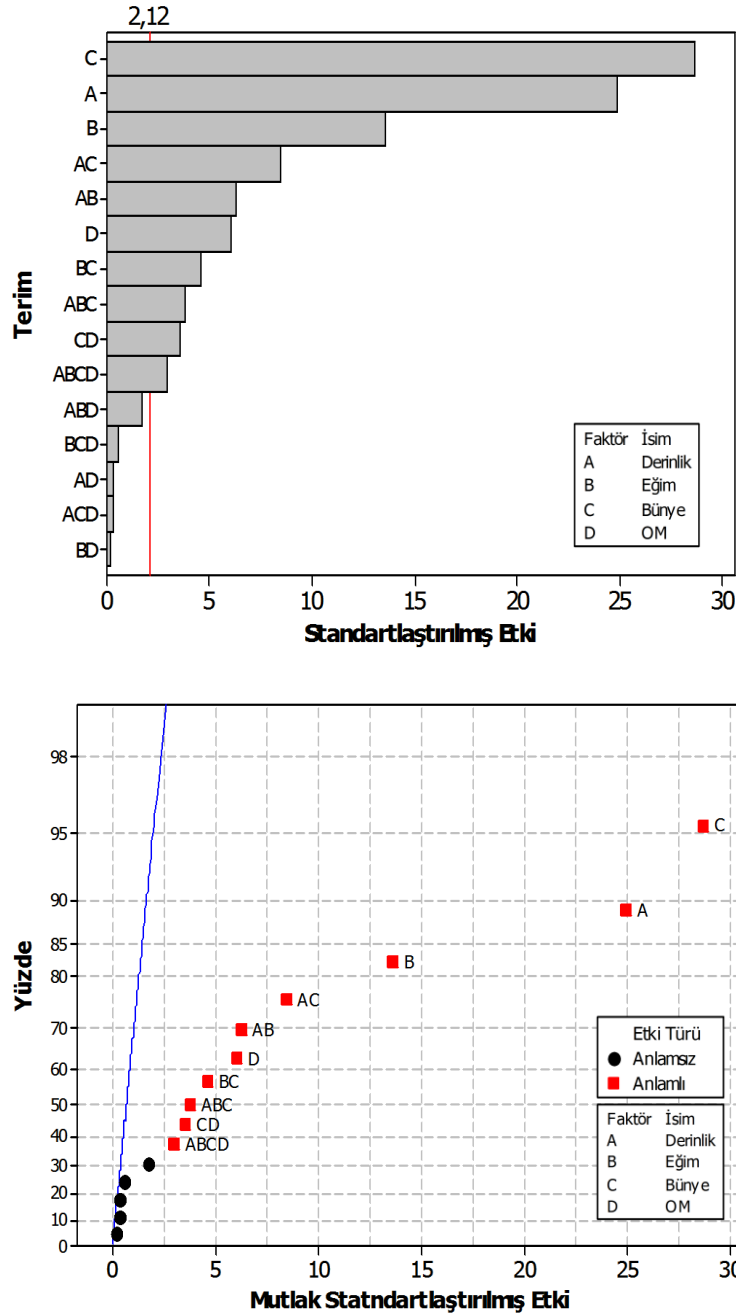
Çizelge 7. Varyans analizi sonuçları

Değişim kaynağı	S. D.	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	P
Ana etkiler	4	1.5260	0.3815	416.650	0.000
A	1	0.5698	0.5698	622.280	0.000
B	1	0.1697	0.1697	185.290	0.000
C	1	0.7534	0.7534	822.800	0.000
D	1	0.0332	0.0332	36.210	0.000
İki yönlü etkileşimler	6	0.1327	0.0221	24.160	0.000
A*B	1	0.0358	0.0358	39.080	0.000
A*C	1	0.0657	0.0657	71.760	0.000
A*D	1	0.0001	0.0001	0.090	0.774
B*C	1	0.0195	0.0195	21.300	0.000
B*D	1	0.0000	0.0000	0.030	0.863
C*D	1	0.0116	0.0116	12.700	0.003
Üç yönlü etkileşimler	4	0.0162	0.0040	4.410	0.014
A*B*C	1	0.0132	0.0132	14.420	0.002
A*B*D	1	0.0026	0.0026	2.870	0.110
A*C*D	1	0.0001	0.0001	0.090	0.774
B*C*D	1	0.0003	0.0003	0.280	0.606
Dört yönlü etkileşimler	1	0.0081	0.0081	8.880	0.009
A*B*C*D	1	0.0081	0.0081	8.880	0.009
Hata	16	0.01465	0.000916		
Genel	31	1.69762			

S.D.=Serbestlik Derecesi A: Derinlik B: Eğim C: Bünye D: Organik Madde.

Faktörlerin standartlaştırılmış ana ve etkileşim etkilerinin sonuç değişkeni üzerindeki anlamlılığını ve etki seviyesi pareto ve yarı normal etkiler grafiği ile gösterilir. Ana ve etkileşim etkilerinden paretoya göre çizginin üzerinde kalanlar; yarı normal etkiler grafiğine göre ise çizgiden uzak olanlar istatistiksel olarak

anlamlıdır. Bu çalışma için oluşturulan Şekil 6'e bakıldığında yine ana etkilerde A, B, C ve D faktörleri ve etkileşimde A*B, A*C, B*C, C*D, A*B*C, A*B*C*D'nin anlamlı olduğu görülmektedir.



Şekil 6. Pareto ve Yarı Normal Etkiler Grafiği

Çizelge 7’de verilen analiz sonuçlarına göre sadece AKI üzerinde etkili olan terimler modelde çıkarılarak bu analiz tekrarlanmıştır. Çizelge 8’de AKI için etkili terimler için etkiler ve katsayıları t-testi ile istatistiksel olarak elde edilmişlerdir.

Çizelge 8’de verilen faktör etkilerinin mutlak değeri, ilgili deneysel faktörün cevap değişkeni üzerindeki oransal etkisini göstermektedir. C faktörünün etkisinin mutlak değerinin en yüksek oluşu, bu faktörün AKI üzerinde en etkili bağımsız değişken olduğunu göstermektedir. Faktörlerin AKI üzerindeki etkisine göre sıralaması en önemliden başlamak üzere C, A, B,

A*C, A*B, B*C, A*B*C, C*D ve A*B*C*D şeklindedir.

R^2 değerleri cevap değişkeninin ne kadarının modeldeki terimler tarafından açıklandığını göstermekte olup, varyans analizi tablosundaki kareler toplamından yararlanılarak bulunmaktadır. Analiz sonuçlarına göre AKI değişkenliğinin yaklaşık olarak %98.96’sı ($R^2=0.99$) deney tasarımında dâhil edilen faktörlerden kaynaklanmaktadır.

Çizelge 8’de verilen katsayı, herhangi bir etkinin bir birim arttığında çıktı üzerinde yaratacağı etkiyi göstermektedir. Faktörlerin sonuç değişkeni üzerindeki

Çizelge 8. AKI için tahmin edilen etkiler ve katsayılar

Terim	Etki	Katsayı	Katsayının Std. hatası	T	P
Sabit		0.4016	0.0051	78.21	0.000
A	0.2669	0.1334	0.0051	25.99	0.000
B	0.1456	0.0728	0.0051	14.18	0.000
C	0.3069	0.1534	0.0051	29.88	0.000
D	0.0644	0.0322	0.0051	6.27	0.000
A*B	0.0669	0.0334	0.0051	6.51	0.000
A*C	0.0906	0.0453	0.0051	8.83	0.000
B*C	0.0494	0.0247	0.0051	4.81	0.001
C*D	0.0381	0.0191	0.0051	3.71	0.001
A*B*C	0.0406	0.0203	0.0051	3.96	0.001
A*B*C*D	0.0319	0.0159	0.0051	3.10	0.005

S = 0.0290 R² = 98.96% R² (tah.) = 97.58% R² (düz.) = 98.46%

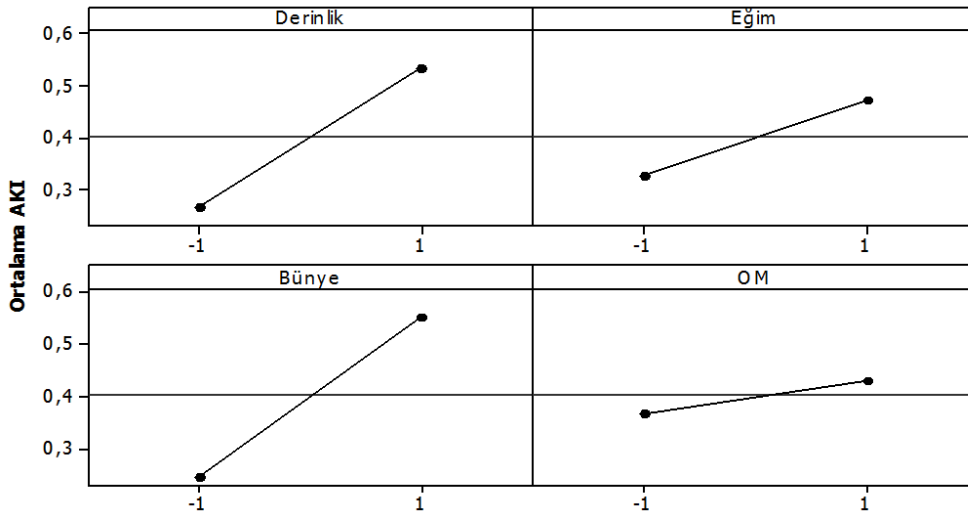
etkileri için istatistiksel analizde elde edilen katsayı değerleri kullanılarak bir regresyon eşitliği yazılabilir.

Çizelge 8'e göre AKI için yazılan regresyon eşitliği formül 3' den aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$Y = 0,4016 + 0,1334 * A + 0,0728 * B + 0,1534 * C + 0,0322 * D + 0,0334 * A * B + 0,0453 * A * C + 0,0247 * B * C + 0,0191 * C * D + 0,0203 * A * B * C + 0,0159 * A * B * C * D \quad [3]$$

Şekil 7'de faktörlerin ana etki grafikleri görülmektedir. Bir faktörün ana etkisi; faktör yüksek seviyede ve düşük seviyede iken hesaplanan ortalama cevap değişkenleri arasındaki farktır. Ana etki grafiğinde, bir faktörün seviye değişimlerinin cevap

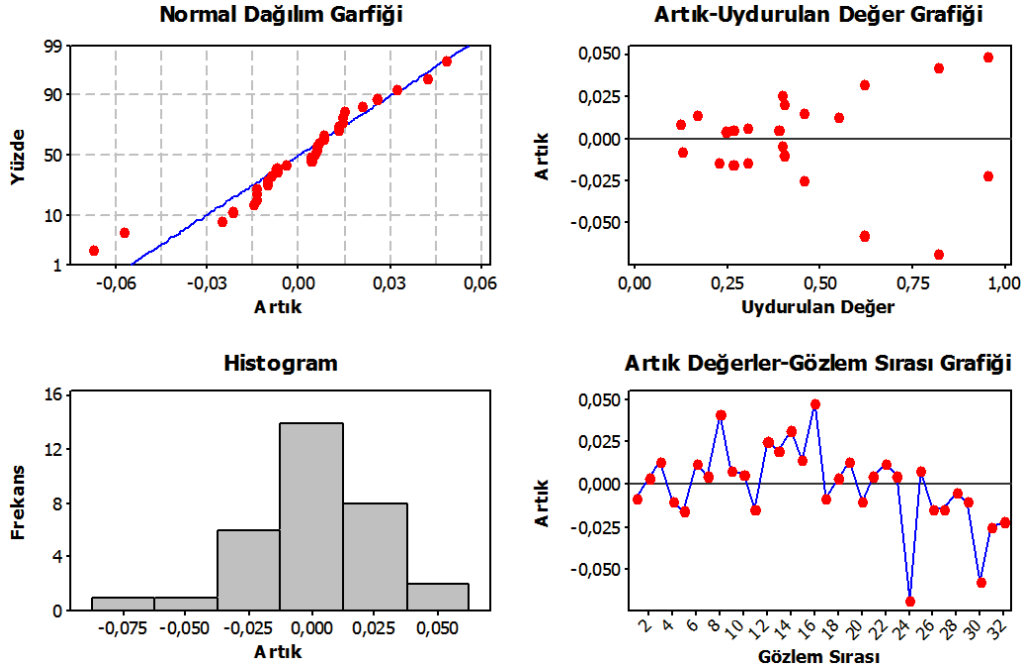
değişkeni üzerinde yaratacağı fark ne kadar büyük ise, seviyeleri birleştiren çizgi o kadar dik olacaktır. Bu açıklama ışığında Bünye (C) ve Derinlik (A) faktörlerinin diğer faktörlere göre oransal olarak daha etkili bir faktör olduğu açıkça anlaşılmaktadır.



Şekil 7. Ana etkiler grafiği

Deney tasarımı, artıkların (residual) bağımsız ve normal dağıldığı varsayımına dayanmaktadır. Bu varsayımın geçerliliğini göstermek üzere Şekil 8'de

verilen artık grafiklerinden yararlanılmıştır. Bu varsayım ile ilgili bir sorun olmadığı için elde edilen modelin geçerli bir model olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 8. Artıkların grafiksel analizi

4. Sonuç

Bu çalışma kapsamında arazilerin tarımsal açıdan uygunluklarının belirlenmesine yönelik parametrik bir yaklaşım olan arazi kalite indeksi modeli, jeostatistik gibi model ve tekniklerden yararlanılarak belirlenmesinin yanı sıra ilk kez toprak ve arazi uygunluk çalışmalarında modelde ele alınan kriterlerin deney tasarımı ile irdelenmesi yapılmıştır.

Tarımsal amaçlı arazi kalite çalışmalarında gerek parametrik gerekse hiyerarşik yaklaşımlarda arazi ve toprağa yönelik fiziksel, kimyasal ve verimlilik gibi özellikler içerisinde çok fazla kriter kullanılmaktadır. Özellikle güncel toprak haritaları olmayan geniş alanlarda noktasal örnekleme ile arazi ve toprak özelliklerinin tarımsal açıdan kalite özelliklerinin belirlenmesinde, gerek örnekleme sayısının çok fazla olması, gerekse de ele alınan kriter sayısının fazla olması nedeniyle çok fazla iş gücü, maliyet ve zaman kaybına neden olmaktadır. Konumsal özellikleri bilinen 889 adet toprak örneği alınan Samsun ili tarım arazilerinin kalite özelliklerinin belirlenmesinde deney tasarımı yaklaşımı ile benzer alanlar için daha az sayıda örnekleme ve kriterlerle benzer sonuçların elde edilebileceği görülmüştür.

Deney tasarımı, bir sürecin sonuç değişkeni üzerinde girdi faktörlerinin ne denli etkili olduğunun araştırılması amacıyla kullanılan bir teknik olup, süreç sorunlarının çözümü ve süreç iyileştirme çalışmalarında yaygın

olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada AKI belirleme çalışmalarında faktörlerin etkilerini belirlemek amacıyla 2^4 faktöriyel deney tasarımından yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda seçilen faktörlerin ana etkilerinin, ayrıca ikili, üçlü ve dördü etkilerin AKI üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucunda uygulama alanı için seçilen faktörlere göre bir AKI regresyon eşitliği elde edilmiştir. Bu eşitlikle faktörlerin diğer seviyeleri için AKI değerinin tahmin edilmesi söz konusudur. Bu çalışmanın en önemli sonuçlarından biri de kullanılan deney sayısıdır. 2^4 deneyin 2 tekrarlı verisi yani toplam 32 deney kullanılarak 889 noktalı Samsun AKI çalışması sonuçları %98.96 oranında temsil edilmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2005. Samsun İl Çevre Durum Raporu. Samsun İl Çevre ve Orman Müdürlüğü Yayını. No: 22.
- Bingol, D., Saraydın, D., Ozbay, D.S., 2014. Full Factorial Design Approach to Hg(II) Adsorption onto Hydrogels, Arab J Sci Eng, DOI: 10.1007/s13369-0140,8484-x.
- Bayramın, I., Usul, M., 2004. Physical land evaluation of Salihli right coast irrigation area. International Soil Congress on Natural Resource Management for Sustainable Development, Erzurum, Turkey.
- Candemir, F., Özdemir, N., 2010. Samsun İli arazi varlığı ve toprak sorunları. Anadolu Tarım Bilim. Derg., 25(3): 223-229.
- Cestari, A.R., Vieira, E.F.S., Mota, J.A., 2008. The removal of an ionic red dye from aqueous solutions using chitosan

- beads-The role of experimental factors on adsorption using a full factorial design. *Journal of Hazardous Materials*, 160: 337-343.
- Cinemre, H.A., Dengiz, O., 2010. Arazi Kullanım Planlaması. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 64, Samsun.
- Çömlekçi, N., 2003. Deney Tasarımı İlke ve Teknikleri, Alfa Yayınları, İstanbul, 468.
- Coruh, S., Eleveli, S., Senel, G., Ergun, O.N., 2011. Adsorption of silver from aqueous solution onto fly ash and phosphogypsum using full factorial design. *Environ. Prog. Sustain. Energy*, 30(4): 609-619.
- Coruh, S., Gurkan, H.E. 2014. Adsorption of neutral red from aqueous solutions using waste foundry sand: Full Factorial Design Analysis *Environmental Progress & Sustainable Energy*. 33(4): 1086-1095.
- Dengiz, O. 2002. Ankara-Gölbaşı İlçesi ve yakın çevresinde yayılım gösteren arazilerin kalite durumlarının belirlenmesinde parametrik metot yaklaşımı. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 16(30): 59-69.
- Dengiz, O., Sarioğlu, F.E., 2013. Parametric approach with linear combination technique in land evaluation studies. *Journal of Agricultural Sciences*, 19 (2): 101-112.
- Eleveli, S., Sanyılmaz, M., 2014. Experimental design of fuse link with ceramic alloy: Cracking problem. *Hemijiska Industrija*, 68(1): 35-41.
- FAO, 1976. A Framework for land evaluation: Soils Bulletin 32, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- George, M.L., Rowlands, D., Price, M., Maxey, J., 2005. *Lean Six Sigma Pocket Toolbook*, McGraw-Hill, New York, 282.
- Jaikumar, V., Ramamurthi, V., 2009. Statistical analysis and optimization of acid dye biosorption by brewery waste biomass using response surface methodology. *Mod. Appl. Sci.*, 3(4): 71-86.
- Khiddir, S. M. 1986. A statistical approach in the use of parametric systems to the FAO framework for land evaluation. Ph.D Thesis University Gent, Belgium.
- Mesci, B., Eleveli, S., 2012. Recycling of chromite waste for concrete: Full factorial design approach. *Int. J. Environ. Res.* 6(1): 145-150.
- Moreb, A.A., Savsar, M., 2007. Minimizing defects in turfing process using full factorial design. *WSEAS Trans. Business Econ.*, 3(4): 54-57.
- Navidi, W., 2008. *Statistics for Engineers and Scientist*, McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 928.
- Prakash, T.N., 2003. *Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach*. International Institute for Geo-Information Science and earth Observation Enschede, The Netherherland, 51.
- Şişman, Y., 2014. Full Factorial Design Approach for Coordinate Transformation. *Arab J Sci Eng.*, 39: 227-235.
- Şişman, Y., Eleveli, E., Şişman, A., 2014. A statistical analysis of GPS positioning using experimental design. *Acta Geod Geophys.* 49: 343-355.
- Williams, P.H., 2006. *Designing Experiments for the Modern Micro Industries*, 58-63.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/omuanajas.260987



Toprağın ısısal yayınının fonksiyonel değişimi ve toprak sıcaklığına etkisi

İmanverdi Ekberli*, Coşkun Gülser

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

Geliş/Received 12/02/2016 Kabul/Accepted 24/05/2016

ÖZET

Toprak sıcaklığının izlenmesinde ısısal yayının önemli bir parametredir. Bu çalışmada, ısısal yayının katsayısının deneysel ve fonksiyonel ilişkilere göre elde edilen değerlerine bağlı olarak derinlik boyunca toprak sıcaklıkları belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır. Samsun İli Bafra Meteoroloji İstasyonunun Mayıs-Temmuz 2012 aylarındaki ortalama günlük toprak sıcaklık değerleri için 5-10; 10-20; 20-50; 50-100 cm toprak katmanlarının ortalama ısısal yayının katsayıları $3.65 \cdot 10^{-6}$; $7.27 \cdot 10^{-6}$; $12.82 \cdot 10^{-6}$; $16.68 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ olarak hesaplanmıştır. Isısal yayının ile toprak derinliği arasındaki ilişki doğrusal, eksponansiyel, üstel ve parabolik fonksiyonlar ile ifade edilmiştir. Isısal yayınına ait deneysel (meteorolojik) veriler ile fonksiyonlardan hesaplanan değerler arasındaki ortalama nispi hataların %7.79 ve %18.64 arasında değiştiği ve parabolik fonksiyonla yapılan hesaplamada nispi hatanın en düşük olduğu bulunmuştur. Fonksiyonlara bağlı olarak bulunan ısısal yayının katsayılarına göre hesaplanan sıcaklık değerleri ile deneysel sıcaklık değerleri arasındaki nispi hatalar ise %2.50 ve %2.83 arasında değişim göstermiştir. Parabolik fonksiyon ile belirlenen ısısal yayının katsayısının kullanılmasıyla hesaplanan toprak sıcaklık değerleri en düşük nispi hatayı vermiştir.

Anahtar Sözcükler:
Fonksiyonel ilişkiler
Isısal yayının
Meteoroloji
Toprak sıcaklığı

Functional changes of soil heat diffusivity and effect on soil temperature

ABSTRACT

Heat diffusivity is an important parameter for monitoring soil temperature. In this study, soil temperatures throughout to soil depth were determined with respect to the heat diffusivity coefficient values measured and obtained with functional relations, and compared each other. Mean heat diffusivity values for 5-10; 10-20; 20-50; 50-100 cm soil layers were estimated as $3.65 \cdot 10^{-6}$; $7.27 \cdot 10^{-6}$; $12.82 \cdot 10^{-6}$; $16.68 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ according to mean daily soil temperature values of Bafra Meteorology Station in Samsun between May-July 2012, respectively. Relationships between heat diffusivity and soil depth were explained with linear, exponential, power and parabolic functions. Mean relative errors between heat diffusivity values estimated from experimental (meteorological) data and functions varied between 7.79% and 18.64%; and it was found that the relative error estimated using parabolic function was the lowest. Mean relative errors between experimental temperature values and temperature values estimated using heat diffusivity values of functions varied between 2.50% and 2.83%. The lowest relative error was found in soil temperatures estimated using the heat diffusivity values of parabolic function.

Keywords:
Functional relationships
Heat diffusivity
Meteorology
Soil temperature

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Toprakta sıcaklık alanının pratik ve teorik olarak incelenmesinde, toprağın termal rejiminin kontrolünde ısısal yayının katsayısının değerlendirilmesi önemlidir. Toprağın yapısına, iklim koşullarına, bitki örtüsüne vb. bağlı olarak, toprak profili boyunca ısısal yayının farklılık göstermektedir. Isısal yayının katsayısı ile ısı iletkenliği ve toprağın ısı kapasitesi arasındaki fonksiyonel ilişki önemli olup, toprak sıcaklığının

modellenmesi ve tahmin edilmesinde ısısal yayının katsayısının belirlenmesi gereklidir. Topraktaki nem miktarı ısısal yayınına önemli düzeyde etki yapmaktadır. Isısal yayınının değişimi farklı toprak süreçlerini de etkilemektedir.

Gözenekli ortamda ısı taşınımı süreçleri ısı iletkenliği, ısı kapasitesi, ısısal yayının gibi termal özellikler tarafından gerçekleştirilmektedir. Isı taşınımının tahmini amacıyla yapılan modellemelerde ortamın, mineralojik bileşimi, hacim ağırlığı, su içeriği gibi

fiziksel özellikleri ile beraber ısısal yayınımları da temel parametre olarak kabul edilmektedir (de Vries, 1963; Kasubuchi, 1984; Cote ve Konard, 2005; Lu ve ark., 2007). Saito ve ark. (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, ısı iletkenliği ve ısısal yayınıma ait tahmin modelleri bölge koşullarına uygun olarak geliştirilmiştir. Genel olarak, herhangi bir ortamın ısısal özelliklerinin belirlenmesinde, ısı iletkenliğinin ve ısısal yayınının incelenmesi önemli olmaktadır. Faitli ve ark. (2015), belediye katı atıklarının ısısal özelliklerini belirlemek üzere yaptıkları bir çalışmada, atıklarda ısısal yayınının $2.07 \cdot 10^{-7} - 9.66 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ aralığında olduğunu belirlemişlerdir. Huang ve ark. (2014) yaptıkları araştırmada, toprağın termal alanının incelenmesinde iki farklı derinlikteki toprak sıcaklık ölçümlerinden faydalanmışlardır. Araştırmacılar seçilen zaman aralığında ısısal yayınının, toprak sıcaklığının anlık değişimine, yağış ve sulama gibi faktörlere göre günlük olarak düzensiz farklılıklar gösterdiğini, yıllık olarak ısısal yayınının $2.57 \cdot 10^{-7} - 5.40 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$; 08 Ocak - 08 Mart; 01 Mayıs-30 Haziran; 01 Ekim-30 Kasım dönemlerinde ise sırasıyla $4.47 \cdot 10^{-7} - 4.94 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$; $3.57 \cdot 10^{-7} - 4.69 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$; $4.46 \cdot 10^{-7} - 5.71 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ olduğunu saptamışlardır. Russell ve ark. (2015), toprakta yüzey enerji dengesinin hesaplanması yöntemlerine ısı akımının etkisini belirlemek üzere yaptıkları araştırmada, toprağın hacim ağırlığının, özgül ısı kapasitesinin, özgül ağırlığının, ısı iletkenliğinin, ısısal yayınının sırasıyla 1.53 g m^{-3} ; $870 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$; 2.65 g m^{-3} ; $0.854 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ve $2.947 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ olduğunu belirterek, deneysel sıcaklık değerlerine göre ısısal yayınımlarını hesaplamışlardır. Toprağın aşağı katmanlarında ısısal yayınının değişimi fazla olmamaktadır. Zhang ve ark. (2014) tarafından, 11 farklı noktadan alınan 337 toprak örneğini kullanarak yapılan bir araştırmada, 150 m derinlikte ısısal yayınımlarının 1.270-1.804 $\cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ arasında, 110 m derinlikte ise $0.915-1.801 \cdot 10^{-6}$ aralığında olduğu gösterilmiştir. Hu ve ark. (2016), toprak sıcaklığının değerlendirilmesi için yaptıkları araştırmada, Fourier serisine dayanarak ısı iletkenliği denklemin yeni bir analitik çözümünü elde ederek, çözümün uygulanmasında gerekli olan ısısal yayınımlarını farklı yöntemlerle belirlemiş ve elde edilen değerlerin literatür (Liu, 2004; Tu ve Dai, 2008) bilgilerine yakın olduğunu ifade etmişlerdir. Zambra ve Moraga (2013), iki boyutlu enerji ve kütle difüzyonunu ifade eden matematiksel modelin uygulanmasında, ıslak ve kuru kum içeren topraklarda ısısal yayınımlarını sırasıyla $4.944 \cdot 10^{-7}$ ve $2.022 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ olduğunu belirlemişlerdir. Toprağın ısı enerjisinin kullanılmasına ait bazı mühendislik projelerindeki enerji tasarrufu, kirliliğin önlenmesi, düşük bakım maliyeti gibi faktörlerin incelenmesinde, termal mühendislik sistemlerinin tasarımında ısı kapasitesinin, ısı iletkenliğinin ve ısısal yayınının değerlendirilmesi

önemlidir (Esen ve Inalli, 2009; Bozzoli ve ark., 2011; Hu ve ark., 2012; Zheng ve ark., 2013; Stylianou ve ark., 2016). Wang (2012), tek bir derinlikten (8 cm) sıcaklık ölçümleri olarak toprağın termal alanının incelenmesinde, hacimsel ısı kapasitesini $1.5 \cdot 10^6 \text{ Joul/m}^3 \text{ K}$; ısı iletkenliğini 1.2 Watt/m K ; ısısal yayınımlarını ise $8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ sn}^{-1}$ olarak belirlemiştir. Nkongolo ve ark. (2010) tarafından mera koşullarında yapılan bir araştırmada, topraktaki sera gazları (CO_2 ; CH_4 ; N_2O) ile termal özellikler (sıcaklık, ısı iletkenliği, termal direnç, ısısal yayınımların) birlikte değerlendirilmiştir. ısı iletkenliğiyle toprağın gözeneklilik, penetrasyon direnci, kum içeriği gibi kolaylıkla ölçülebilir parametreleri arasında da önemli fonksiyonel ilişkilerin yapılması mümkündür (Usovicz ve ark., 2008). Toprağın ısı iletkenliği, ısısal yayınımlarını, ısı kapasitesi gibi termal özellikleri sıcaklık dağılımının, toprakta profil boyunca sıcaklığın sönme derinliğinin ve gecikme zamanının, bir ve iki boyutlu ısı taşınımının teorik ve pratik olarak incelenmesinde de önemli olmaktadır (Chung ve Horton, 1987; Ekberli ve ark., 2015a,b; Ekberli ve Sarılar, 2015b; Sesveren ve ark., 2015).

Genel olarak, ısısal yayınımlarını katsayısı toprağın termal özelliklerine, iklim koşullarına, toprağın su içeriğine ve sıkışmasına, bitki örtüsüne, sıcaklığın toprak profili boyunca harmonik değişimine vb. faktörlere önemli düzeyde bağlı olup, deneysel ve teorik olarak belirlenmektedir (Zhang ve Osterkamp, 1995; McInnes ve ark., 1996; Hinkel, 1997; Rees ve ark., 2000; Tonietto ve Carbonneau, 2004; Sun ve ark., 2004; Lipiec ve ark., 2007; Ekberli ve Sarılar, 2015a).

Bu çalışmanın amacı, toprağın ısısal yayınımlarını katsayısının i) deneysel ve ii) doğrusal, üstel, eksponansiyel, parabolik fonksiyonlara göre hesaplanması; elde edilen sonuçlara göre derinlik boyunca toprak sıcaklık dağılımının belirlenmesi ve karşılaştırılmasıdır.

2. Materyal ve Yöntem.

Araştırmada, Samsun iline bağlı Bafra Meteoroloji İstasyonunda, 1 Mayıs 2012-31 Temmuz 2012 tarihleri arasında ölçülen 92 güne ait 460 adet klima rasadı değerinden faydalanılmıştır. Dünya Meteoroloji Teşkilatının koyduğu uluslararası standartlarda ve yüksek hassasiyete sahip alet ve cihazlarla yapılan bu rasatlarda günlük olarak ölçümü yapılan, 5; 10; 20; 50; 100 cm derinliğe ait toprak sıcaklık değerleri, çalışmada materyal olarak kullanılmıştır.

Sıcaklık dalgalarının toprak profili boyunca dağılımının belirlenmesinde, temel ısı taşınım

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (0 \leq x < \infty, t > -\infty) \quad (1) \text{ denkleminin;}$$

$\cos \omega t$, $\sin \omega t$ fonksiyonları ile ifade olunan, toprak yüzeyinde ve x derinliğindeki sıcaklık değişimleri arasındaki faz değişimini de içeren sınır koşuluna göre

$$T(x, t) = T_0 + A e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2a}} x} \cos\left(\sqrt{\frac{\omega}{2a}} x - \omega t\right) \quad (2)$$

(burada, T_0 -toprak yüzeyinin ortalama sıcaklığı, °C; A- amplitüt, °C; $\omega = 2\pi / P$ -açısal frekans, san^{-1} ; a -ısısal yayınım katsayısı, m^2sn^{-1} ; x-toprak derinliği, cm; t-zaman, san; P-periyottur) çözümü kullanılmıştır (Nerpin ve Chudnovski, 1984; Monteith ve Unsworth, 1990; Hillel, 1998; Cichota ve ark., 2004; Gülser ve Ekberli, 2004; Ekberli, 2006; Gao ve ark., 2007; Lei ve ark., 2011; Evett ve ark., 2012; Arkhangelskaya, 2014; Arias-Penas ve ark., 2015; Hu ve ark., 2016; Badache ve ark., 2016).

Meteorolojik veriler kullanılarak, toprağın $x_i - x_{i+1}$ katmanındaki ısısal yayınım katsayısı

$$a = \frac{\omega(x_i - x_{i+1})^2}{2(\ln(A_i / A_{i+1}))^2} \quad (i = \overline{1, n}) \quad (3)$$

(burada, A_i ve A_{i+1} uygun olarak toprağın x_i ve x_{i+1} derinliklerine ait sıcaklık amplitütüdür, °C) ifadesine göre hesaplanmıştır (Nerpin ve Chudnovski,

1984; Gülser ve Ekberli, 2004; Ekberli, 2006; Trombotto ve Borzotta, 2009; Correia ve ark., 2012; Ekberli ve Sarılar, 2015a; Arias-Penas ve ark., 2015). Ortalama ısısal yayınım ise, Mayıs-Temmuz, 2012 dönemlerinde elde edilen değerlere göre hesaplanmıştır.

Toprağın ısısal yayınımı ile derinlik arasındaki fonksiyonel ifadelerin belirlenmesinde, doğrusal ($a(x) = bx + c$), eksponansiyel ($a(x) = b \exp(cx)$), üstel ($a(x) = bx^d$) ve parabolik ($a(x) = bx^2 + cx + d$) ilişkilerden kullanılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Toprak sıcaklıklarının değerlendirilmesi

Samsun iline bağlı Bafra Meteoroloji İstasyonunda, 1 Mayıs 2012-31 Temmuz 2012 tarihleri arasında rasadı yapılan ve çalışma için kullanılan 92 güne ait 5, 10, 20, 50 ve 100 cm derinliklerindeki ortalama günlük sıcaklık değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Farklı toprak derinliklerindeki sıcaklık (°C) değerleri (01.05-31.07.2012)

Derinlik (cm)	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart sapma	Varyasyon katsayısı
5	18.1	33.4	24.77	4.09	16.51
10	18.5	31.5	24.10	3.68	15.32
20	18.1	29.8	23.88	3.48	14.84
50	16.2	25.5	21.93	3.13	14.42
100	14.1	22.3	20.59	2.73	14.24

Araştırma döneminde beş farklı toprak derinliğinde ölçülen en düşük (14.1 °C) toprak sıcaklığı 100 cm'de ve en yüksek (33.4 °C) toprak sıcaklığı ise 5cm'de belirlenmiştir. Toprak yüzeyinden daha derinlere doğru inildikçe minimum sıcaklıkta değişim azalmaktadır. Maksimum sıcaklıkta ise düşüş eğilimi görülmektedir. Minimum sıcaklıkta en düşük değer (14.1 °C) 100cm toprak derinliğinde gerçekleşmektedir. Toprakta ölçülen en yüksek ortalama toprak sıcaklığı (24.77 °C) 5 cm derinlikte, en düşük ortalama toprak sıcaklığı ise (20.59 °C) 100 cm derinlikte belirlenmiştir. Toprak yüzeyinden daha derinliklere doğru inildikçe ortalama sıcaklığın da azaldığı görülmektedir. Genel olarak, toprağın 50-100 cm katmanında sıcaklığın değişimi düşük düzeyde gerçekleşmektedir.

Toprak sıcaklığına ait standart sapma ve varyasyon katsayısı değerlerinin aşağı katmanlara inildikçe azalma eğilimi içerisinde olduğu görülmektedir. Toprak sıcaklığına ait standart sapma ve varyasyon katsayısı değerlerinin, 5 cm toprak derinliğinde en yüksek (sırasıyla 4.09 °C ve %16.51), 100 cm toprak derinliğinde ise en düşük değerlere ulaştığı (sırasıyla 2.73 °C ve %14.24) belirlenmiştir. Bu ise aşağı

katmanlara inildikçe günlük sıcaklık değişiminin azaldığını göstermektedir.

3.2. Toprağın ısısal yayınımının deneysel ve fonksiyonel olarak değerlendirilmesi

Toprakta ısı taşınımını ifade eden (1) denkleminin, uygun sınır koşullarına bağlı olarak elde edilen (2) çözümünden bulunan (3) ifadesine göre, meteorolojik veriler kullanılarak hesaplanan ısısal yayınım katsayıları (a) Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'den görüldüğü gibi, dört farklı toprak katmanında hesaplanan en düşük ısısal yayınım ($1.98 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{sn}^{-1}$) toprağın 5-10 cm katmanında belirlenmiştir. Genel olarak, toprağın 20-50 cm ve 50-100 cm katmanlarında ise ısısal yayınım daha yüksek olmaktadır. Toprak yüzeyinden aşağı katmanlara inildikçe ısısal yayınım değerlerinde artış eğilimi görülmekte ve değişim aralığı daha fazla olmaktadır.

Araştırma döneminde, toprağın 50-100 cm katmanında ise, ısısal yayınımındaki değişim ($14.51 \cdot 10^{-6}$ - $18.91 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2\text{sn}^{-1}$) sabitleşme eğilimindedir.

Çizelge 2. Farklı toprak derinliklerindeki amplitüt (°C) ve ısısal yayılım (m² sn⁻¹) değerleri

Derinlik, cm	01.05-31.05.2012		01.06-30.06.2012		01.07.-31.07.2012		Ortalama
	A_i/A_{i+1}	a	A_i/A_{i+1}	a	A_i/A_{i+1}	a	
5-10	2.9/2.5	$4.13 \cdot 10^{-6}$	3.9/3.4	$4.83 \cdot 10^{-6}$	5.7/4.6	$1.98 \cdot 10^{-6}$	$3.65 \cdot 10^{-6}$
10-20	2.5/2.0	$7.30 \cdot 10^{-6}$	3.4/2.8	$9.64 \cdot 10^{-6}$	4.6/3.5	$4.87 \cdot 10^{-6}$	$7.27 \cdot 10^{-6}$
20-50	2.0/1.1	$9.15 \cdot 10^{-6}$	2.8/1.8	$16.76 \cdot 10^{-6}$	3.5/2.1	$12.54 \cdot 10^{-6}$	$12.82 \cdot 10^{-6}$
50-100	1.1/0.5	$14.62 \cdot 10^{-6}$	1.8/0.9	$18.91 \cdot 10^{-6}$	2.1/1.0	$16.51 \cdot 10^{-6}$	$16.68 \cdot 10^{-6}$

A_i/A_{i+1} 'de A_i - x_i derinlikteki, A_{i+1} ise x_{i+1} derinlikteki amplitütlerdir (°C)

Toprağın yukarı katmanlarında sıcaklığın yüksek olması (toprağın ısı kapasitesine yakın) ısısal yayılımın düşük olmasına neden olan faktörlerdendir. Aşağı katmanlarda sıcaklık değerleri düşük, dolayısıyla ısı akımı sanki sürekli olduğundan, ısısal yayılım daha yüksek olmaktadır. Toprakta ısısal yayılımın değişimi, katman kalınlığına, katman yüzeyindeki amplitüt değerlerine, A_i/A_{i+1} oranına da önemli düzeyde bağlı olmaktadır. Araştırma dönemindeki iklim koşullarının değişimi, katmanların farklı toprak özelliklerine sahip olması, ısısal yayılım katsayılarının değişimine etki yapmaktadır.

Isısal yayılımın zamana göre değişiminin belirlenmesi karmaşık bir süreçtir. Toprakta sıcaklık değişiminin ve ısı taşınımı denkleminin çözümüne bağlı olarak tahmininin incelenmesinde, ısısal yayılım zamana göre genel olarak sabit kabul edilmektedir (Arkhangelskaya, 2014; Arias-Penas ve ark., 2015; Ekberli ve Sarılar, 2015a). Toprağın aşağı katmanlarına doğru inildikçe, toprağın fiziksel özellikleri farklılık göstermekte ve ısısal yayılımın değişimine önemli düzeyde etki yapmaktadır. Bu nedenle, ısısal yayılımın değerlendirilmesinde toprak derinliklerinin göz önüne alınması gerekir.

Isısal yayılım pulluk tabakası dışındaki toprağın diğer horizonlarında nem içeriği tarla kapasitesindeyken başlangıçta hızlı bir artış (doğrusala çok yakın) göstererek maksimum değerler almakta, doygunluk noktasında ise daha düşük değerlere ulaşmaktadır. Toprak nem içeriğinin azalması ile ısısal yayılımın da azaldığı bilinmektedir (Şapovalov, 1962; Kurtener, Çudnovski, 1979; Voronin, 1986; Özdemir, 1998; Ekberli ve ark., 2005c). Isısal yayılımın toprak derinliklerine doğru değişiminin farklılık göstermesi, bu değişimin doğrusal, eksponansiyel, üstel veya parabolik ilişkilerle ifade edilmesine olanak sağlayabilir.

Toprağın 50 cm derinliğine doğru ısısal yayılım hızlı olarak artmakta, sonra ise bu artış azalarak, yaklaşık sabitleşme sürecine geçmektedir. Bu nedenle, toprak derinliği (0.05-0.50 m) ve ısısal yayılım katsayısı arasındaki ilişkiler doğrusal (4), eksponansiyel (5), üstel (6) ve parabolik (7) fonksiyonlar biçiminde aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

$$a(x) \cdot 10^6 = 18.132x + 4.099 \quad (R^2 = 0.90) \quad (4)$$

$$a(x) \cdot 10^6 = 4.548e^{1.951x} \quad (R^2 = 0.77) \quad (5)$$

$$a(x) \cdot 10^6 = 22.638x^{0.658} \quad (R^2 = 0.96) \quad (6)$$

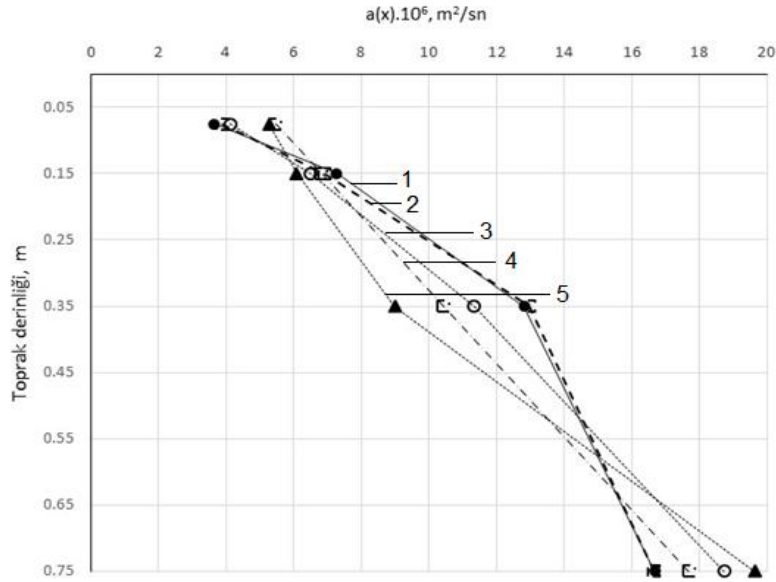
$$a(x) \cdot 10^6 = -35.269x^2 + 48.013x + 0.489 \quad (R^2 = 0.99) \quad (7)$$

Isısal yayıma ait deneysel (meteorolojik) değerler (a_d) ile doğrusal (4), eksponansiyel (5), üstel (6) fonksiyonlarla hesaplanan (a_h) değerler arasındaki ortalama nispi hatalar $\left(\frac{|a_d - a_h|}{a_h} \cdot 100\right)$ çok yüksek, parabolik (7) fonksiyonla hesaplanan değerler arasındaki nispi hata ise düşük olup, sırasıyla %18.64; %31.06; %14.71 ve %7.79 olarak bulunmuştur.

Toprak yüzeyi yakınlığında ısısal yayımdaki artışın toprak derinlikleri ile karşılaştırıldığında daha fazla değişim göstermesi, parabolik fonksiyon dışındaki fonksiyonlar ile sürecin ifadesinde daha yüksek nispi hataların bulunmasına neden olmuştur. Isısal yayılımın toprak ve iklim koşullarına bağlı olan toprak derinliği boyunca değişiminin karakteristik özelliği parabolik fonksiyon ile daha iyi ifade edilmiştir. Kısa zaman aralıklarında ve sıcaklığın günlük değişiminde de ısısal yayılımın parabolik fonksiyonla daha iyi ifade edildiği belirlenmiştir.

Isısal yayılımın (4) - (7) fonksiyonlarına göre elde edilen değerleri (Şekil 1) göz önüne alınarak, (2) çözümüne göre hesaplanan ortalama toprak sıcaklık değerleri ise Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, (4) - (7) fonksiyonlarından hesaplanan ısısal yayılım değerleri için belirlenen toprak sıcaklık değerleri ile deneysel sıcaklık değerleri arasındaki nispi hata çok düşük olup, %2.50 - %2.83 arasında değişmektedir. Parabolik fonksiyonla belirlenen topraktaki ısısal yayılım katsayıları deneysel veriler ile en düşük nispi hatayı vermesinin rağmen, diğer fonksiyonlar ile belirlenen ısısal yayılım katsayılarının kullanılması ile hesaplanan ortalama toprak sıcaklık değerleri de meteorolojik değerlere çok yakın sonuçlar vermiştir. Bu durum toprak sıcaklığı değerlerinin teorik olarak belirlenmesinde sadece ısısal yayılım katsayısının etkili olmadığını, ortalama toprak sıcaklığı ve amplitüt gibi termal özelliklerinde etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Isısal yayınının ($a(x) \cdot 10^6, m^2/sn$) toprak derinliğine bağlı olarak değişimi
1-Deneysel; 2-Parabolik, 3-Üstel, 4-Doğrusal, 5- Eksponansiyel

Çizelge 3. Doğrusal, eksponansiyel, üstel ve parabolik fonksiyonlara göre belirlenen ısısal yayınının (a) katsayıları ile hesaplanan ortalama toprak sıcaklık değerleri

Derinlik (m)	Sıcaklık (°C)				
	Deneysel (meteorolojik)	Doğrusal	Eksponansiyel	Üstel	Parabolik
0.05	24.77	25.13	25.13	24.77	25.11
0.10	24.10	24.37	24.37	24.36	24.36
0.20	23.88	24.05	24.04	24.05	24.05
0.50	21.93	21.98	21.97	21.98	21.98
1.00	20.59	20.60	20.60	20.60	20.59

4. Sonuç

Toprak ve iklim koşullarına bağlı olarak, ısısal yayının toprak profili boyunca hızlı değişim gösterdiğinden, ısısal yayının katsayısının (3) teorik ifadesinin yanı sıra doğrusal, eksponansiyel, üstel veya parabolik fonksiyonlarla da belirlenmesi mümkün gözükmektedir. Toprak katmanlarındaki ortalama sıcaklık ve amplitüt ısısal yayınının ve sıcaklık değişiminin belirlenmesinde gerekli termal parametrelerdir. Isısal yayını ifade eden fonksiyonlar arasındaki farklılıklara rağmen, sıcaklığın dağılımında ortalama katman sıcaklığı daha etkili olduğundan, deneysel ve hesaplanan sıcaklık değerleri önemli düzeyde yakın olmaktadır. Toprak sıcaklığının teorik olarak ifade edilmesinde parabolik fonksiyonun kullanılması ile elde edilen ısısal yayının katsayısı, farklı toprak katmanları için deneysel verilerle elde edilen değerlere çok yakın bulunmuş ve en düşük nispi hatayı vermiştir. Bölge topraklarında sıcaklık değişiminin tahmininde, ısı taşınımı denkleminin uygulanmasında gerekli olan ısısal yayınının

hesaplanması için farklı fonksiyonel ilişkilerin kullanılması mümkün gözükmektedir.

Kaynaklar

- Arias-Penas, D., Castro-Garcia, M.P., Rey-Ronco, M.A., Alonso-Sanchez, T., 2015. Determining the thermal diffusivity of the ground based on subsoiltemperatures. Preliminary results of an experimental geothermalborehole study Q-THERMIE-UNIOVI. *Geothermics*, 54: 35-42.
- Arkhangelskaya, T.A., 2014. Diversity of thermal conditions within the paleocryogenic soil complexes of the East European Plain: The discussion of key factors and mathematical modeling. *Geoderma*, 213: 608-616.
- Badache, M., Eslami-Nejad, P., Ouzane, M., Aidoun, Z., Lamarche, L., 2016. A new modeling approach for improved ground temperature profile determination. *Renewable Energy*, 85: 436-444.
- Bozzoli, F., Pagliarini, G., Rainieri, S., Schiavi, L., 2011. Estimation of soil and grout thermal properties through a TSPEP (two-step parameter estimation procedure) applied to TRT (thermal response test) data. *Energy*, 36(2): 839-846.

- Chung, S.O., Horton, R., 1987. Soil heat and water flow with a partial surface mulch. *Water Resour. Res.*, 23(12): 2175-2186.
- Cichota, R., Elias, E.A., de Jong van Lier, Q., 2004. Testing a finitedifference model for soil heat transfer by comparing numerical and analytical solutions. *Environmental Modelling & Software*, 19: 495-506.
- Correia, A., Vieira, G., Ramos, M., 2012. Thermal conductivity and thermal diffusivity of cores from a 26 meter deep borehole drilled in Livingston Island, Maritime Antarctic, *Geomorphology*, 155-156: 7-11.
- Cote, J., Konard, J.M., 2005. Thermal conductivity of base-course materials. *Canadian Geotechnical Journal*, 42: 61-78.
- de Vries, D.A., 1963. Thermal properties of soils. In: van Wijk, W. R. (Ed.), *Physics of Plant Environment* North Holland Publishing Company, Amsterdam, Netherlands, pp. 210-235.
- Ekberli, İ., 2006. Isı iletkenlik denkleminin çözümüne bağlı olarak topraktaki ısı taşınımına etki yapan bazı parametrelerin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2): 179-189.
- Ekberli, İ., Gülser, C., Mamedov, A., 2015b. Toprakta bir boyutlu ısı iletkenlik denkleminin incelenmesinde benzerlik teorisinin uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 10(2): 69-79.
- Ekberli, İ., Gülser, C., Özdemir, N., 2015a. Toprakta ısı iletkenliğine etki yapan ısısal parametrelerin teorik incelemesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(3): 300-306.
- Ekberli, İ., Gülser, C., Özdemir, N., 2005c. Toprakların termofiziksel özellikleri ve ısısal yayılım katsayısının değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2): 85-91.
- Ekberli, İ., Sarılar, Y., 2015a. Toprak sıcaklığı ve ısısal yayılımının belirlenmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(1): 74-85.
- Ekberli, İ., Sarılar, Y., 2015b. Toprak sıcaklığının profil boyunca sönme derinliğinin ve gecikme zamanının belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(2):219-225.
- Esen, H., Inalli, M., 2009. In-situ thermal response test for ground source heat pump system in Elazığ, Turkey. *Energy and Buildings*, 41(4): 395-401.
- Evert, S.R., Agam, N., Kustas, W.P., Colaizzi, P.D., Schwartz, R.C., 2012. Soil profile method for soil thermal diffusivity, conductivity and heat flux: Comparison to soil heat flux plates. *Advances in Water Resources*, 50: 41-54.
- Faitli, J., Magyar, T., Erdelyi, A., Muranyi, A., 2015. Characterization of thermal properties of municipal solid waste landfills. *Waste Management*, 36: 213-221.
- Gao, Z., Bian, L., Hu, Y., Wan, L., Fan, J., 2007. Determination of soil temperature in an arid region. *Journal of Arid Environments*, 71: 57-168.
- Gülser, C., Ekberli, İ., 2004. A comparison of estimated and measured diurnal soil temperature through a clay soil depth. *Journal of Applied Sciences*, 4(3): 418-423.
- Hillel, D., 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press, New York, 771 pp.
- Hinkel, K.M. 1997. Estimating seasonal values of thermal diffusivity in thawed and frozen soils using temperature time series. *Cold Reg. Sci. Technol.* 26: 1-15.
- Huang, F., Zhan, W., Ju, W., Wang, Z., 2014. Improved reconstruction of soil thermal field using two-depth measurements of soil temperature. *Journal of Hydrology*, 519: 711-719.
- Hu, G., Zhao, L., Wu, X., Li, R., Wu, T., Xie, C., Qiao, Y., Shi, J., Li, W., Cheng, G., 2016. New Fourier-series-based analytical solution to the conduction-convection equation to calculate soil temperature, determine soil thermal properties, or estimate water flux. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 95: 815-823.
- Hu, P.F., Meng, Q.F., Sun, Q.M., Zhu, N., Guan, C.S., 2012. A method and case study of thermal response test with unstable heat rate. *Energy and Buildings*, 48: 199-205.
- Kasubuchi, T., 1984. Heat conduction model of saturated soil and estimation of thermal conductivity of soil solid phase. *Soil Science*, 138: 240-247.
- Kurtener D.A., Çudnovski A.F., 1979. *Agrometeorologičeskiye osnovı teplovoy meliorasii poçv*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 231s.
- Lei, S., Daniels, J. L., Bian, Z., Wainaina, N., 2011. Improved soil temperature modeling. *Environmental Earth Sciences*, 62(6): 1123-1130.
- Lipiec, J., Usowicz, B., Ferrero, A., 2007. Impact of soil compaction and wetness on thermal properties of sloping vineyard soil. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 50: 3837-3847.
- Liu, S., 2004. *Environmental Physics*, Chemical Industry Press, Beijing.
- Lu, S., Ren, T., Gong, Y., Horton, R., 2007. An improved model for predicting soil thermal conductivity from water content at room temperature. *Soil Science Society of America Journal*, 71: 8-14.
- McInnes, K.J., Heilman, J.L., Lascano, R.J., 1996. Aerodynamic conductances at the soil surface in a vineyard, *Agric. For. Meteorol.*, 79: 29-37.
- Monteith, J.L., Unsworth, M.H., 1990. *Principles of Environmental Physics*. Edward Arnold, London, 291 pp.
- Nerpin, S.V., Chudnovskii, A.F., 1984. *Heat and Mass Transfer in the Plant-Soil-Air System*. Translated from Russian. Published for USDA and National Sci. Found., Washington. D.S., by Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, India, 355 pp.
- Nkongolo, N.V., Johnson, S., Schmidt, K., Eivazi, F., 2010. Greenhouse gases fluxes and soil thermal properties in a pasture in central Missouri. *Journal of Environmental Sciences*, 22(7): 1029-1039.
- Özdemir, N., 1998. *Toprak fizikiği*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No: 30, s: 191-209.
- Rees, S.W., Adjali, M.H., Zhou, Z., 2000. Ground heat transfer effects on the thermal performance of earth-contact structures. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 4: 213-265.
- Russell, E.S., Liu, H., Gao, Z., Finn, D., Lamb, B., 2015. Impacts of soil heat flux calculation methods on the surface energy balance closure. *Agricultural and Forest Meteorology*, 214-215: 189-200.
- Saito, T., Hamamoto, S., Mon, E.E., Takemura, T., Saito, H., Komatsu, T., Moldrup, P., 2014. Thermal properties of boring core samples from the Kanto area, Japan: Development of predictive models for thermal conductivity and diffusivity. *Soils and Foundations*, 54(2): 116-125.
- Sesveren, S., Sariyev, A., Tulun, Y., 2015. Amplitude and damping depth in soil solarization under different applications. *International soil science congress on "Soil*

- science in international year of soils 2015". 19-23 October 2015 Sochi, Russia. Article book, pp. 378-381.
- Stylianou, I.I., Tassou, S., Christodoulides, P., Panayides, I., Florides, G., 2016. Measurement and analysis of thermal properties of rocks for the compilation of geothermal maps of Cyprus. *Renewable Energy*, 88: 418-429.
- Sun, B., Xu, X., Lai, Y., Li, D., Wang, S., Zhang, J., 2004. Experimental researches of thermal diffusivity and conductivity in embankment ballast under periodically fluctuating temperature. *Cold Regions Science and Technology*, 38: 219-227.
- Şapovalov, V.V., 1962. Vliyaniye peremennogo haraktera koeffitsienta temperaturoprovodnosti počvi na ee temperaturu. *İnjenerno-fiziceskiy jurnal*, 5(1):64-71.
- Tonietto, J., Carbonneau, A., 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide, *Agric. For. Meteorol.*, 124: 81-97.
- Trombotto, D., Borzotta, E., 2009. Indicators of present global warming through changes in active layer-thickness, estimation of thermal diffusivity and geomorphological observations in the Morenas Coloradas rockglacier, Central Andes of Mendoza, Argentina. *Cold Regions Science and Technology*, 55: 321-330.
- Tu, X., Dai, F., 2008. Analytical solution for one-dimensional heat transfer equation of soil and, evaluation for thermal diffusivity, *Chin. J. Geotech. Eng.*, 30(5): 652-657.
- Usovich, B., Lipiec, J., Usovich, J.B., 2008. Thermal conductivity in relation to porosity and hardness of terrestrial porous media. *Planetary and Space Science*, 56: 438-447.
- Voronin, A.D., 1986. *Basic Physics of Soils* (Mosk. Gos. Univ., Moscow), 246 p. (in Russian)
- Wang, Z.H., 2012. Reconstruction of soil thermal field from a single depth measurement. *Journal of Hydrology*, 464-465: 541-549.
- Zambra, C.E., Moraga, N.O., 2013. Heat and mass transfer in landfills: Simulation of the pile self-heating and of the soil contamination. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 66: 324-333.
- Zhang, T., Osterkamp, T.E., 1995. Considerations in determining thermal diffusivity from temperature time series using finite difference methods. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 23: 333-341.
- Zhang, Y., Gao, P., Yu, Z., Fang, J., Li, C., 2014. Characteristics of ground thermal properties in Harbin, China. *Energy and Buildings*, 69: 251-259.
- Zheng, X., Zhang, L., Ren, Q., Qian, H., 2013. A thermal response method of calculating a soil's thermal properties when backfill material information is unavailable. *Energy and Buildings*, 56: 146-149.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260987



Saanen x Kıl Keçi melezi (G₁) çebiçlerin erken (7-8 aylık) yaşta damızlıkta kullanılabilme imkanları

Hacer Tüfekçi, Mustafa Olfaz

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü 55139 Samsun

*Sorumlu yazar/corresponding author: tufekcihacer@hotmail.com

Geliş/Received 01/04/2016

Kabul/Accepted 03/06/2016

ÖZET

Bu çalışmada çebiçlerin doğdukları yıl damızlıkta kullanılmasının döl veriminde ve oğlakların büyüme özelliklerinde herhangi bir olumsuzluğa sebep olup olmadığının ortaya konulması amaçlanmıştır. Saanen x Kıl Keçi Melezi (G₁) keçi ve çebiç gruplarının döl verimi, gelişme özellikleri, süt verimi, canlı ağırlıkları ve vücut ölçüleri belirlenmiş ve elde edilen veriler karşılaştırılmıştır. Araştırmada 96 baş Saanen x Kıl Keçi Melezi (G₁) çebiç ve 24 baş Saanen x Kıl Keçi Melezi (G₁) keçi (2-3 yaş) kullanılmıştır. Saanen ve Kıl Keçi Melezi (G₁) keçi ve çebiç gruplarında sırasıyla; gebelik oranı %95.8, %92.7; doğum oranı %87.5, %76.1; tekiz, ikiz, üçüz doğum oranları %28.6, %42.8, %19.1 ve %68.5, %23.3, %2.7; oğlak verimi ise %171.4 ve %123.3 olarak bulunmuştur. Oğlakların 30. gün ve 75. gün canlı ağırlıkları, vücut ölçüleri, 30. gün, 75. gün ve 180. gün yaşama gücü değerleri benzerlik göstermiştir. Keçi ve çebiç grupları; döl verimi, canlı ağırlık, canlı ağırlık artışları, vücut ölçüleri, yaşama güçleri ve süt verimleri bakımından karşılaştırıldığında çebiçlerde keçilere göre bir gerilik görülse de çebiçlerin erken yaşta damızlıkta kullanılması hayvanların verimli ömür süresini uzatarak ekonomik açıdan yetiştiriciye daha faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Canlı ağırlık
Döl verimi
Erken yaşta damızlıkta kullanma
Süt verimi

Possibilities of using Saanen x Hair Goat crossbred (G₁) kids as breeding goat at early ages (7-8 months)

ABSTRACT

The objectives of this study were to investigate the possibilities of using kids as breeding goat in the first year of life, determine the fertility, production and growing traits of the kids. Fertility, mating, milk production, live weights and body measurements were determined of Saanen x Hair Goat crossbred (G₁) goat and kid groups and the obtained data were compared. In the study, 96 Saanen x Hair Goat crossbred (G₁) kids and 24 Saanen x Hair Goat crossbred (G₁) goats (2-3 age) were used. While the rate of pregnancy and birth of Saanen x Hair Goat crossbred (G₁) goat and kid groups were respectively 95.8%, 92.7% and 87.5%, 76.1%; the rate of single, twin and triplet birth were 28.6%, 68.5%; 42.8%, 23.3% and 19.1%, 2.7%. The kid yields of Saanen x Hair Goat crossbred (G₁) goat and kid groups were 171.4% and 123.3%. The live weights and body measurements of the kids on the 30th and 75th day and survival ability on the 30th, 75th and 180th day were similar in the two groups. In spite of a decline has been shown in fertility, live weight, live weight gain, body measurements, viability and milk yield when impaired the goat and kid groups, it is concluded that using kids in breeding in early ages may be more useful economically for breeders in terms of prolonging the lifetime of animals.

Keywords:
Live weight
Fertility
Possibility of early breeding
Milk yield

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Keçi; eti, sütü, kılı, tiftiği ve derisinden yararlanılabilen, dünyanın farklı iklim koşullarına sahip tüm bölgelerinde yetiştiriciliği yapılan bir çiftlik hayvanıdır. Türkiye’de keçi yetiştiriciliği yüzyıllardır geleneksel olarak yapılan bir üretim dalı olup

yetiştirildikleri bölgenin ekonomisine ve sosyo-kültürel yapısına önemli düzeyde katkı sağlamaktadır (Bolcalı ve Küçük, 2012).

Ülkemiz keçi ırkları arasında farklı ekolojik koşullara uyum sağlamış olan ekonomik ırk Kıl Keçileridir (Şengonca, 1989; Güney ve Darcan, 2001; Ağaoglu ve ark., 2012). Ancak, ülkemizde keçi

yetiştiriciliği için Kıl Keçilerinin genetik potansiyeli önemli bir sorundur. Bu keçilere ek yemleme yapılması ise çoğu zaman ekonomik bulunmamakta ve alışkanlıkların da etkisi ile ekstansif üretim tercih edilmektedir (Gül ve ark., 2010). Bu durum, keçi yetiştiriciliğindeki potansiyelin tam olarak değerlendirilememesi gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Oysa artan nüfus oranına göre yetersiz kalan hayvansal üretim düzeyini artırabilmek için hayvan sayısı ile birlikte verim seviyesini de arttırmanın yolları bulunmalıdır. Keçi başına üretimi yükseltmenin yolu gerekli bakım ve besleme şartları sağlayarak seleksiyon ve melezleme yolu ile verimleri yükseltmektir (Şengonca ve ark., 1970; Özcan ve ark., 1974; Demirören ve Taşkın, 1994). Bu amaçla Kıl Keçileri ile saf sütçü ırklar arasında melezleme programları yapılmaktadır. Ülkemizde Kıl Keçilerinin ıslahı amacıyla yürütülen melezleme çalışmalarının çoğunda dünyada süt verimi en yüksek ırk olarak tanınan Saanen genotopinin ağırlıklı olarak kullanıldığı görülmektedir (Koylu, 2009). Saanen ırkının en önemli özelliklerinden birisi farklı iklim koşullarına uyma yeteneğidir. Aynı zamanda erken yaşta cinsi olgunluğa ulaşırlar. Böylece daha erken yaşta damızlıkta kullanılabilirler. Damızlıkta kullanma yaşı, hayvanın ırkı, beslenme durumu, iklim şartları, doğum mevsimi, enlem derecesi ve yaş gibi faktörlere göre değişim göstermekle birlikte, asıl belirleyici kriter hayvanın canlı ağırlığıdır. Oğlakların damızlıkta kullanılabilmesi için ergin vücut ağırlığının %60-70'ine (Everett ve ark., 1971; Demirören ve Kaymakçı, 1982) veya doğum ağırlığının yaklaşık 9 katına ulaşmaları yeterlidir (Halfez, 1953). Erken yaşta damızlıkta kullanma ile; hayvanların verimli ömür sürelerini uzatmak; döl, süt, et, deri verimlerinin de artması anlamına gelmektedir. Ayrıca erken yaşta damızlıkta kullanılan hayvanların analık kabiliyetlerinin daha yüksek olması beklenmektedir (Hulent, 1969; Less, 1971).

Bu çalışmada Saanen x Kıl Keçi Melezi (G₁) keçi ve çebicilerin gelişme özellikleri, aşım, döl verimi, süt verimi, canlı ağırlıkları ve vücut ölçüleri belirlenerek elde edilen veriler karşılaştırılıp değerlendirilmiştir. Gerekli bakım ve besleme şartları sağlanarak çebicilerin damızlıkta kullanılabilme yaşının ve gelecekteki verimlerinin ortaya konulması ile doğdukları yıl damızlıkta kullanıldığında döl verimi ve oğlakların büyüme özelliklerinde herhangi bir olumsuzluğa yol açıp açmayacağını ortaya konulması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın hayvan materyalini Çanakkale bölgesinden 2010 yılı Ağustos ayında temin edilen toplam 96 baş Saanen x Kıl Keçi (G₁) Melezi çebic ve 24 baş Saanen x Kıl Keçi (G₁) Melezi keçi (2-3 yaş) oluşturmuştur. Deneme Kastamonu İli Damızlık Koyun Keçi Yetiştiricileri Birliği'ne üye merkeze bağlı 6

işletmede yürütülmüştür. Her işletmeye 16 Saanen x Kıl Keçi (G₁) Melezi çebic, 4 Saanen x Kıl Keçi (G₁) Melezi keçi ve 1 Saanen x Kıl Keçi (G₁) Melezi teke rastgele verilmiştir.

Araştırmada hayvanlar günlük 3-4 saat meradan faydalandırılmıştır. Saanen x Kıl Keçi Melezi (G₁) keçi ve çebicilere teke katımından 15 gün öncesinden başlamak üzere doğum sonrasına kadar meraya ek olarak %14 ham protein ve 2750 kcal metabolik enerji içeren 0.5 kg toklu besi yemi verilmiştir. Oğlaklar sabah ve akşam olmak üzere günde iki kez emzirilmiştir. Doğumdan 15 gün sonrasına kadar anne ve yavrular meraya çıkarılmamıştır. Oğlaklar 2.5 aylık olduklarında süttten kesilmişlerdir ve bu dönemden sonra anneleriyle beraber meraya çıkarılmıştır. Doğumdan 10 gün sonra oğlakların yem bölmelerine rumen gelişimi için kaliteli kaba yem konulmuştur.

2.2. Yöntem

Araştırmada teke katımı serbest aşım yöntemine göre Ekim ayında yapılmıştır. Teke katım dönemi öncesi bütün hayvanların kulak numaraları kontrol edilerek kayıt altına alınmıştır. Günlük olarak aşım yaptırılan keçilerin aşım tarihleri ve kulak numaraları kaydedilmiştir. Tekeler aşım işlemi bittikten sonra sürüden çıkarılarak ayrı bir bölmede barındırılmıştır. Doğum mevsimi Mart-Nisan aylarında gerçekleşmiştir. Doğan oğlakların, ilk 24 saat içinde doğum ağırlıkları, kulak numaraları, doğum tarihi, doğum şekli ve cinsiyetleri kaydedilmiştir.

Canlı ağırlık ölçümleri; annelerde teke katımı öncesi ve doğum sonrasında, oğlaklarda ise doğumdan ilk 24 saat içinde 100 g'a kadar hassas dijital terazi ile tartılarak alınmıştır. Oğlaklarda, ilk doğan oğlak 1 aylık yaşta olduğunda tekrar tartıma başlanmış ve aylık periyotlar şeklinde kontrol günü akşamdan aç bırakılarak tartım yapılmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak 30., 75. ve 180. gün canlı ağırlıkları ve canlı ağırlık artışları tespit edilmiştir. Doğan oğlakların 30. ve 75. günde vücut ölçüsü olarak cidago yüksekliği, sağrı yüksekliği, vücut uzunluğu, kürekler arkası göğüs genişliği, göğüs derinliği ölçü bastonuyla; göğüs çevresi, but çevresi ve ön incik çevresi ise ölçü şeridi ile tespit edilmiştir (Ertuğrul, 1991).

Keçilerde sağım kontrolü doğumdan bir hafta sonra başlamış ve laktasyonun sonuna kadar aylık periyotlar şeklinde yapılmıştır. Süt veriminin belirlenmesi doğumu takiben ayda bir, günde tek sağım olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Keçilerin günlük süt verimi 100 g'ın altına düştüğünde sağıma son verilmiştir. Süt kontrol kayıtlarından yararlanarak keçilere ait laktasyon süt verim miktarları ve laktasyon süreleri Akdeniz yöntemine göre hesaplanmıştır (Kaymakçı, 1996).

Denemede elde edilen veriler "Tesadüf Parselleri Deneme Deseni"ne göre SPSS (Box ve ark., 1971) istatistik paket programında analiz edilmiştir. Kullanılan analiz yöntemi aşağıda verilmiştir.

$$Y_{ij} = \mu + \gamma_i + e_{ij}$$

Y_{ij} = Gözlem değeri

μ = İncelenen özelliğe ait popülasyon ortalaması

γ_i = i inci yaşın etkisi

e_{ij} = Tesadüfi hata

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Döl verim özellikleri

Çalışmada elde edilen bulgulara göre grupların ortalama döl verim değerleri Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1 incelendiğinde kısırılık oranı ve yavru atma oranı çebicilerde yüksek bulunmuştur. Bu durum çebicilerin doğuran hayvan başına oğlak veriminin düşük olmasına neden olmuştur. Döl verimi, sürünün devamlılığı, ticari işletmelerin karlılığı ve verimliliği açısından önemli bir özelliktir. Elde edilen verilere bakıldığında keçi grubu çebic grubundan daha üstün durumdadır, bu da yaşın etkisinden kaynaklanan bir durumdur. Elde edilen sonuçlar ilgili literatürle (Riberio ve ark., 2000; Şengonca ve ark., 2003; Vatansver ve Akçapınar, 2009) benzerlik göstermektedir. Keçi ve çebicilerde üçüz doğum oranlarının düşük oluşu beklenen bir durumdur.

3.2. Doğum ve büyüme özellikleri

Saanen x Kıl Keçi Melezi (G_1) keçi ve çebic gruplarının oğlakların doğum, 30.gün, 75. gün ve 180. gün canlı ağırlıkları ve bu dönemlerdeki canlı ağırlık artışları Çizelge 2 ve Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 2 incelendiğinde, doğum ağırlığı bakımından çebic grubu dişi ikiz ve erkek üçüz oğlaklarının doğum ağırlıkları, keçi grubu dişi ikiz ve erkek üçüz oğlaklarının doğum ağırlıklarından istatistik olarak önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P<0.05$). Doğum ağırlığı, yavrunun yaşama gücü ve daha sonraki dönemlerdeki canlı ağırlık artışları bakımından önemlidir. Genel olarak

bakıldığında erkek oğlakların dişi oğlaklardan ve tekiz oğlakların ikiz oğlaklardan daha yüksek doğum ağırlığına sahip olduğu görülmüştür. Doğum ağırlığı üzerine doğum tipi ve cinsiyetin etkisi bakımından Şengonca ve ark. (2003); Tozlu (2006); Bolacalı ve Küçük (2011)’in tespit ettiği bulgular araştırmada elde edilen bulguları desteklemektedir. Keçi grubu oğlakların doğum ağırlığı, çebic grubu oğlaklarından düşüktür ancak keçi grubuna ait dişi ve erkek oğlakların 30. gün canlı ağırlıkları, çebic grubunun oğlaklarıyla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bu durum keçi grubunun süt veriminin çebic grubundan daha yüksek olmasından kaynaklanmıştır. Keçi ve çebic gruplarında 30. gün canlı ağırlıkları üzerinde cinsiyetin etkisi önemsiz bulunmuştur. Elde edilen bulgular Koşum ve ark. (2004)’nin buldukları sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Keçi ve çebic gruplarında 75. gün ağırlığında cinsiyet ve doğum tipinin etkisi dişi üçüz oğlaklarda önemli bulunmuştur ($P<0.05$). 180. gün ağırlığı bakımından keçi ve çebic gruplarının dişi ve erkek tekiz oğlaklarında farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Keçi ve çebic grubu oğlakların 75. gün ağırlıkları incelendiğinde erkeklerin dişilerden ve tekizlerin ikiz ve üçüzlerden daha ağır olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuçlar Uğur ve ark. (2003)’nin yaptıkları çalışma sonuçları ile benzerlik göstermesine rağmen Şimşek ve Bayraktar (2006) tarafından yapılan çalışmada elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur. 180. gün ağırlığı bakımından elde edilen sonuçlar Ulutaş ve ark. (2010) ve Atay ve ark. (2010)’nin verdiği bildirişlerle benzerlik göstermesine rağmen Vatansver ve Akçapınar (2006) tarafından yapılan çalışma sonuçlarından yüksek bulunmuştur. Bu farklılık keçi grubu oğlaklarının çebic grubu oğlaklarından daha fazla canlı ağırlık kazancı göstermelerinden kaynaklanmıştır.

Çizelge 1. Saanen x Kıl Keçi melezi (G_1) keçi ve çebic gruplarının döl verimlerine ait tanımlayıcı değerler

Özellikler	Keçi grubu		Çebic grubu	
	Sayı	Oran (%)	Sayı	Oran (%)
Tekealtı Keçi	24	-	96	-
Kısır Kalan Keçi	1	4.2	7	7.3
Gebe Kalan Keçi	23	95.8	89	92.7
Yavru Atan Keçi	2	8.7	16	18
Doğuran Keçi	21	87.5	73	76.1
Ölü Doğum Yapan Keçi	2	9.5	4	5.5
Tek Doğuran	6	28.6	50	68.5
İkiz Doğuran	9	42.8	17	23.3
Üçüz Doğuran	4	19.1	2	2.7
Doğan Oğlak	36	-	90	-
Canlı Doğan Oğlak	31	-	81	-
Sütten Kesilen Oğlak	29	-	80	-
Tekealtı Keçi Başına Doğan Oğlak	-	150	-	93.7
Tekealtı Keçi Başına Sütten Kesilen Oğlak	-	120	-	83.3
Doğuran Keçi Başına Sütten Kesilen Oğlak	-	138	-	109.6
Doğuran Keçi Başına Doğan Oğlak	-	171.4	-	123.3

Çizelge 2. Saanen x Kıl Keçi melezi (G₁) keçi ve çebiç grubu oğlaklarının çeşitli dönemlerdeki canlı ağırlıkları (kg)

Cinsiyet	Doğum tipi	n	Doğum ağırlığı ± S X	n	30. gün ağırlığı ± S X	n	75. gün ağırlığı ± S X	n	180. gün ağırlığı ± S X
Çebiç grubu									
Dişi	Tekiz	21	2.94±0.20	21	7.24±0.30	21	12.93±0.58	20	21.33±0.73*
	İkiz	18	2.96±0.22*	16	6.86±0.49	16	12.16±0.90	16	20.55±1.64
	Üçüz	2	1.92±0.67	2	4.76±0.73	2	7.97±1.03*	2	14.56±2.64
Erkek	Tekiz	25	3.14±0.20	22	8.22±0.23	22	14.28±0.45	22	23.43±1.04*
	İkiz	13	2.79±0.30	11	6.87±0.72	11	13.30±1.20	11	23.80±1.60
	Üçüz	2	2.50±0.00*	2	8.43±0.00	2	13.36±0.00	2	20.19±0.00
Ortalama		81	2.99±0.10*	74	7.35±0.20	74	13.10±0.36	73	21.94±0.59*
Keçi grubu									
Dişi	Tekiz	3	3.37±0.62	3	8.14±1.08	2	16.34±4.42	2	27.29±7.30*
	İkiz	8	2.19±0.09*	8	6.87±0.39	8	13.62±0.66	8	22.81±0.93
	Üçüz	4	1.85±9.96	4	5.85±0.68	4	11.44±0.98*	4	20.51±3.50
Erkek	Tekiz	3	3.37±0.59	3	8.47±0.74	3	14.67±0.79	3	30.72±2.79*
	İkiz	10	2.62±0.18	10	7.20±0.52	10	13.57±0.93	10	24.71±1.37
	Üçüz	3	2.25±0.25*	3	7.29±1.32	2	14.65±1.24	2	23.27±2.66
Ortalama		31	2.15±0.12*	31	7.07±0.27	29	13.56±0.49	29	24.19±0.93*

* Aynı sütunda işaretli ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0.05)

Keçi ve çebiç gruplarında doğum-30. gün canlı ağırlık artışlarına bakıldığında; keçi grubunun oğlaklarının çebiç grubundan ve erkek oğlakların dişilerden daha ağır oldukları görülmektedir. Keçi ve çebiç grubu oğlaklarının doğum-75. gün canlı ağırlık artışlarında, dişi üçüz oğlaklar arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Oğlaklarda doğum-180. gün canlı ağırlık artışlarına bakıldığında

çebiç ve keçi grubu dişi ve erkek tekiz oğlaklar arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Genel olarak doğum-180. gün canlı ağırlık artışları dişi oğlaklarda erkeklerden ve çebiçlerde keçilerden daha azdır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgulara göre; oğlakların 30. ve 75. gün canlı ağırlık artışları benzer olup 180. gün ağırlık ve canlı ağırlık artışı bakımından çebiç grubu oğlaklarının biraz

Çizelge 3. Saanen x Kıl Keçi melezi (G₁) keçi ve çebiç grubu oğlaklarının çeşitli dönemlerdeki canlı ağırlık artışları (g)

Cinsiyet	Doğum tipi	n	30. gün GCAA ± S X	n	75. gün GCAA ± S X	n	180. gün GCAA ± S X
Çebiç grubu							
Dişi	Tekiz	21	147.50±0.09	21	132.70±0.07	20	101.70±0.04*
	İkiz	16	128.80±0.14	16	121.70±0.12	16	95.30±0.10
	Üçüz	2	94.00±0.02	2	80.00±0.05*	2	70.00±0.11
Erkek	Tekiz	22	171.00±0.08	22	148.60±0.06	22	112.60±0.05*
	İkiz	11	137.5±0.221	11	139.60±0.15	11	116.3±0.09
	Üçüz	2	164.00±0.00	2	131.00±0.00	2	92.00±0.00
Ortalama		74	147.10±0.00	74	134.50±0.00	73	104.50±0.00*
Keçi grubu							
Dişi	Tekiz	3	158.50±0.15	2	172.50±0.50	2	132.50±0.37*
	İkiz	8	156.00±0.15	8	152.10±0.01	8	114.80±0.05
	Üçüz	4	133.50±0.25	4	127.30±0.14*	4	112.00±0.16
Erkek	Tekiz	3	169.30±0.31	3	150.30±0.08	3	151.30±0.17*
	İkiz	10	151.4±0.15	10	145.50±0.13	10	122.30±0.07
	Üçüz	3	168.00±0.53	2	165.00±0.20	2	116.50±0.15
Ortalama		31	151.50±0.00	29	146.90±0.00	29	121.30±0.00*

* Aynı sütunda işaretli ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0.05). GCAA: Günlük canlı ağırlık artışı

düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular Şimşek ve Bayraktar (2007) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

3.3. Vücut ölçüleri

Keçi ve çebic grubu oğlaklarda 30. gün vücut ölçülerine ait bulgular Çizelge 4. te verilmiştir. Vücut uzunluğu ve cidago yüksekliği bakımından keçi grubu oğlakların daha yüksek değerler gösterdiği ve genel olarak dişi oğlakların erkek oğlaklarından daha düşük değerler gösterdiği tespit edilmiştir. Bu

farklılıkların nedenleri arasında erkek oğlakların testosteron ile büyüme hormonu arasındaki pozitif ve sinerjistik etkiden ve keçi grubu oğlaklarının çebic grubu oğlaklarından daha fazla canlı ağırlık artışı kazanmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Khan ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmanın sonuçları elde edilen bulguları desteklemektedir. Genel olarak bakıldığında oğlaklarda kürekler arkası göğüs genişliğinde doğum tipinin etkisi önemlidir, çünkü bir batında doğan yavru sayısı arttıkça bu yavruların ileriki dönemlerdeki gelişmelerinin tekizlere göre düşük olması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4. Saanen x Kıl Keçi melezi (G₁) keçi ve çebic grubu oğlaklarının 30. gün vücut ölçüleri

Cinsiyet	DT	n	VU ± S X	CY ± S X	KAGG ± S X	GD ± S X	SY ± S X	GÇ ± S X	ÖİÇ ± S X	BÇ ± S X
Çebic grubu										
Dişi	Tekiz	21	50.8±0.97	49.0±1.07	20.5±0.49	12.2±0.49*	51.2±1.14	54.9±1.47	7.0±0.18	68.2±1.63
	İkiz	16	48.7±0.77*	47.5±1.11*	19.6±0.58*	11.2±0.45*	49.1±1.33*	52.8±1.87*	6.6±0.22	67.0±1.79
	Üçüz	2	42.5±2.50	42.0±2.00	15.5±1.50*	9.0±1.00*	42.0±4.00*	43.5±3.50*	5.0±0.00*	59.5±4.50
Erkek	Tekiz	22	51.0±0.93	50.2±0.92*	21.1±0.47	12.7±0.40	53.5±1.07	56.9±1.01	7.4±0.20	71.4±1.22*
	İkiz	11	50.5±1.67	49.2±1.64	20.6±0.61	12.8±0.96	51.0±1.91	54.9±1.77	7.6±0.25	70.0±2.30
	Üçüz	2	44.0±0.00	51.0±0.00*	19.0±0.00*	10.0±0.00*	54.0±0.00*	54.0±0.00	7.0±0.00	60.0±0.00
Ortalama		74	50.2±0.52*	49.0±0.55*	20.4±0.26	12.1±0.26*	51.2±0.64*	54.8±0.74*	7.1±0.11	68.9±0.82
Keçi grubu										
Dişi	Tekiz	3	57.0±9.00	51.5±9.50	23.5±4.50	15.5±3.50*	55.5±8.50	63.5±13.50	7.5±1.50	77.0±11.00
	İkiz	8	53.6±1.64*	51.7±1.26*	21.3±0.84*	13.8±0.64*	54.7±1.51*	59.7±2.44*	7.1±0.29	71.7±2.77
	Üçüz	4	51.2±2.46	50.2±2.50	20.5±1.19*	12.2±1.11*	51.5±2.19*	55.7±3.04*	7.0±0.58*	61.2±4.19
Erkek	Tekiz	3	53.0±3.00	59.3±7.84*	20.0±2.66	13.0±2.00	52.3±3.18	59.0±4.62	7.6±0.88	63.3±4.63*
	İkiz	10	52.5±2.26	52.2±1.97	21.8±0.92	12.7±0.92	54.4±2.35	58.9±3.26	7.7±0.42	74.9±3.07
	Üçüz	3	48.0±7.00*	49.5±0.50*	20.5±0.50*	12.5±0.50	52.0±2.00*	56.50±3.50	7.5±0.50	57.5±7.50
Ortalama		31	52.8±1.13*	52.1±1.21*	21.3±0.52	13.2±0.46*	53.7±1.04*	58.8±1.52*	7.4±0.20	70.1±1.90

*Aynı sütunda işaretli ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (P<0.05). DT: Doğum tipi; VU: Vücut uzunluğu; CY: Cidago yüksekliği; KAGG: Kürekler arkası göğüs genişliği; GD: Göğüs derinliği; SY: Sağrı yüksekliği; GÇ: Göğüs çevresi; ÖİÇ: Ön incik çevresi; BÇ: But çevresi

Elde edilen bulgulara göre keçi ve çebic gruplarının dişi oğlaklarında göğüs derinliği üzerinde doğum tipinin etkisi önemli bulunmuştur. Erkek oğlaklarda ise göğüs derinliği üzerinde doğum tipinin etkisi sadece üçüzlerde önemli bulunmuştur. Bu farklılığın dişi doğan oğlaklarda ikizlik ve üçüzlük oranının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Elde edilen bulgular Teke ve ark. (2011) tarafından yapılan çalışma sonucundaki değerlerle benzerlik göstermektedir. Oğlaklarda göğüs çevresi bakımından dişilerin erkeklerden daha fazla ve değişken gelişme göstermesi; bu farklılıklarda da göğüs çevresi uzunluğunda doğum tipinin etkisinin çoklu doğumlarda daha düşük olması beklenen bir sonuçtur. Elde edilen değerler Khan ve ark. (2006) tarafından yapılan çalışmada elde edilen değerlerden düşük bulunmuştur. But çevresi bakımından keçi grubu tekiz erkek oğlakları ile çebic grubu tekiz erkek oğlakları arasındaki fark önemli bulunmuştur (P<0.05). Bu bulgular Cengiz ve ark.

(1995) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile benzerdir.

Keçi ve çebic grubu oğlaklarda 75. gün vücut ölçülerine ait bulgular Çizelge 5'de verilmiştir. Vücut uzunlukları, cidago yüksekliği, kürekler arası göğüs genişliği, göğüs derinliği ve sağrı yüksekliği bakımından keçi grubu oğlakların ortalamalarının çebic grubu oğlaklardan daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu farklılık keçi grubu oğlaklarının çebic grubu oğlaklarından 75. günde daha fazla canlı ağırlık kazancına sahip olmalarından kaynaklanmaktadır. Elde edilen bu değer Tozlu (2006) tarafından aynı ırkta yapılan çalışmada elde edilen değerden düşük bulunmuştur. Oğlaklardaki 75. gün vücut uzunluğu bakımından bulunan sonuçlar 30. günde bulunan vücut uzunluğu ile doğru orantılı bir şekilde artış göstermiştir.

3.4. Süt verim özellikleri

Keçi ve çebic gruplarında laktasyon süt verimi ve

Çizelge 5. Saanen x Kıl Keçi melezi (G₁) keçi ve çebiş grubu oğlaklarının 75. gün vücut ölçüleri

Cinsiyet	DT	n	VU ± S X	CY ± S X	KAGG ± S X	GD ± S X	SY ± S X	GÇ ± S X	ÖİÇ ± S X	BÇ ± S X
Çebiş grubu										
Dişi	Tekiz	21	53.4±0.99	56.3±1.14	22.1±0.51*	13.5±0.49	57.7±1.17	63.8±1.43*	7.5±0.18	79.5±1.75
	İkiz	16	50.6±0.68*	54.3±0.97*	21.1±0.48	12.4±0.43*	56.3±1.01*	61.0±1.45	7.5±0.18	77.1±1.39
	Üçüz	2	44.5±4.50	42.0±2.00	15.5±1.50	11.0±1.00	50.0±4.00	56.0±9.00	5.0±0.00*	69.5±7.50
Erkek	Tekiz	22	53.2±1.01	56.8±1.27	22.8±0.56	13.7±0.47	58.7±1.09	64.6±1.70*	8.1±0.32	81.2±1.97*
	İkiz	11	53.7±1.56	56.8±1.70	22.5±0.58	14.3±0.91	59.0±1.45	64.3±1.71	8.4±0.30	80.4±2.18
	Üçüz	2	47.0±0.00	56.0±0.00	22.0±0.00	11.0±0.00	58.0±0.00	61.0±0.00	8.0±0.00	83.0±0.00
Ortalama		74	52.5±0.54*	56.0±0.60*	22.0±0.28*	13.3±0.25	57.7±0.58*	63.3±0.76*	7.7±0.13	79.7±0.93
Keçi grubu										
Dişi	Tekiz	2	59.0±9.00	62.5±7.50	26.0±4.00*	16.0±3.00	63.5±7.50	74.5±3.50*	8.0±1.00	83.5±6.50
	İkiz	8	55.3±1.80*	58.3±1.32*	22.7±1.01	14.2±0.73*	60.6±1.49*	64.7±3.06	7.3±0.37	82.0±3.35
	Üçüz	6	52.5±2.90	50.2±2.49	20.5±1.19	12.7±1.32	57.2±3.35	62.5±5.20	7.0±0.58*	75.5±3.77
Erkek	Tekiz	2	58.5±0.50	61.0±1.00	25.5±0.50	16.0±0.00	64.5±1.50	78.0±1.00*	9.5±0.50	94.0±1.00*
	İkiz	9	55.6±2.36	60.4±2.60	24.2±1.26	13.7±1.00	61.7±2.52	67.5±2.87	8.3±0.50	85.6±3.48
	Üçüz	2	50.5±6.50	55.0±1.00	21.5±1.50	13.5±1.50	56.0±1.00	60.5±7.50	7.5±0.50	73.5±6.50
Ortalama		29	55.3±1.19*	58.9±1.11*	23.4±0.60*	14.10±0.47	60.3±1.19*	66.7±1.81*	7.8±0.24	82.4±1.84

* Aynı sütunda işaretli ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir(P<0.05). DT: Doğum tipi; VU: Vücut uzunluğu; CY: Cidago yüksekliği; KAGG: Kürekler arkası göğüs genişliği; GD: Göğüs derinliği; SY: Sağrı yüksekliği; GÇ: Göğüs çevresi; ÖİÇ: Ön incik çevresi; BÇ: But çevresi

laktasyon süresi ile ilgili veriler Çizelge 6'da verilmiştir. Elde edilen bulgulara göre keçi ve çebiş gruplarında laktasyon süt verimi ve laktasyon süresi arasındaki farklar istatistik olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Keçi grubunda laktasyon süt verimi ve laktasyon süresi

çebiş grubundan daha yüksek bulunmuştur. Bu durum yaşın süt verimine etkisinin doğal bir sonucudur. Elde edilen bulgular Şengonca ve ark. (2003)'ün bulduğu sonuçlarla uyum içerisinde.

Çizelge 6. Keçi ve çebiş gruplarında laktasyon süt verimi, laktasyon süresi ve günlük ortalama süt verimi

İncelenen faktörler	n	Laktasyon süt verimi (kg) ± S X	Laktasyon süresi (gün) ± S X	Günlük ortalama süt verimi (kg)
Çebiş	80	90.82 ± 3.82*	224.46 ± 2.63*	0.40
Keçi	21	145.28 ± 13.48*	247.93 ± 7.93*	0.58

* Aynı sütunda işaretli ortalamalar arasındaki fark istatistik olarak önemlidir(P<0.05)

4. Sonuç

Dişi ve erkek oğlakların erken yaşta damızlıkta kullanılması temelde kalıtsal bir yetenek olan erken gelişme özelliğine dayanır. Yapılan araştırmalarda keçiler yaşamlarının erken dönemlerinde çiftleştirilmek isteniyorsa nispeten yüksek besleme düzeyinin uygulanması gerektiği tespit edilmiştir. Çünkü genel vücut gelişimi ile cinsel gelişim arasında yakın bir ilişki söz konusudur. Enerji alımının artması vücut büyümesinde olduğu gibi, üreme organlarının ve endokrin bezlerinin de gelişimini hızlandırmaktadır.

Sonuç olarak keçi ve çebiş grupları; döl verimi, canlı ağırlık, canlı ağırlık artışları, vücut ölçüleri, yaşama güçleri ve süt verimleri bakımından karşılaştırıldığında çebişlerde keçilere göre bir gerilik görülse de çebişlerin

erken yaşta damızlıkta kullanılması hayvanların verimli ömür süresini uzatarak ekonomik açıdan yetiştiriciye daha faydalı olacağı sonucuna varılmıştır. Bu konu ile ilgili yapılmış araştırma sayısının sınırlı olması nedeniyle elde edilen sonuçların pekiştirilmesi için daha büyük sürülerde yapılacak benzer araştırmalara gereksinim vardır.

Kaynaklar

- Ağaoğlu, Ö.K., Çınar Kul, B., Akyüz, B., Elmaz, Ö., Özçelik, M., Saatçı, M., Ertuğrul, O., 2012. Identification of \hat{A} -Lactoglobulin Gene Sacı Polymorphism in Honamli, Hair and Saanen Goat Breeds Reared in Burdur Vicinity. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 18(3): 385-388.
- Atay, O., Gökdağ, Ö., Eren, V., 2010. Yetiştirici Koşullarında Kıl Keçilerin Kimi Verim Özellikleri. Adnan Menderes

- Üniversitesi, Çine Meslek Yüksekokulu, Ulusal Keçicilik Kongresi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Çanakkale.
- Bolacalı, M., Küçük, M., 2011. Muş Bölgesinde yetiştirilen saanen oğlaklarının büyüme performansı ve yaşama gücü. Araştırma Makalesi Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Der., 2(1): 125-131.
- Bolacalı, M., Küçük, M., 2012. Fertility and milk production characteristics of saanen goats raised in Muş Region. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 18(3): 351-358.
- Box, G.E.P., Connor, L.R., Cousio, W.R., Davies, O.L., Himsforth, F.R., Sillitto, G.P., 1971. The Desing and Analysis of Industrial Experiments. T ve A Constable Ltd. Edinburg. 623.
- Cengiz, F., Dellal, G., Karakaya, A., 1995. Akkeçi oğlaklarında büyüme ve gelişme özellikleri. Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences, 19: 429-434.
- Demirören, E., Taşkın, T., 1994. Bornova, Saanen ve Saanen x Kilis Genotiplerine ait keçilerin süt verim özellikleri üzerine bir araştırma. Hayvansal Üretim Dergisi, Sayı (35)- Aralık.
- Demirören, E., Kaymakçı, M., 1982. Koyunların erken yaşta damızlıkta kullanılma olanakları. Hayvansal Üretim Dergisi, (19-20): 10-15.
- Ertuğrul, M., 1991. Küçükbaş Hayvan Yetiştirme Uygulamaları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, No, 1211, Yardımcı Ders Kitabı, 348.
- Everett, R.S., Hulet, C.V., Botkin, M.P., 1971. Factors influencing reproduction in ewe lambs. J. Anim. Sci., (36): 1282-7.
- Gül, S., Keskin, M., Biçer, O., 2010. Farklı keçi genotiplerinin doğu akdeniz bölgesi koşullarındaki performanslarının karşılaştırılması 2. Verim özellikleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Antakya, Hatay, Ulusal Keçicilik Kongresi 2010 Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Çanakkale 24-26 Haziran, 211-214.
- Güney, O., Darcan, N., 2001. Süt Keçiciliğinde İleri Tekniklerin Uygulanabilirliği İçin Gerekli Koşullar. Çanakkale'de Keçi Yetiştiriciliği Paneli Çanakkale, 12 Haziran.
- Halfey, E.S.E., 1953. Puberty in female farm animals. Empire J. Exp. Agric., 21- 217.
- Hulent, C.V., Wiggins, E.L., Ercanbrack, S.K., 1969. Estrus in range lambs and its relationship to lifetime reproductive performance. J. Anim. Sci., 28-246.
- Kaymakçı, M., Sönmez, R., 1996. İleri Koyun Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları 365, Bornova-İzmir.
- Khan, H., Muhammad, F., Ahmad, R., Nawaz, G., Rahimullah, M., Zubair, M., 2006. Relationship of body weight with linear body measurements in goats. Journal of Agriculture and Biological Science, 1(3): 51-54.
- Koşum, N., Taşkın, T., Akbas, Y., Kaymakçı, M., 2004. Heritability estimates of birth and weaning weights in Saanen, Bornova and Saanen x Kilis Goats. Pakistan Journal of Biological Sciences 7(11): 1963-1966.
- Koylu, M.U., 2009. İleri Kan Dereceli Saanen Melezi Keçilerin Mersin Koşullarında Adaptasyonu ve Verimleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı, Adana.
- Less, J.L., 1971. Some aspects of reproductive efficiency in sheep. The Vet. REC., 88: 86-95.
- Özcan, L., Pekel, E., Günay, O., 1974. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Yetiştirilen Kilis, Kıl ve GS. Keçilerinde Döl ve Süt Verimi Özellikleri Üzerinde Karşılaştırmalı Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı (5): 1-2, Ankara.
- Ribeiro, A.C., Luii, J.F., Queiroz, S.A., Ribeiro, S.D.A., Resende, K.T., 2000. Genetic and environmental effects on the age at first kidding and kidding interval in A Saanen goat herd. Ars Veterinaria, 16(3): 19.2-197.
- Şengonca, M., Sönmez, R., Alpaz, A.G., 1970. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Yetiştirilen Saanen x Kıl ve Malta x Kıl 1. generasyon melezlerinin çeşitli özellikleri ve verimleri üzerine mukayeseli bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 7(1).
- Şengonca, M., 1989. Küçükbaş Hayvan Yetiştirme. Uludağ Üniversitesi Basım Evi, Üniversiteyi Güçlendirme Vakfı, İşletme İktisadi ve Muhasebe Araşt. ve Uygulama Merkezi No: 27, 170.
- Şengonca, M., Taşkın, T., Koşum, N., 2003. Saanen x Kıl melezlerinin ve saf kıl keçilerinin kimi verim özelliklerinin belirlenmesi üzerine eş zamanlı bir araştırma. Tr. J. Vet. Anim. Sci., 27: 1319-1325.
- Şimşek, U.G., Bayraktar, M., 2006. Kıl Keçisi ve Saanen x Kıl Keçisi (F1) melezlerine ait büyüme ve yaşama gücü özelliklerinin araştırılması. Fırat Üniv. Sağlık Bil. Derg., 20(3): 229-238.
- Şimşek, U.G., Bayraktar, M., 2007. Saanen x Kıl Keçisi F1 ve G1 melezlerinde büyüme ve yaşama gücü özelliklerinin araştırılması. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 21(1): 21-26.
- Teke, B., Akdağ, F., Arslan, S., 2011. Halk elinde yetiştirilen Saanen Keçilerinde bazı döl verimi, büyüme ve davranış özellikleri. İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, Araştırma Makalesi, 37(1): 1-8.
- Tozlu, H., 2006. Amasya İli Kıl Keçisi İslah Projesi Kapsamında Elde Edilen Saanen x Kıl Keçisi (F1) Melezleri İle Saf Kıl Keçilerinin Büyüme ve Diğer Yetiştiricilik Özellikleri Bakımından Mukayesesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Uğur, F., Savaş, T., Dosay, M., Karabayır, A., Ateşoğlu, C., 2003. Growth and behavioral traits of Turkish Saanen kids weaned at 45 and 60 days. Small Ruminant Research, 52: 179-184.
- Ulutaş, Z., Kuran, M., Şirin, E., Aksoy, Y., 2010. Tokat şartlarında yetiştirilen Saanen ırkı keçilerin döl, süt verimi ve oğlakların gelişme özelliklerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Ulusal Keçicilik Kongresi Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Haziran 2010, 215-218.
- Vatansever, H., Akçapınar, H., 2006. Lalahan hayvancılık merkez araştırma enstitüsü'nde yetiştirilen farklı kökenli ankara keçilerinde büyüme, döl verimi ve tiftik özellikleri. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Zootečni Ana Bilim Dalı, Lalahan Hayvan Araştırma Enstitüsü Dergisi, 46(2): 1-11.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 31 (2016)

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

doi: 10.7161/omuanajas.260971



Bazı bölgesel organik atıkların topraksız tarımda (torba kültürü)
kullanılabilme imkanlarının belirlenmesi

İsmail Dönmez^a, Harun Özer^{a*}, Coşkun Gülser^b

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü 55139 Atakum, Samsun

^bOndokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 55139 Atakum, Samsun

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

Geliş/Received 13/11/2015

Kabul/Accepted 09/02/2016

ÖZET

Bu çalışma, topraksız tarımda serada yetiştirilen Bandita F1 salkım domates çeşidinin (*Solanum lycopersicum* L.) verim ve kalitesi üzerine bazı bölgesel organik atıklardan (fındık zuru, çeltik kavuzu ve çay atığı) elde edilen (I. ve II.) ortamlar ile kaya yünü ve Hindistan cevizi lifi ortamlarının etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, farklı yetiştirme ortamlarının meyve rengi (L, chroma ve hue^o) ve suda çözünebilir kuru madde (%), değerleri üzerine önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (P<0.05). Sonuçlara göre, en yüksek verim 3.07 kg ile Hindistan cevizi lifi ortamında belirlenmiştir. Çalışmada, kaya yünü ortamında yapılan yetiştiricilik ile meyve eti sertliği (44.96 N) diğer ortamlara göre daha yüksek bulunurken, en yüksek suda çözünebilir kuru madde içeriği ise %6.7 ile I. yetiştirme ortamında belirlenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre verim ve kalite yönünden Hindistan cevizi lifi ortamı öne çıkmasına rağmen bölgesel yetiştirme ortamlarının kullanılması ile verim ve kalite yönünden istatistiki olarak önemli bir farklılık tespit edilememiştir.

Anahtar Sözcükler:

Domates

Topraksız yetiştiricilik

Yetiştirme ortamı

Determination of the usage possible of some regional organic wastes in soilless
agriculture (bag culture)

ABSTRACT

This study was carried out to determine the effects of media (hazelnut husk, rice husk and tea waste) (I and II) obtained from several regional organic wastes with rockwool and cocopeat on yield and quality of Bandita F1 (*Solanum lycopersicum* L.) tomato varieties in soilless culture in greenhouse condition. In this study, the effect of the different growing medium on fruit color (L, chroma and hue^o) and soluble solids content (%) values (P<0.05) was determined. According to the results, the highest yield (3.07 kg) was determined from cocopeat medium. In the study, fruit firmness performed with cultivation in the rockwool media (44.96 N) was higher than those in other media, the highest total soluble solids content was determined from the I. growth media with the 6.7%. According the results of the research, although the use of cocopeat looks promising in terms of yield and quality, there is no statistically significant differences in terms of yield and quality by the use of regional growth medium.

Keywords:

Tomato

Soilless culture

Growing medium

© OMU ANAJAS 2016

1. Giriş

Dünya sebze üretimi 2014 yılında 1.1 milyar ton seviyesinde olup, domates 347 milyon ton üretimi ile dünya sebze üretiminde birinci sırada yer almaktadır (FAO, 2015). Ülkemiz 27.8 milyon ton sebze üretimi ile dünya dördüncü sırada yer almaktadır. Sebze üretimimizin yaklaşık %87'si açıkta ve %13'lük kısmı ise örtü altında gerçekleştirilmektedir. Serada üretilen sebze türleri arasında ilk sırada domates yer almakta, daha sonra sırası ile hıyar, biber ve patlıcan gelmektedir (Tüzel ve ark., 2015). Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde

son yıllarda görülen artış beraberinde gerek tarımsal ilaçların, gerekse de gübrelerin bilinçsizce kullanımını ortaya çıkarmıştır. Toprağın derinlerine sızan fosfor ve nitrat tatlı su kaynaklarına ulaşmakta ve kimyasal tarım ilaçları toprakta birikerek insan ve çevre sağlığını olumsuz yönde etkileyerek ekolojik dengeyi bozmaktadır. Seralarda monokültür nedeniyle, toprakta hastalık ve zararlı yoğunluğu artmakta ve topraklar çabuk bozulmaktadır. Bunun yanında sera örtüsü seralarda toprakların yağmurun yararlarından yoksun bırakmakta ve yıkanmama nedeniyle tuzluluk önemli bir sorun oluşturmaktadır. Sera bitkilerinin ömürlerinin

uzunluğu, güçlü hibrit çeşitler, yüksek verim, bitki artıklarının bırakılmaması ve yaz aylarındaki yüksek sıcaklıklar nedeniyle organik madde parçalanmasının artması, dezenfeksiyonlarla toprağı besince zenginleştiren solucanların yaşama şansının sınırlandırılması, toprağın bozulmasına neden olan diğer etmenlerdir. Sera topraklarında tüm iyileştirme ve dezenfeksiyon çalışmaları yapılsa dahi, yukarıda belirtilen olumsuzluklar tamamen ortadan kalkmamakta ve her 4-5 yılda bir toprağın değiştirilmesi gerekmektedir (Sevgican, 1989; 2003; Başar, 1995; Gül, 2008).

Dünyada ve ülkemizde örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde, başta çevre kirliliği ve toprak kaynaklı sorunların artması olmak üzere pek çok nedenden dolayı geleneksel yetiştirme sistemleri terk edilmekte ve bunun yerine ise topraksız kültür yetiştirme sistemleri kullanılmaya başlanılmıştır (Aydoğan ve Gül, 1999; Tüzel ve ark., 2007). Toprağın bitkisel üretime uygun olmadığı yerlerde bitki yetiştiriciliğine imkan vermesi, bitki gelişimi ve ürün kalitesinin kontrol altında tutulabilmesine ve su kullanım etkinliğini artırması gibi üstünlüklere de sahip olması nedeniyle pek çok ülkede ticari sera üretiminde topraksız tarım önemli ölçüde benimsenmiştir (Özgümüş ve Kaplan, 1992; Sevgican, 2003; Gül, 2008). Bütün bu avantajlarından dolayı yaygınlaşan topraksız tarım alanları ülkemizde yaklaşık 7000 dekara ulaşmıştır (Şentürk, 2012).

Topraksız yetiştiricilikte organik, inorganik ve sentetik yetiştirme ortamları kullanılmaktadır (Leonardi, 2004; Gül, 2008). Dünyada ve Türkiye’de torf kaynaklarının tüketilmesi, perlit rezervlerinin azalması, kaya yününün atık problemi gibi nedenler yerel kaynaklardan topraksız tarıma uygun, kolay ve ucuz bulunabilen materyallere ilgiyi arttırmıştır (Frolking ve ark., 2001; Tüzel ve Gül, 2008).

Dünyada ve ülkemizde tarımsal üretimin artışıyla beraber hem bitkisel hasat atıkları hem de tarımsal endüstri atıkları miktarları yıldan yıla artış göstermektedir. Bitkisel kökenli atıklar; ciddi bir organik madde kaynağı olmanın yanı sıra içerdiği oldukları bitki besin maddeleri yönünden de önemli bir potansiyele sahiptirler. Günümüzde bu atıklardan uygun karışımlar elde edilerek bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir. Bitkinin stres koşullarına karşı direncini arttırmak başta olmak üzere bazı olumsuz koşulların önüne geçebilmek için topraksız tarımda kullanılan yetiştirme ortamını hazırlarken iki veya daha fazla materyalin karışımının kullanılması gerektiği bildirilmektedir (Çıtak ve ark., 2007; Özer ve Uzun,

2013). Ülkemizde henüz ticari olarak yerel kaynaklardan elde edilmiş özgün bir yetiştirme ortamı bulunmamaktadır. Ekonomik ve çevresel atık yönetimi gibi faktörler nedeniyle bölgemize özgü bir yetiştirme ortamı oluşturulmasının önemini büyüktür (Varış ve Eminoglu, 2003). Bu nedenle yapılan bu çalışma ile, topraksız tarımda kullanılabilecek alternatif organik yetiştirme ortamları ile ticari yetiştirme ortamlarının Samsun ekolojik koşullarında son turfanda topraksız salkım domates yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 28 Haziran - 15 Aralık 2013 tarihleri arasında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Sera Sitesinde yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan sera (120 m²) PE plastik (antifog, antivirüs, infrared ve ultraviyole katkılı) materyali ile örtülü, yarım yay şekilli, çatıdan ve yandan tek taraflı havalandırmaya sahiptir.

Çalışmada bitkisel materyal olarak ticari fide firmasından temin edilmiş, örtüaltı yetiştiriciliğinde özellikle topraksız tarıma uygun Bandita F1 salkım domates çeşidinin fideleri kullanılmıştır. Çalışmada oluşturulan 4 farklı yetiştirme ortamından ikisi bölgesel organik atıklar kullanılarak oluşturulmuştur. Bu amaçla fındık zurufu (kaba ve ince), çeltik kavuzu, çay atığı (kaba ve ince), yanmış çiftlik gübresi ve bahçe toprağından (Izorph7, doğal organik mineralli Kars toprağı) oluşan iki adet organik yetiştirme ortamı 21 L torbalara doldurulmuştur (Çizelge 1). Kaya yünü (100x15x7.5 cm) ve Hindistan cevizi lifi (100x20x5 cm) ise ticari yetiştirme ortamları olarak kullanılmıştır.

Hazırlanan yetiştirme ortamları, serada 16 m uzunluğunda, 25 cm eninde ve %1.5 eğimli torba kanallarına yerleştirilmiştir. Yetiştirme ortamlarının kül ve organik madde analizleri kül fırınında kuru yakma yöntemi ile yapılmıştır. EC ve pH analizleri kaya yünü ortamları 1:2 oranında, Hindistan cevizi lifi ortamları 1:4 oranında ve ortam I ve ortam II örnekleri ise 1:1 oranında su-örnek karışımında yapılmıştır (Jackson, 1967). Na (ppm) ve K (ppm) analizleri flame fotometre de fotometrik yöntemle yapılmıştır. Organik madde ve kül analizleri kül fırınında 550°C’de kuru yakma yöntemi ile yapılmıştır (Kacar, 1994). Yetiştirme ortamlarından çalışmanın başında ve sonunda alınan örneklerin analiz sonuçlarına göre elde edilen besin elementi içerikleri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Organik yetiştirme ortamlarının karışım miktarları

	Fındık zurufu (Kaba)	Fındık zurufu (İnce)	Çeltik kavuzu	Çay atığı (Kaba)	Çay atığı (İnce)	Yanmış çiftlik gübresi	Bahçe toprağı
Ortam I	7.35*	1.05	4.20	3.15	2.10	2.1	1.05
Ortam II	4.20	1.05	7.35	2.10	3.15	2.1	1.05

*L

Çizelge 2. Çalışmada kullanılan yetiştirme ortamlarının analiz sonuçlarına göre bazı besin elementi içerikleri

Ortamlar		pH	EC (dS m ⁻¹)	Kül (%)	Organik madde (%)	Na (ppm)	K (ppm)
Ortam I		7.34	3.0	52	48	800	9500
Ortam II	İlk ölçümler	7.49	2.0	52	48	11666	9445
Kaya yünü		7.99	0.4	64	0	5000	3818
Hindistan cevizi lifi		5.70	1.2	13	87	820	4400
Ortam I		6.85	1.7	52	48	800	4050
Ortam II	Son ölçümler	7.22	1.5	53	47	1310	4920
Kaya yünü		7.28	3.0	73	0	3818	1636
Hindistan cevizi lifi		5.85	3.0	10	90	750	960

Yetiştirme ortamları ile doldurulmuş yetiştirme torbalarına Bandita F1 domates çeşidine ait hazır fideler 28.06.2013 tarihinde sıra arası 150 cm ve sıra üzeri 30 cm olacak şekilde dikilmiştir. Dikimi gerçekleştirilen fidelerin ortalama boyları 20.17 cm, gövde çapları 3.86 mm ve yaprak sayıları ise 5.33 adet olarak tespit edilmiştir. Dikimden sonra, gübrelemede kullanılan makro ve mikro besin elementleri 300 L hacimli iki adet

tankta A ve B stok çözeltisi olarak hazırlanmıştır (Çizelge 3). Gübreleme yetiştirme periyodu boyunca 20 dakika süresince iki saatlik aralıklarda (günde 5 defa) damlama sulama sistemi ile birlikte yapılmıştır. Yetiştirme periyodu boyunca stok çözeltilerin bulunduğu tanklar 2 ila 3 günde bir tekrar hazırlanmıştır.

Çizelge 3. Gübrelemede kullanılan makro ve mikro besin solüsyonları ve oranları

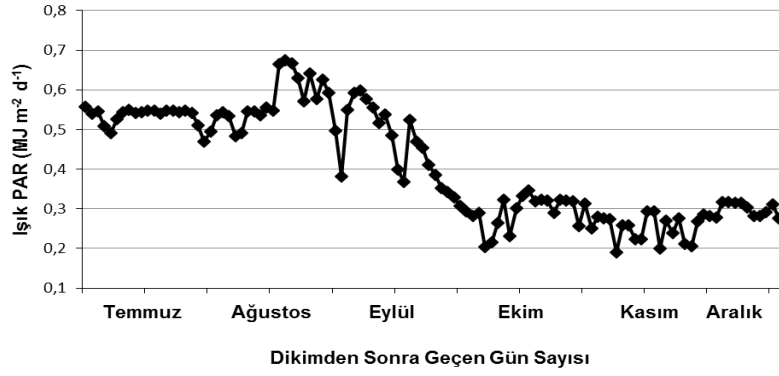
Stok Çözeltiler (300 L)											
A	Kalsiyum Nitrat Ca(NO ₃) ₂ •4H ₂ O		Demir (%6) Fe EDDHA		Potasyum Nitrat KNO ₃		Potasyum Klorür KCl		Nitrik Asit HNO ₃		
	468 g		24 g		90 g		12 g		30 cc		
B	Mono Potasyum Fosfor KH ₂ PO ₄		Potasyum Sülfat K ₂ SO ₄		Potasyum Nitrat KNO ₃		Sodyum Molibdat (%40) Na ₂ MO ₄ •4H ₂ O		Mağnezyum Sülfat MgSO ₄ .7H ₂ O		
	78 g		36 g		160 g		0.12 g		2.4 g		
	Mangan Sülfat (%32) MnSO ₄ •H ₂ O	Çinko Sülfat (%23) ZnSO ₄ •7H ₂ O	Borik (%11,3) H ₃ BO ₃	Asit	Bakır Sülfat (%25) CuSO ₄ •5H ₂ O	Potasyum Klorür KCl	Nitrik Asit HNO ₃				
	0.6 g		1.6 g		0.4 g		0.6 g		30 g		30 cc

Çalışmada, yetiştirme periyodu boyunca plastik sera içi ışık (lux), sıcaklık (°C) ve oransal nem (%) değerleri veri kaydedici (KT100, Kimo, Fransa) ile ölçülmüştür. Araştırmada veri kaydedici ile ölçülen ışık değerlerini PAR (Fotosentetik Aktif Radyasyon)'a dönüştürebilmek için Suncanopy analyser (SS1, LI-COR, USA) cihazı kullanılarak günde (sabah; 07.00, öğlen; 12.00 ve akşam; 17.00) üç defa ölçüm yapılmıştır. Ölçümün yapıldığı saatlerde her iki cihazın ölçüm değerleri kıyaslanarak dönüşüm katsayısı (1 PAR (MJ m⁻² d⁻¹) = 2400.16 lüks) belirlenmiştir (Kırbay ve Özer, 2015). Çalışmada ışık şiddetinin yoğun olduğu dönemde (Ağustos ayının ortasına kadar), ışık geçirgenliği % 50 olan koyu yeşil renkli plastik net ile serada gölgelendirme yapılmıştır. Yetiştiricilik yapılan seranın iklim özellikleri (sıcaklık; °C, ışık; PAR ve oransal nem; %) değerleri Şekil 1 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Sera içi ortalama oransal nem (%) ve sıcaklık değerleri (°C)

	Oransal Nem (%)	Sıcaklık (°C)
En düşük	44.6	10.4
En yüksek	88.9	26.7
Ortalama	77.8	20.6

Budama, yetiştirme periyodu boyunca sırk domates yetiştiriciliğinde uygulanan yaprak koltuklarından çıkan sürgünler ile sararmış ve hastalıklı yaprakların alınması şeklinde gerçekleştirilmiştir. Özdemir ve Özer (2015)'in Bandita F1 salkım domates çeşidi için belirlemiş oldukları uygulama dikkate alınarak yetiştiricilik periyodu boyunca bitki üzerinde hasat edilen salkımdan sonraki yeşil meyve salkımının altında 2 yaprak



Şekil 1. Çalışmanın yürütüldüğü seranın günlük ortalama ışık değerleri (PAR)

birakılarak budama uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, tepe budaması yapılmamıştır.

Meyve kabuk rengi ölçümleri, renk ölçüm aletiyle (Minolta, Tokyo, Japonya) dijital olarak saptanmıştır. Kabuk dış rengi meyvenin tam merkezinden (ekvator bölgesi) 2 yan kısımda okunarak meyve kabuk renk değerleri (L: parlaklık oranı, +a: kırmızı ve +b: sarı) ölçülmüştür. Elde edilen bu değerlerden kroma ve hue^o (b/a) açısı McGuire (1992)'e göre hesaplanmıştır. Hue^o açısının değerlendirilmesinde; 0°= kırmızı-mor, 90°= sarı, 180°= mavimsi-yeşil ve 270°= mavi skalası kullanılmıştır.

Meyve eti sertliği ölçümleri ise hasat edilen domateslerin her iki yüzünde yanak kısmında yaklaşık 1 cm çapında kabuk keskin bir bıçakla yüzeysel olarak kesilmiş ve ölçümler bu kısımlarda yapılmıştır. Penetrometrenin (4301, Instron, ABD) 5 mm'lik ucunun kabuğu kaldırılan bölgeye yaklaşık 7.4 mm batırılmasına karşın meyve etinin göstermiş olduğu direnç meyve eti sertliği olarak belirlenmiştir (Kurnaz ve ark., 1992). Suda çözünebilir toplam kuru madde miktarı (SÇKM), ölçüm bitkilerinden alınan olgun meyveden elde edilen meyve suyunda el refraktometresiyle (ATC-I, Atago, Japonya) okunarak yüzde (%) olarak saptanmıştır.

İlk hasattan son hasat tarihine (15.12.2013) kadar hasat edilen meyvelerin ağırlığı 0.1 g'a duyarlı terazi ile tartılmıştır. Elde edilen meyve ağırlıklarının ortalamaları alınarak ortalama meyve ağırlığı g olarak belirlenmiştir. Hasat edilen meyvelerin ağırlıkları toplanarak bitki başına verim kg olarak hesaplanmıştır. Meyveler alüminyum folyo tabaklara yerleştirilerek 80°C sıcaklıktaki etüvde 72 saat süreyle kurutularak kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Kuru meyve ağırlıkları yaş meyve ağırlıklarına oranlanarak ortalama meyve kuru madde içeriği % olarak hesaplanmıştır.

Araştırma, 3 tekrürlü ve her tekrürde 3 bitki olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Microsoft Excel 2010 paket programı ve SPSS 17.0 istatistik analiz programı kullanılmıştır. Elde edilen ortalamalar arasındaki farklar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Farklı yetiştirme ortamlarında yetiştirilen domates meyvelerinde L değerleri bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde fark (P<0.05) bulunmuştur. Parlaklık, özellikle tüketici tercihleri açısından aranan önemli kalite özelliklerinden birisidir. Toprak ve Gül (2013) domates meyvelerinin L değerlerinin 46.62 ile 47.44 arasında değiştiğini ve en yüksek parlaklığın Hindistan cevizi lifinden elde edildiğini bildirmişlerdir. Çizelge 5 incelendiğinde, hasat edilen domates meyveleri içerisinde en fazla parlaklık (64.6) kaya yünü ile yetiştiricilik yapılan ortamdan elde edilmiştir. En düşük parlaklık değerinin ise 54.2 ile ortam II uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir.

Çizelge 5. Farklı yetiştirme ortamlarının domates meyve rengi (L; Chroma ve Hue^o) değerleri üzerine etkisi

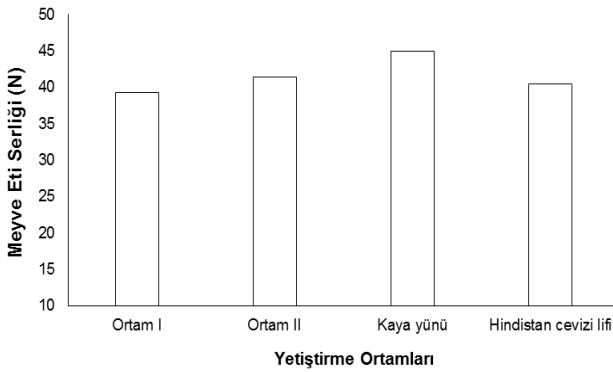
Yetiştirme ortamları	L	Kroma	Hue ^o
Ortam I	60.01 b	45.05 a*	0.267 b
Ortam II	54.24 c	42.46 b	0.220 b
Kaya yünü	64.63 a*	46.85 a	0.455 a
Hindistan cevizi lifi	60.81 b	41.63 b	0.183 c*

* P<0.05

Meyve kabuk renk değerleri L* a* b* olarak ölçülmüştür. L* değeri ölçüm yapılan yüzeyin, ışığı ne kadar yansıttığını, yani siyahtan beyaza rengin açıklık ve koyuluğunu (0= Beyaz; 100= Siyah), a* değeri kırmızıdan (pozitif) yeşile (negatif); b* değeri ise sarıdan (pozitif) maviye (negatif) renk değişimlerini belirtmektedir. Hue^o açısı, meyve renginin niteliğini belirtir (0°= kırmızı-pembe, 90°= sarı, 180°= yeşil, 270°= mavi). Kroma değeri ise, rengin canlılığını/doygunluğunu belirtmekte olup; 0 değeri gri-akromatik (renksiz) bir rengi ifade ederken, değer artmasıyla rengin canlılığı artmaktadır (McGuire, 1992). Domates insan beslenmesi açısından önemli likopen, fenolik bileşikler ve C vitamini gibi antioksidan maddeler içermektedir (Abushita ve ark., 1997; Clinton,

1998; Kaur ve ark., 2002; Toor ve ark., 2006). Domatese kırmızı rengi veren likopen, domatesin karotenoit içeriğinin %90'ını oluşturmaktadır. Rengin kırmızılığı ve doygunluğu likopen içeriğinin yüksek olmasının göstergesidir (Shi ve LeMaguer, 2000; Toor ve ark., 2006). Çalışmada elde edilen sonuçlara göre en yüksek kroma 46.8 ile kaya yünü, en düşük kroma değeri ise 41.6 ile Hindistan cevizi lifi yetiştirme ortamındaki bitkilerin meyvelerinden tespit edilmiştir. En düşük hue° açısı değerinin (0.18) Hindistan cevizi lifi, en yüksek hue° açısı (0.45) ile kaya yünü yetiştirme ortamından elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 5). Önceki çalışmalarda kroma değerinin 30.98 ile 39.34 ve hue° açısının ise 60.48 ile 64.49 değerleri arasında değiştiği, en yüksek değerin ise perlit kullanılan uygulamalardan elde edildiği aktarılmıştır (Toprak ve Gül, 2013). Bizim çalışmamızda ise en yüksek parlaklık (64.63) ve kroma (46.85) değerleri kaya yünü uygulamasından elde edilirken en iyi kırmızı rengin (0.18) Hindistan cevizi uygulamasından elde edildiği tespit edilmiştir.

Bulgularımızı incelediğimizde en yüksek meyve eti sertliğinin (44.96 N) organik madde miktarı en düşük (%0) olan kaya yünü uygulamasındaki bitkilerden elde edilen meyvelerden belirlenmiştir.

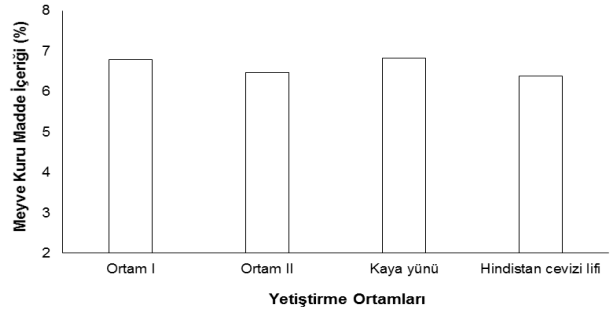


Şekil 2. Farklı yetiştirme ortamlarının meyve eti sertliği (N) üzerine etkisi

Toprak ve Gül (2013), yaptıkları çalışmada domateste en yüksek meyve eti sertliğinin (59.39 N) organik madde miktarı düşük olan perlit ortamından, en düşük değerin ise 50.18 N ile Hindistan cevizi lifi ortamından elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda da meyve eti sertliğinin organik madde miktarı yüksek olan ortam I ve Hindistan cevizi lifi ortamı kullanıldığında azaldığı (39.24 ve 40.47 N) belirlenmiştir (Çizelge 2 ve Şekil 2). Çalışmamızda, farklı yetiştirme ortamlarıyla yetiştiricilik yapılmasının meyve eti sertliğini (N) önemli düzeyde etkilenmediği tespit edilmiştir.

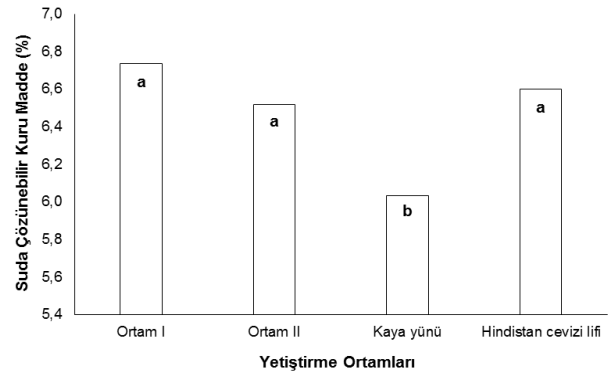
Meyve kuru madde içeriği %6.38 ile 6.83 arasında değişim göstermiştir (Şekil 3). En yüksek değerin %6.83 ile kaya yünü ortamı kullanılan uygulamadan elde edilmesine rağmen, farklı yetiştirme ortamlarının meyve kuru madde içeriği (%) üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Toprak ve Gül, (2013)

topraksız domates yetiştiriciliğinde meyve kuru madde içeriğinin %5.16 ile 6.3 değerleri arasında değiştiği ve en yüksek meyve kuru madde miktarının %6.3 ile Hindistan cevizi lifi kullanılan ortamdaki bitkilerin meyvelerinden tespit edildiğini aktarmışlardır. Danneh ve ark. (2015) ise en yüksek meyve kuru ağırlığının %6.3 ile koyun yünü ortamından elde edildiğini bildirmişlerdir. Bu yönüyle elde ettiğimiz bulgular yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir.



Şekil 3. Farklı yetiştirme ortamlarının meyve kuru madde içeriği (%) üzerine etkisi

Sonuçlara göre domates meyvelerinde SÇKM %6.03 ile %6.73 arasında değişim göstermiştir. Yetiştirme ortamlarının SÇKM üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). En yüksek SÇKM değeri 6.73 ile ortam I, en düşük SÇKM değeri ise 6.03 ile yetiştirme ortamı olarak kaya yünü kullanıldığı uygulamadaki bitkilerin meyvelerinden elde edilmiştir (Şekil 4). Domateste suda çözünebilir kuru madde içeriğinin %2.9 ile 7 arasında değiştiği bildirilmektedir (Bargefurd ve Harker, 1998; Şalk ve ark., 2008; Ünlü ve Padem, 2009; Danneh ve ark., 2015). Farklı bir çalışmada domates meyvelerinin SÇKM değerlerinin %5.10 ile 5.56 arasında değiştiği ve en yüksek değerin ise Hindistan cevizi lifi ortamındaki meyvelerden elde edildiği bildirilmiştir (Toprak ve Gül, 2013). Benzer sonuçlar bizim çalışmamızda da elde edilirken, Hindistan cevizi lifinde SÇKM değerinin %6.6 olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).

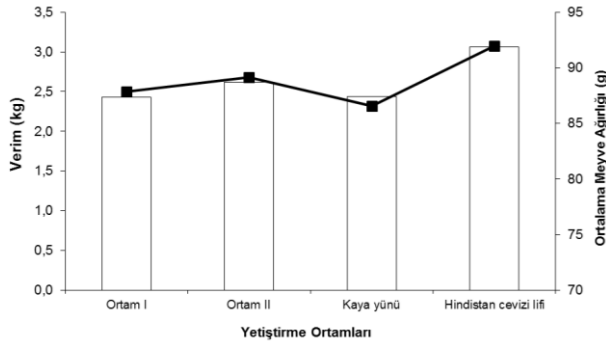


Şekil 4. Farklı yetiştirme ortamlarının suda çözünebilir kuru madde (%) üzerine etkisi ($P<0.05$)

Hasat edilecek kısımlarda daha fazla kuru madde birikimi iyi bir bitki besleme ile artırılabilir.

(Charles ve ark., 1986). Çiftlik gübresi uygulamalarında çiftlik gübresi dozunun artışına paralel olarak suda çözünebilir kuru madde değerlerinin azaldığı belirtilmiştir (Ünlü ve Padem, 2009). Ancak, bizim çalışmamızda ortamlardaki organik madde miktarı artışı ile suda çözünebilir kuru maddenin azalmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmada, farklı yetiştirme ortamlarının bitki başına verim (kg) ve ortalama meyve ağırlığı (g) değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda bitki başına verim 2.43 kg (Ortam I ve kaya yünü) ile 3.07 kg (Hindistan cevizi lifi) değerleri arasında değişim göstermiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Farklı yetiştirme ortamlarının verim (kg) ve ortalama meyve ağırlığı (g) üzerine etkisi

Benzer sonuçlar Toprak ve Gül (2013) tarafından aktarılmış, çalışmalarında bitki başına verimin 2.83 ile 2.9 kg arasında değiştiği ve en yüksek verimin Hindistan cevizi lifi uygulamasından elde edildiğini belirlemişlerdir. Bozköylü (2008) ise topraksız domates yetiştiriciliğinde 10.650 kg da⁻¹ verim elde etmiştir. Bizim çalışmamızda, elde edilen dekara verim ise 11.790 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Ayrıca farklı çalışmalarda verim yönünden benzer sonuçlar elde edilmesine rağmen kullanılan yetiştirme ortamları arasında istatistiksel fark tespit edilmemiştir (Reis ve ark., 2001; Scettrini ve Jelmini, 2004; Varış ve ark., 2004; Allaire ve ark., 2005). Danneh ve ark. (2015) ise topraksız olarak yetiştirilen domateslerde verimin 10.4 ile 13.8 kg bitki⁻¹ değerleri arasında değiştiğini ve en yüksek verimin ise kaya yünü ortamındaki bitkilerden elde edildiğini aktarmışlardır. Bu çalışmanın verim değerlerinin bizim bulgularımızdan yüksek olmasının nedeni kontrollü atmosferli bir serada uzun bir yetiştirme periyodu boyunca gerçekleşmiş olmasıdır. Araştırmada, ortalama meyve ağırlığı değerleri ise 86.5 g (kaya yünü) ile 91.9 g (Hindistan cevizi lifi) arasında değişim göstermiştir (Şekil 5). Benzer sonuçların elde edildiği bir çalışmada domateste ortalama meyve ağırlığının 87.5 ile 92.5 g arasında değiştiği ve en yüksek ortalama meyve ağırlığının kaya yünü ortamından elde edildiği bildirilmiştir (Danneh ve ark., 2015).

Sebze yetiştiriciliğinde başarının en önemli göstergesi verimliliktir. Bitkilerde, verimlilik üzerine

ışık şiddeti, sıcaklık, sulama, gübreleme ve budama gibi faktörlerin etkilerinin önemi büyüktür (Uzun, 2000; Özdemir ve Özer, 2015). Bu faktörlerden organik maddenin gübreleme ile artırılması domates yetiştiriciliğinde verimin önemli düzeyde arttırmaktadır (Stephens ve ark., 1989; Kozak, 1996; Ceylan ve ark., 2000; Beşirli ve ark., 2001; Uysal, 2005). Topraksız yetiştiricilikte ise, yetiştirme ortamının organik madde içeriğinin verim yönünden önemli bir avantaj sağladığı bildirilmiştir (Abak ve ark., 1992; Abak ve Çelikel, 1994). Çalışmada Hindistan cevizi lifi yetiştirme ortamında verim değerlerinin yüksek çıkması (Şekil 5) Hindistan cevizi lifinin organik madde içeriğinin en yüksek olması (Çizelge 2) ile açıklanabilir. Bu durumu önceki çalışma sonuçları desteklemektedir.

4. Sonuç

Ülkemizde topraksız tarımda yaygın olarak kullanılan ortamlardan kaya yünü ve Hindistan cevizi lifi temini tamamen dışa bağımlı olarak gerçekleşmektedir. Bu durum girdi masraflarını artırarak, karlılığı önemli derecede etkilemektedir. Topraksız tarımda kullanılan yetiştirme ortamlarının bölgesel organik atıklardan elde edilmesi üretim maliyetlerini düşürebilecektir. Ayrıca, alternatif yetiştirme ortamları kaya yünü ve Hindistan cevizi lifi gibi ithal edilen ortamlara talebi azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Yapmış olduğumuz çalışmada en yüksek verim dekara 11.8 ton olarak Hindistan cevizi lifinden elde edilmiştir. Bölgesel organik atıklardan oluşturulan, II. ortam ile dekara 10.5 ton elde edilirken I. ortamda dekara 9.9 ton ürün elde edilmiştir. Toplam verim bölgesel atıklardan oluşturulan ortamlarda, Hindistan cevizi lifine göre az olsa da bu durumun yetiştirme ortamlarının geliştirilmesi ile değiştirilebileceği düşünülmektedir. Çünkü hazırladığımız iki ortamda (I. ve II.) aynı materyaller kullanılmasına rağmen oranlarındaki değişiklik verimi önemli derecede etkilemiştir. Sonuç olarak, bölgesel organik atıklardan elde edilen ortamlarda aynı materyaller kullanılmasına rağmen oranlarındaki değişimler verimliliği önemli düzeyde etkilemiştir. Elde edilen veriler ışığında bölgesel organik atıklardan oluşturulan yetiştirme ortamlarının topraksız tarımda yaygın olarak kullanılan ve ticari olarak yurt dışından ithal edilen yetiştirme ortamlarına alternatif olabileceği potansiyelinin yüksek olabileceği düşünülmektedir. Ülkemizin değişik bölgelerinde bulunan tarımsal atıkların kompostlandıktan sonra farklı karışımlarının alternatif yetiştirme ortamı olarak kullanılması tarımsal sürdürülebilirlik ve verimliliğe katkı sunacaktır.

Teşekkür

Yazarlar olarak, bu çalışmanın PYO. ZRT.1904.3.023 numaralı proje ile desteklenmesinden dolayı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Proje Yönetim Ofisine teşekkür ederiz. Ayrıca, çalışmanın konusunun

belirlenmesi ve yürütülmesi aşamasında katkılarından dolayı Prof. Dr. Sezgin Uzun'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abak, K., Çelikel, G., 1994. Comparison of some Turkish originated organic and inorganic substrates for tomato soilless culture. *Acta Hort.*, 366: 423-427.
- Abak, K., Yanmaz, R., İlbay, M.E., 1992. Kullanılmış mantar kompostunun sera biber yetiştiriciliğinde kullanılması. Türkiye I Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt II, 367-370, 13-16 Ekim, Bornova, İzmir.
- Abushita, A.A., Hebshi, E.A., Daood, H.G., Biacs, P.A., 1997. Determination of antioxidant vitamins in tomatoes. *Food Chem.*, 60: 207-212.
- Allaire, S.E., Caron, J., Menard, C., Dorais, M., 2005. Potential replacements for rockwool as growing substrate for greenhouse tomato. *Can. J. Soil Sci.*, 85(1): 67-74.
- Aydoğan, N.G., Gül, A., 1999. Topraksız kavun yetiştiriciliğinde torba özelliklerinin bitki gelişimi ve verime etkileri. Türkiye 3. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 343-347.
- Bargefurd, B.R., Harker, T.C., 1998. Fresh market tomato cultivar evaluation. Centers at Picketon, exploring economic opportunities. Ohio State University Extension Enterprise Center 1864 Shyville Road. Picketon, Ohio.
- Başar, H., 1995. Seralarda damla gübreleme. *Hasad*, 123: 20-24.
- Beşirli, G., Sürmeli, N., Sönmez, İ., Kasım, M. U., Başay, S., Karık, Ü., Şarlar, G., Çetin, K., Erdoğan, S., Çelikel F.G., Pezikoğlu, F., Efe, E., Hantaş, C., Uzunoğulları, N., Cebel, N., Güçdemir, İ.H., Keçeci, M., Güçlü, D., Tuncer. A.N., 2001. Domatesin organik tarım koşullarında yetiştirilebilirliğinin araştırılması, Türkiye II. Ekolojik Tarım Sempozyumu, 256-265, 14-16 Kasım, Antalya.
- Bozköylü, A., 2008. Sera topraksız domates yetiştiriciliğinde kimyasal ve organik gübrelemenin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Ceylan, Ş., Yoldaş, F., Mordoğan, N., Çakıcı, H., 2000. Domates yetiştiriciliğinde farklı hayvansal gübrelerin verim ve kaliteye etkisi. 3. Sebze Tarımı Sempozyumu, 51-55, 11-13 Eylül, Isparta.
- Charles-Edwards, A.D., Doley, D., Rimmington, G.M., 1986. Modelling plant growth and development. Academic Press, 235, Sydney.
- Clinton, S.K., 1998. Lycopene: chemistry, biology and implications for human health and disease. *Nut. Rev.*, 56: 35-51.
- Çıtak, S., Sönmez, S., Öktüren, F., 2007 Bitkisel kökenli atıkların tarımda kullanılabilirlik olanakları. <http://batem.gov.tr/yayinlar/derim/2006/41-53.pdf>. (Ulaşım: 16 Eylül 2015)
- Danneh, D., Suhl, J., Ulrichs, C., Schmidt, U. 2015. Evaluation of substitutes for rock wool as growing substrate for hydroponic tomato production. *J. Appl. Bot. Food Qual.*, 88: 68-77.
- FAO, 2015. Bitkisel Üretim İstatistikleri. <http://faostat3.fao.org/home/E> (Ulaşım: 10 Eylül 2015)
- Frolking, S., Roulet, N.T., Moore, T.R., Richard, P.J.H., Lavoie, M., Muller, S.D., 2001. Modeling northern peatland decomposition and peat accumulation. *Ecosystems*, 4: 479-498.
- Gül, A., 2008. Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık, 144s.
- Jackson, M.L. 1967. Soil chemical analysis. Prentice-Hall of India Private Limt. New Delhi. 907 s.
- Kacar, B., 1994. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Kaur, R., Savage, G.P., Dutta, P.C., 2002. Antioxidant vitamins in four commercially grown tomato cultivars. *P. Nutrit. Soc. New Zealand*, 27: 69-74.
- Kırbay, E., Özer, H., 2015. Farklı gölgeleme uygulamalarının örtüaltında organik olarak yetiştirilen hıyarın (*Cucumis sativus* L.) verim ve kalite üzerine etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 1(1): 7-14.
- Kozak, B., 1996. Örtü altı domates yetiştiriciliğinde organik gübreleme ve mineral gübrelemenin ürün kalitesi ile bazı hastalıklara etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 58127.
- Kurnaz, Ş., Özcan, M., Kopuzoğlu, N., Demirsoy, H., 1992. Samsun'da yetiştirilen deveci Armutları üzerine NAA, NAD, Carbaryl ve elle seyreltme uygulamalarının etkileri. *Bahçe*, 21(1-2): 3-8.
- Leonardi, C. 2004. Growing media. Regional Training Workshop on Soilless Culture Technologies. 83-92, 3-5 March, İzmir-Turkey,
- McGuire, R.G., 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27: 1254-1255.
- Özdemir, A., Özer, H., 2015. Effect of leaf pruning on yield and quality of organically grown grape tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Anadolu J. Agric.Sci.*, 30(1): 1-6.
- Özer, H., Uzun, S., 2013. Açıkta organik domates (*Solanum lycopersicum* L.) yetiştiriciliğinde farklı organik gübrelerin bazı verim ve kalite parametrelerine etkisi, Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, Bildiri Kitabı-1, 1-8, 25-27 Eylül, Samsun
- Özgümüş, A., Kaplan, M., 1992. Bitki yetiştirme ortamı olarak perlitin önemi ve topraksız kültürde perlitten yararlanma olanakları. Türkiye I. Tarımda Perlit Sempozyumu, 49-57, 29-30 Haziran, İzmir.
- Reis, M., Inácio, H., Rosa, A., Cacedil, J., Monteiro, A., 2001. Grape Marc compost as an alternative growing media for greenhouse tomato. *Acta Hort.*, 554: 75-82.
- Scettrini, S., Jelmini, G., 2004. Test of different substrates for soilless cultivation of tomato. *Revue Suisse de Viticulture. Arboriculture et Horticulture*, 36 (5): 289-294.
- Sevgican, A., 1989. Örtüaltı Sebzeçiliği. TAV Yayınları, Yayın No: 19. Yalova
- Sevgican, A., 2003. Örtüaltı Sebzeçiliği (Topraksız Tarım) Genişletilmiş 2. basım Cilt II, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 526, Ege Üniversitesi. Basımevi, Bornova-İzmir.
- Shi, J., LeMaguer, M., 2000. Lycopene in tomatoes; chemical and physical properties affected by food processing. *Crit. Rev. Biotech.*, 20: 293-334.
- Stephens, J.M., Henry, G.C., Castro, B.F., Bennett, D.L., 1989. Mushroom compost as a soil amendment for vegetable gardens. *P. Florida State Hort. Soci.*, 102: 108-111.
- Şalk, A., Arın L., Deveci, M., Polat, S., 2008. Özel Sebzeçilik. *Onur Grafik Matbaa ve Reklam Hizmetleri*, 428s, Tekirdağ.
- Şentürk, T., 2012. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdür Yardımcısı TSE Standart Ekonomik ve Teknik Dergisi Nisan, 599: 8-16.
- Toor, R.K., Savage, G.P., Heeb, A., 2006. Influence of different types of fertilisers on the major antioxidant components of tomatoes. *J. Food Compos. Anal.*, 19: 20-27.
- Toprak, E., Gül, A., 2013. Topraksız tarımda kullanılan ortam

- domates verimi ve kalitesini etkiliyor mu? Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 6 (2): 41-47.
- Tüzel, Y., Gül, A., 2008. Seracılıkta Yeni Gelişmeler. Ege Tarımsal Araş. Ens. Yayın No. 133, 145-160.
- Tüzel, Y., Gül, A., Daşgan, H.Y., Öztekin, G.B., Engindemiz S., Boyacı, H.F., 2015. Örtüaltı yetiştiriciliğinde değişimler ve yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik kongresi, Bildiriler Kitabı-I, 685-709, 12-16 Ocak, Ankara.
- Uysal, F., 2005. Farklı organik materyallerin organik domates yetiştiriciliğinde kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.
- Uzun, S., 2000. Sıcaklık ve ışığın bitki büyüme, gelişme ve verimine etkisi (III. Verim). OMÜ Zir. Fak. Derg., 15(1): 105-108.
- Ünlü, H., Padem, H., 2009. Organik domates yetiştiriciliğinde çiftlik gübresi, mikrobiyal gübre ve bitki aktivatörü kullanımının verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri. Ekoloji, 19(73): 1-9.
- Varış, S., Çinkılıç, H., Koral, S.P., Butt, J.S., Çinkılıç, L., 2004. Öğütülmüş cibre-cüruf (ÖCC) harcı. Hasad Dergisi, 243: 26-34.
- Varış, S., Eminoğlu, F.S., 2003. Örtüaltı tarımında kullanılan ve kullanılabilinecek olan ortamların fiziksel ve kimyasal özellikleri. Hasad, Eylül, 220: 46-57.