



Research / Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 215-220

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.215-220



Effect of cutting time and IBA application on rooting of edible cherry laurel (*Prunus laurocerasus* cv. 'Kiraz') cuttings

Hüseyin Çelik^{a*}, Ali İslam^b, Özgün Kalkışım^c

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun, ^bOrdu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ordu,

^cGümüşhane Üniversitesi, Gümüşhane Meslek Yüksekokulu, Gümüşhane

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

Geliş/Received 18/02/2015

Kabul/Accepted 15/10/2015

ABSTRACT

Cherry laurel known as “karayemiş”, “laz cherry” or “taflan”, is a popular evergreen racemes fruit in Turkey and some other Caucasus countries. In this study, cherry laurel variety ‘Kiraz’ was propagated with hardwood, semi-hardwood and softwood cuttings with half leaf and effect of IBA application on rooting ability was determined. Cuttings with different lignification phase were collected from October, December, February (hardwood cuttings), May (softwood cuttings) and June (semi-hardwood cuttings) between 15th to 20th days and subjected to 0, 50, 100, 500 and 1000 ppm Indolebutyric acid (IBA). Cuttings were planted in bottom heated trays with perlite and over misting under greenhouse conditions. The percentages of rooting (100%), rootling (100%) and mortality (100%) were the highest at July’s semi-hardwood cuttings while rooting degree was the highest at December hardwood cuttings (7.72). 100 ppm IBA concentration gave the highest ratios of rooting (96.44%), first grade rootling (90.22%) and mortality rate (84.89%). These results suggest that cherry laurel varieties could be easily propagated easily by July’s semi hardwood cuttings subjected to 100 ppm IBA in perlite has bottom heating under greenhouse conditions with misting.

Anahtar Sözcükler:

Cherry laurel
Cutting time
IBA
Rooting

Çelik alma zamanı ve IBA uygulamasının karayemiş (*Prunus laurocerasus* cv. 'Kiraz') çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri

ÖZET

“Laz kirazı” veya “taflan” olarak da adlandırılan karayemiş, son yıllarda Türkiye ve bazı Kafkas ülkelerinde popüler olmaya başlayan herdem yeşil bir meyvedir. Bu çalışmada *Prunus laurocerasus* türüne ait Kiraz karayemiş çeşidinden farklı zamanlarda alınmış olan yeşil, yarı-odunsu ve odunsu yapraklı çeliklerin köklenmesi üzerine farklı dozlardaki IBA uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Ekim, Aralık, Şubat ve Temmuz aylarının ilk yarısında ve farklı odunlaşma aşamalarında alınan çelikler 5 farklı dozda (0, 50, 100, 500 ve 100 ppm) IBA uygulanmıştır. Çelikler sera şartlarında alttan ısıtmalı tavalardaki perlit içerisinde ve mistleme altında köklendirilmiştir. Temmuz ayında alınan yarı odunsu çelikler köklenme, fidan randımanı ve yaşama oranı bakımından %100'lük başarı göstermiştir. Köklenme derecesi ise Aralık ayında alınan çeliklerde 7.72 ile en yüksek olmuştur. 100 ppm IBA dozu gerek köklenme (%96.44), gerek fidan randımanı (%90.22) gerekse yaşama oranı bakımından en yüksek değerleri vermiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre karayemişler, Temmuz ayında alınan yapraklı yarı odunsu çeliklere 100 ppm gibi düşük IBA dozu uygulanarak seradaki perlit ortamında ve mistleme altında kolaylıkla çoğaltılabilir.

Keywords:

Karayemiş
Çelik alma zamanı
IBA
Köklenme

© OMU ANAJAS 2015

1. Introduction

Cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) is a member of Rosaceae family, native to the west of Asia and cultivated throughout the northern Anatolia for its edible fruits (Browicz, 1972; Bostan, 2001; Islam, 2002; Islam et

al., 2010; Sulusoglu, 2011; Celik et al., 2011). It is an evergreen shrub growing 6m - 10m at a medium rate and flowered from April to June, and the fruits ripen in September. The scented flowers are hermaphrodite and are

pollinated by bees and Lepidoptera. It is noted both for attracting wildlife, human health, alternative medicine and local commercial fruit. The plant requires well-drained soil and can grow in light, medium or a heavy soil that is acidic, neutral and/or alkaline. Cherry laurel can grow in full sun or shade and requires moist soil. The plant can tolerate strong winds but not maritime exposure and can tolerate atmospheric pollution. Fruits are sweet and reasonably pleasant when fully ripe and are consumed as fresh, dried, various alcoholic drinks, pekmez, jam, pickled, marmalade and fruit juice products. Unripe fruit could be poisonous. The fruit is about 8mm in diameter and contains one large seed. Water distilled from the leaves is used as an almond flavoring and perfumery (Baytop, 1984, Ayaz et al., 1997; Kolaylı et al., 2003; Ercisli, 2004; Colak et al., 2005; Liyana-Pathirana et al., 2006; Celik et al., 2011; Beyhan, 2010; Islam et al., 2010; Anonymous, 2014). In Turkey, many researchers have done on cherry laurel on the content of chemicals, antioxidants, quality attributes, selection and long term pollen storage of non-sprayed genotypes (Kolaylı et al., 2003; Beyhan, 2010; Islam et al., 2010; Sulusoglu, 2011, Celik et al., 2011; Yıldız et al., 2014; Sulusoglu, 2014). Good yielded and palatable fruited trees of the cherry laurel grown around the Black Sea coastal, farmyard and forest area selected by inhabitants and propagated by longer cuttings over hundreds of years. Today cherry laurel has a wide range of diversity in north eastern part of Anatolia due to its controlled propagation by inhabitants and seedlings by birds and mammals (Islam et al., 2010; Beyhan, 2010; Sulusoglu, 2011). Cherry laurel propagates by seed, suckers, crown, layering, and root, leafy and micro cuttings. Locally the growers mostly use long crown and or sucker cuttings for propagation of palatable cherry laurel by planting them into wet and loamy soils besides tea plantation areas. On the other hand scientist tried to propagate cherry laurel by semi hardwood cuttings (Sulusoglu and Cavusoglu, 2010), leaf-bud, hardwood and hardwood with a small pieces of main shoot part (Yazici et al., 2009), softwood cuttings (Alexandrov and Bogdanov, 2009), semi-hardwood or hardened terminal cuttings (Adams, 1984), hardwood one-half leafy cuttings (Sulusoglu and Cavusoglu, 2009; Dudas et al., 2014) and they obtained different rooting percentage according to genotype, cutting type and several different IBA doses. On the other hand researches proved that rooting ability of the cherry laurel cuttings were affected by rooting temperature and relative humidity (Alexandrov and Bogdanov, 1988), rooting media (Attenburrow, 1981; Davis et al., 1986; Frangi et al., 2008), container type (Maunder, 1984), IBA concentration (Sulusoglu and Cavusoglu, 2010; Ribeiro et al., 2010), leaves and buds (Ul'yanov, 1976), powder and liquid auxins (Bragt et al., 1976), base and liquid fertilizers (Dinter and Eaton, 1976) and cutting time and type (Ul'yanov, 1975; Yazici et al., 2009). They claimed that the rooting percentages are between 6-100% and auxin concentration differed between 0 ppm and 7500 ppm. Ul'yanov (1976) proved that reducing the leaf area of softwood cuttings of cherry laurel under mist had little effect on rooting capacity but reduced the length of the primary roots. Adams (1984) used semi hard or hardened terminal cuttings for cherry laurel and they found that root formation was faster from June to September than from

September to November. Conversely Ul'yanov (1975) found the best results from April (previous year's growth) or May (current season's growth) cuttings treated with 25 mgL⁻¹ IBA under mist in the open.

The aim of this study is to propagate edible cherry laurel cv. 'Kiraz' by small and half-leafy cuttings taken at October, December, February, May and July and search out the interaction of cutting time and Indole-3-butyric acid (IBA) concentrations (0, 50, 100, 500 and 1000 ppm) on rooting of cuttings.

2. Materials and Methods

2.1. Plant material

The 'Kiraz' cherry laurel (Fig. 1) has 67.9 g cluster weight, 19 cherry like fruits per cluster, 15.4% TSS, 4.8 g fruit weight, 4.8 pH, 5.5 cm leaf width and 13.8 cm leaf length. Its taste perfect (4.5 over 5.0), reddish-black fruit color and harvestable during 20 August-10 September (Islam, 2002; Islam et al., 2010). The ten year old hedged 'Kiraz' cherry laurel trees grown in Samsun-Taflan (41°25'55 North) province were used as plant materials. According to the cutting time, the upper part of current and/or one year old shoots were collected from 'Kiraz' cherry laurel cultivar and moved to the cutting preparation house at the University of Ondokuz Mayıs, Faculty of Agriculture, and Department of Horticulture during 2007-2010. Shoots for hardwood, semi-hardwood and softwood cuttings collected from October, December, February, May and June between 15th to 20th days. Collected shoots were covered with wet cloth and frequently misted during preparation of the cuttings.

2.2. Cutting treatment

Small and leafy cuttings with 3 nodes and half leaf were prepared and misted frequently for humidity. According to the Sulusoglu and Cavusoglu (2010), cuttings were washed under running water and then disinfected by aqueous solution (10% v/v) of "Domestos" commercial bleach solution for five minutes and rinsed with distilled running water for three times. IBA (Indole-3-butyric acid) solution at 0.05, 0.1, 0.5 and 1.0 g lt⁻¹ was freshly prepared dissolving IBA powder in pure ethyl alcohol. After waiting the evaporation of the heavy wetness around the cutting base, they were dipped in 0 (control, pure ethyl alcohol), 50, 100, 500 and 1000 ppm liquid IBA solution for 10 second by 2 cm basal end. IBA applied cuttings were planted into benches that had 30 cm depth perlite with 23°C root zone heating. Rooting benches were mounted one meter height from the floor and they were constructed under greenhouse with over misting (15 s for 30 min). The greenhouse was maintained at 25±5°C and 80% humidity during the experiment.

2.3. Sampling of cuttings and statistical analyses

Rooted cuttings were removed from the rooting trays after two months and the data was obtained. Cuttings were scored for rooting percentage (%), shooting percentage (%), rooting degree (1-9; 1=no root, 3=thin roots, 5=medium



Figure 1. Edible cherry laurel (*Prunus laurocerasus* cv. ‘Kiraz’) bunches, the cuttings, rooting media and young rootling.

roots, 7=strong roots and 9=very strong roots), root number per cutting (>5mm in length), mean root length (cm) and root diameter (mm). The rooted cuttings planted into one liter pots with Lithuanian peat moss, perlite and fine soils (1:1:1 v/v), growth under greenhouse for two months and moved to the outside under 60% shade. After a year commercial rootling grade (%) and mortality (%) also determined. The experiment conducted in split plots randomized complete block design with three replications and fifteen cuttings were used per replicate. All the data were evaluated using the analyses of variance (ANOVA) and the differences between means evaluated with Duncan’s Multiple Range Test (p.<.01). Data on percent were transformed using arcsin√x transformation and statistical analyses performed over transformed data. Data were pooled due to the non-statistical differences between years.

3. Results and Discussion

It was proved that rooting of cuttings is a dynamic event and could be affected by media, exogenous plant growth regulators, cutting type and time, leaves and buds, humidity and temperature. The rooting rate and the quality were also changeable to the cultivars and types. We found that there are important differences between cutting take time for all characters determined. Semi hardwood cuttings collected during July gave the best rooting (100%) while hardwood

cuttings collected during October showed the lower rooting degree (Table 1 and Fig. 2). On the other hand December and May cuttings gave the secondarily highest rooting degree. Hardwood leafy cuttings taken in December performed better rooting degree scaled as 1-9. The highest rooting degree observed on December cuttings as 7.72. Cuttings taken from current season’s shoot during May and July have less root number than cuttings taken from previous year’s shoots. So December cuttings had the highest root number (41.98). October cuttings had the lowest root number. On the other hand cuttings taken from current season’s shoot (July) generally gave the longest roots (12.67 cm) than cuttings taken from previous year’s shoot (Table 1 and Fig. 3). Root diameter is the best (1.63 mm) at cuttings taken from February. The rootling grade is an important parameter for nursery. Because all rooted cuttings don’t turn to commercial plants. Cuttings taken from July gave the best rootling grade and mortality as 100% (Table 1 and Fig. 4).

Researcher proved that exogenous auxins have positive effect on rooting degree and root quality. In the present study, it found that small quantities of IBA (100 ppm) gave the highest rooting rate as 96.44%. But there is no statistically a difference between 50 and 100 ppm IBA dose. Increasing dose of IBA had negative effect on rooting but it increased the rooting degree. The highest IBA doses gave the highest rooting degree (7.48). Increasing IBA doses from control to 500 ppm also increase the root

Table 1. The changing of rooting (%), rooting degree (1-9), root number, diameter and length, rootling grade and mortality of edible cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L. cv. ‘Kiraz’) leafy-cuttings according to the cutting take time

Cutting take time	Rooting (%)	Rooting degree (1-9)	Root number (n)	Root length (cm)	Root diameter (mm)	Rootling grade (%)	Mortality (%)
October	81.33 d*	5.26 c	15.57 d	6.04 c	1.10 e	70.67 d	45.33 d
December	97.78 ab	7.72 a	41.98 a	11.52 a	1.24 d	97.33 ab	97.33 b
February	83.55 c	5.76 c	28.56 b	7.97 b	1.63 a	76.89 c	54.22 c
May	96.00 b	6.82 b	16.50 d	11.47 a	1.48 b	95.55 b	95.55 b
July	100.00 a	7.04 b	24.60 c	12.67 a	1.34 c	100.00 a	100.00 a

*There is no differences between the data in the column has the same letter in p<0.05

number from 11.47 to 32.96 but higher doses like 1000 ppm slightly lowered the root number. It was proved that there are no statically differences on root length between control and IBA doses but 1000 ppm IBA application gave the highest root length as 10.82 cm. Root diameter did not affect by IBA dose as statistically. And some higher doses decreased the root diameter. 50 ppm IBA application gave

the highest root diameter (1.48 mm). Rootling grade slightly affects by IBA doses and 1000 ppm IBA gave the highest rootling grade as 90.67%. But there is no statically a difference between lower and higher doses of IBA. On the other hand mortality was higher on the cuttings applied by 100 ppm IBA (84.89%) (Table 2 and Fig. 2, 3 and 4).

Table 2. The changing of rooting (%), rooting degree (1-9), root number, diameter and length, rootling grade and mortality of edible cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L. cv. ‘Kiraz’) leafy- cuttings according to the IBA (ppm) doses

IBA (ppm)	Rooting (%)	Rooting Degree (1-9)	Root Number (n)	Root Length (cm)	Root Diameter (mm)	Rootling Grade (%)	Mortality (%)
0	83.11 b*	5.19 c	11.47 c	9.96 ab	1.46 a	82.22 b	76.44 c
50	95.11 a	6.51 b	20.25 b	9.95 ab	1.48 a	90.22 a	74.67 bc
100	96.44 a	6.95 b	32.67 a	10.17 a	1.37 b	89.78 a	84.89 a
500	90.67 a	6.43 b	32.96 a	8.77 c	1.17 c	87.55 a	76.00 bc
1000	93.33 a	7.48 a	29.87 a	10.82 a	1.31 b	90.67 a	80.44 ab

*There is no differences between the data in the column has the same letter in p<0.05

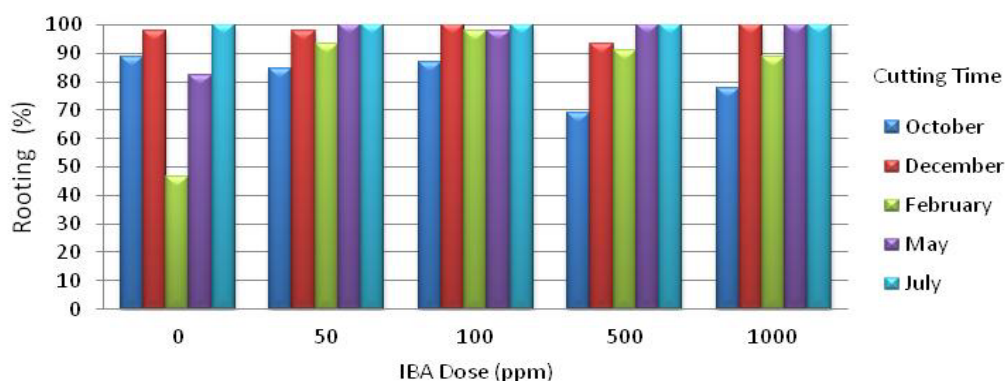


Figure 2. The changing of rooting (%) according to cutting time and IBA doses

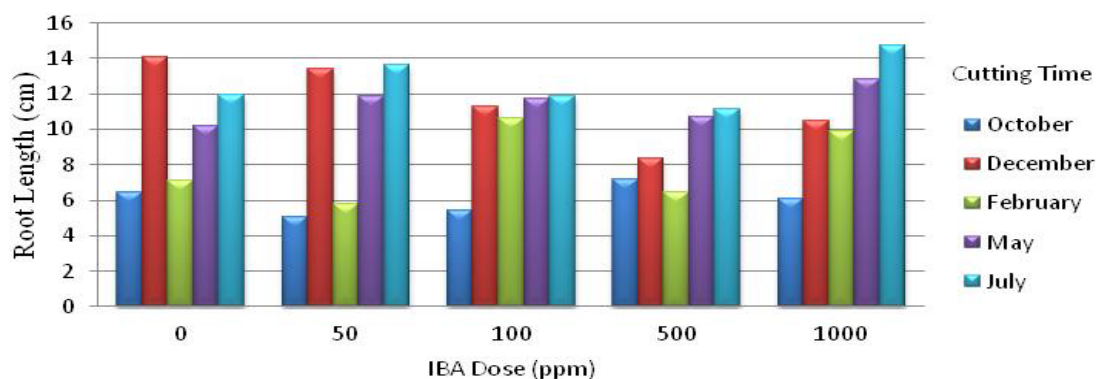


Figure 3. The changing of root length (cm) according to cutting time and IBA doses

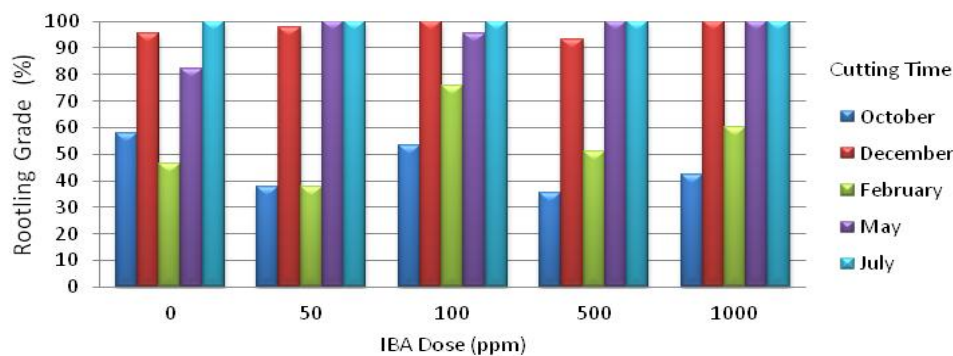


Figure 4. The changing of rootling grade (%) according to cutting time and IBA doses

Edible cherry laurel is known over hundred years by Black Sea inhabitants as a medicinal plant and growth at backyard or fences. Last decade it has become more popular and growers would like to establish new and commercial plantations. Selection studies for the best variety confirmed during last year. Due to the lack of rooting and true to name with high quality plants, an efficient propagation method needs to be determined. Exogenous application of auxins has the major role of rooting and root formation. And IBA is the most using auxins (Srivastava, 2002). It is clear that cutting time had a strong effect on all parameters investigated. Cuttings taken from current year's growth at July gave the full rooting (100%) while December and May cuttings followed. July cuttings also have the longest roots, rootling grade and mortality. On the other hand December cuttings have the highest rooting degree and root number than other cutting time. However February cuttings gave the highest root diameter. Results showed that root formation may differ to the cutting time as proved by Adams (1984) and Ul'yanov (1975). Results for all parameters we obtained are higher than Yazici et al. (2009) findings. This may be affected by rooting temperature and growing ecology of the tree (Alexandrov and Bogdanov 1988). Ul'yanov (1975) and Yazici et al. (2009) also found that the rooting percentage, root number and quality also differ to the cutting time and type. They found that the rooting percentages for cherry laurel were between 6-100. In the present study, it reached to full rooting and mortality percentage at July cuttings taken from current season shoots. Rootling grade is an important parameter for nursery as commercial. According to the cutting time, July (100%) and December 97.33% gave the highest rootling grade. Sulusoglu and Cavusoglu (2010) also found that the July cutting time is the best but they were used higher IBA concentration. We found that 50 ppm IBA application was good for rootling grade.

Low dose application of IBA (50 ppm or 100 ppm) to the cherry laurel cuttings gave the better rooting results. Conversely Sulusoglu and Cavusoglu (2010) gathered high rooting percentage either 2000 or 4000 ppm IBA application. This claimed that rooting ability may differ to the selection and cultivars of cherry laurel. On the other hand, several researchers reached to highest rooting percentage from control to 1000 ppm IBA (Sulusoglu and Cavusoglu, 2010; Ribeiro et al., 2010). Root quality also

affected by IBA doses. Rooting degree, root number and root length increased with the increasing of IBA. However root diameter reached to the top only 50 ppm IBA application. Riberio et al. (2010) also proved that root quality and length could be increase by increasing the IBA dose. Rootling grade was also higher at IBA applications than control.

4. Conclusion

We proved that lower dose of IBA is more effective to the rooting of cherry laurel semi hardwood leafy cuttings. July as cutting time and 100 ppm IBA may offer for 'Kiraz' cherry laurel for rapid and successful commercial propagation under greenhouse condition at perlite media with bottom heating and over misting.

Acknowledgement

The authors gratefully acknowledge the financial support of The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK-TOVAG 107O052).

References

- Adams, G. 1984. Propagation and cultivation of *Prunus laurocerasus* 'Schipkaensis'. Combined Proc., Int. Plant Propagators' Society, 33: 547-550.
- Alexandrov, P., Bogdanov, B. 1988. Characteristics of the root formation of *Laurocerasus officinalis* Roem. Acta Hort., 226(1): 355-361.
- Anonymous. 2014. Plants for a future. *Prunus laurocerasus*. <http://www.pfaf.org>.
- Attenburrow, D.C. 1981. Propagation of shrubs using blocking composites. Combined Proc., Int. Plant Propagators' Society, 30: 15p.
- Ayaz, F.A., Kadioglu, A., Reunanen, M., Var, M. 1997. Phenolic acid and fatty acid composition in the fruits of *Laurocerasus officinalis* Roem and its cultivars, J. of Food Comp. and Analy., 10: 350-357.
- Baytop, T. 1984. Therapy with medicinal plants in Turkey (past and present). Istanbul: Istanbul University Publication No. 3255.
- Beyhan, O. 2010. A study on selection of promising native cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) genotypes from Sakarya-Turkey. The J. of Animal and Plant Sci., 20(4): 231-233.
- Bostan, S.Z. 2001. Pomological traits of "Su" cherry laurel. Journal of the American Pomological Society, 55(4): 215-

- 217.
- Bragt, J.V., Gelder, H.V., Pierik, R.L.M. 1976. Rooting of shoot cuttings of ornamental shrubs after immersion in auxin-containing solutions. *Scientia Hort.*, 4(1): 91-94.
- Browicz, K. 1972. *Laurocerasus Duhamel*. In Davis, P. H. (Ed.), *Flora of Turkey and The East Aegean Islands*. Edinburgh University Press., 4: 6-8.
- Colak, A., Ozen, A., Dincer, B., Güner, S., Ayaz, F.A. 2005. Diphenolases from two cultivars of cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) fruits at an early stage of maturation. *Food Chem.*, 90(4): 801-807.
- Celik, F., Ercisli S., Yilmaz, O.S., Hegedus, A. 2011. Estimation of certain physical and chemical fruit characteristics of various cherry laurel (*Laurocerasu officinalis* Roem.) genotypes. *Hort Sci.*, 46(6): 924-927.
- Davis, T.D., Walser R.H., Soerensen, K., Sankhla, N. 1986. Rooting and subsequent growth of cuttings treated with paclobutrazol. *Plant Propagator*, 32(1): 7-9.
- Dinter, B.J.F., Eaton, G.W. 1976. Effect of nutrients in the rooting medium on the rooting ability of cuttings. *Plant Propagator*, 22(4): 10-13.
- Dudas, S., Pohajda, I., Segula, S., Varga, S., Andrakovic, J. 2014. Effect of cutting severance date on rooting success and Bio-algeen S-90 application on further growth of cherry laurel *Prunus laurocerasus* L. 3rd VIVUS Conf., 582-587.
- Ercisli, S. 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genetic Res. and Crop. Evol.*, 51: 419-435.
- Frangi, P., Castelnuovo, M., Pozzi, A., Valagussa, M., Crippa, L., Genevini, P.L. 2008. A comparison of methods for the analysis of compost-based growing media. *Acta Hort.*, 779: 113-119.
- Islam, A. 2002. 'Kiraz' cherry laurel (*Prunus laurocerasus*). *New Zealand J. of Crop and Hort. Sci.* 30: 301-302.
- Islam, A., Celik, H., Aygun, A., Kalkısım, O. 2010. Selection of native cherry laurels (*Prunus laurocerasus* L.) in the Black Sea Region. *Int. Conf. on Organic Agr. in Scope of Env. Problems. Proceed. Book* : 15-17.
- Kolaylı, S., Küçük, M., Duran, C., Candan, F., Dincer, B. 2003. Chemical and antioxidant properties of *Laurocerasus officinalis* Roem. (cherry laurel) fruit grown in Black Sea Region. *J. Agric. Food Chem.*, 51: 7489-7494.
- Liyana-Pathiran, a C.M., Shahidi, F., Alasalvar, C. 2006. Antioxidant activity of cherry laurel fruit (*Laurocerasus officinalis* Roem.) and its concentrated juice. *Food Chem.*, 99: 121-128.
- Maunder, C. 1984. A comparison of propagation unit systems. *Comb. Proc., Int. Plant Propagators' Soc.*, 33: 233-238.
- Ribeiro, M.M., Collado, L.M., Antunes, M.A. 2010. The influence of indole-3-butyric-acid in *Prunus laurocerasus* vegetative propagation. *Acta Hort.*, 885: 277-283.
- Srivastava, L.M. 2002. *Plant Growth and Development. Hormones and Environment*. Elsevier Sci. (USA), 772p.
- Sulusoglu, M., Cavusoglu, A. 2010. Vegetative propagation of Cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) using semi-hardwood cuttings. *African J. of Agr. Res.*, 5(23): 3196-3202.
- Sulusoglu, M. 2011. The cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) tree selection. *African J. Agric. Res.*, 6(15): 3574-3582.
- Sulusoglu, M. 2014. Long term storage of cherry laurel (*Prunus laurocerasus* L.) and sweet cherry (*Prunus avium* L.) pollens. *Int. J. Biosci.*, 5(1): 328-338.
- Ul'yanov, V.V. 1975. On the dates of propagating evergreen broad leaved plants by cuttings under mist. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo Botanicheskogo Sada*, 1(26): 21-25.
- Ul'yanov, V.V. 1976. The role of leaves and buds in root formation on softwood cuttings of cherry laurel. *Byulleten' Gosudarstvennogo Nikitskogo Botanicheskogo Sada*, 2(30): 19-23.
- Yazıcı, K., Dal, B., Gozlekci, S., Kaynak, L., Ersoy, N. 2009. Effects of cutting type and duration time on rooting of three cherry laurel (*Prunus laurocerasus*) genotype. *Acta Hort.* 818: 199-204.
- Yıldız, H., Ercisli, S., Karmanlıoğlu, H.K., Guclu, S., Akbulut, M., Turkoglu, Z. 2014. The main quality attributes of non-sprayed cherry laurel (*Laurocerasus officinalis* Roem.) genotypes. *Genetica*, 46(1): 129-136.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 221-226

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.221-226



Çayda (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) aşılama zamanlarının aşı başarısı üzerine etkisi

Hamdi Zenginbal^{a*}, Ayhan Haznedar^b

^aAbant İzzet Baysal Üniversitesi Bolu Meslek Yüksekokulu Şehir Kampüsü, 14100 Merkez, Bolu, ^bRize Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, 53200 Merkez, Rize

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

Geliş/Received 01/05/2015

Kabul/Accepted 25/06/2015

ÖZET

Bu araştırma, çay fidan üretiminde yedi farklı aşılama zamanının (20 Nisan, 10 Mayıs, 1 Haziran, 15 Haziran, 20 Temmuz, 10 Ağustos ve 1 Eylül) aşı başarısı üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma, Rize ekolojik koşullarında 2012-2014 yıllarında yürütülmüştür. 'Tuğlalı-10' ve 'Fener-3' Türk çayı klonları üç yaşındaki tohumdan elde edilen çöğür anaçlar üzerine 'yongalı göz' aşısı ile aşılanmıştır. Aşılamadan sonra aşı tutma ve sürme oranları tespit edilmiştir. Deneme sonucunda aşı tutma oranları 2012 yılında %30.0 ile %83.3; 2013 yılında ise %13.3 ile %83.3 arasında değişiklik göstermiştir. Aşı sürme oranları incelendiğinde 2012 yılında %20.0 ile %80.0; 2013 yılında ise %10.0 ile %76.7 arasında değişiklik göstermiştir. Her iki yılda en iyi sonuçlar 15 Haziran tarihinde yapılan aşılamadan, en düşük sonuçlar ise 1 Eylül tarihinde yapılan aşılamadan elde edilmiştir. Bunun yanında çay klonlarının aşı tutma ve sürme oranları üzerine istatistiksel olarak önemli farklılık oluşturamamıştır.

Anahtar Sözcükler:
Aşılama zamanı
Camellia sinensis L.
Fidanlık şartları
Yongalı göz aşısı

Influence of grafting periods on graft success of tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze)

ABSTRACT

This research was conducted to determine the effect of seven different grafting periods (April 20, May 10, June 1, June 15, July 20, August 10 and September 1) and on graft success and in tea sapling production. This study was conducted in Rize, Turkey ecological condition during 2012-2014. The 'Tuğlalı-10' and 'Fener-3' Turkish tea clones were chip budded on three years old seedling rootstock. Bud take and bud sprouting were determined after grafting. In conclusion, bud take rate varied from 30.0% to 83.3% in 2012, from 13.3% to 83.3% in 2013. Sprouting rate varied from 20.0% to 80.0% in 2012, from 10.0% to 76.7% in 2013. These parameters, chip budding performed on June 15 gave the highest results in both years. Grafting period on September 1 gave the lowest results in all parameters. In addition, the graft take and bud sprouting success rates between tea clones also insignificant statistically.

Keywords:
Grafting time
Camellia sinensis L.
Nursery conditions
Chip budding

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Toplumsal yaşamımızın bir parçası, yoksul ve zengin insanların ucuz içeceği olan çay, dünyada ve ülkemizde sudan sonra en fazla tüketilen içecektir. Bunun temel nedeni çayın besleyici olduğu kadar sağlık verici bir içecek oluşudur. Değişik işleme teknolojileri uygulanarak yeşil çay yaprağından farklı özelliklere sahip çaylar üretilmektedir. Dünyada bilinen, en çok üretimi ve tüketimi yapılan çay çeşidi siyah ve yeşil çaydır (ÇAYKUR, 2015).

Dünya'da 4.818.118 ton kuru çay üretimi yapılmaktadır. En önemli üretici ülkeler sırasıyla Çin, Hindistan, Kenya,

Sri Lanka ve Türkiye'dir. Türkiye 225.000 ton üretimle dünya çay üretiminin %4.67'sini karşılamaktadır. Dünya'da yıllık kişi başına çay tüketim verilerine bakıldığında İrlanda, İngiltere ve Kuveyt'in ardından Türkiye 2,3 kg tüketimle dünyada dördüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2015; TÜİK, 2015).

Türkiye çay yetiştiriciliğine, 1924 yılında Gürcistan'dan getirilen tohumlarla başlamış ve 1938 yılından itibaren düzenli bahçeler tesis edilmiştir. Ülkede çay tarımı, devlet desteğiyle ürün alım garantisinin bulunmasından dolayı üretiminde hızlı bir artış görülmüştür. Ülkemizde Rize ili başta olmak üzere sırasıyla Trabzon, Artvin, Giresun ve

Ordu illerinde 764.255 dekar alanda toplam 1.180.000 ton yaş çay üretimi yapılmaktadır. Bu üretimin %67,6'sını (798.201 ton) Rize ili karşılamaktadır (ÇAYKUR, 2015; TÜİK, 2015). Türkiye, dünya çay üretiminde önemli bir yere sahip olmasına karşın verim ve kalite yönünden önemli üretici ülkelerin gerisinde kalmıştır. Bunun en önemli sebebi üretimde kaliteli fidanlarla bahçe tesis edilmemesidir.

Çayda fidan üretimi generatif ve vejetatif yolla yapılmaktadır (Zenginbal ve Haznedar, 2013). Generatif çoğaltma, farklı çay tiplerinin birbirleri ile tozlaşması sonucu meydana gelen tohum ile olmasından dolayı melez karakterlere sahip çay bitkileri oluşturmaktadır. Ancak Türkiye'de çay bahçeleri, çoğunlukla tohumla çoğaltılan fidanlarla tesis edilmesinden dolayı genetik safiyeti bulunmayan, kalite ve verim bakımından aralarında önemli farklar bulunan çok sayıda tiplerden oluşmuştur. Bu sebeplerden dolayı günümüzde çay tarımı, tohumla elde edilen fidanlar yerine vejetatif yolla çoğaltılmış fidanlar yapılmaktadır (Ayfer ve ark., 1987; Altındal ve Balta, 2002).

Modern çay tarımında vejetatif fidan üretimi aşı, çelik, daldırma ve doku kültürü yöntemleriyle yapılmakta ve çoğunlukla çelik ve doku kültürü yöntemleri kullanılmaktadır. Fidan üretim aşamasının uzun olması, işçilik masrafları ile maliyetin yüksek olması ve çelikle fidan üretiminin kolay olmasından dolayı çayda aşılı fidan üretimi yaygın olarak kullanılmamaktadır (Bezbaruah ve Sahariah, 1982; Willson, 1991; Altındal ve Balta, 2002; Zenginbal ve Haznedar, 2013). Ancak doğal köklenme sonucu güçlü kök yapısına sahip çöğürler üzerine üstün vasıflı çay klonları aşılansak elde edilen fidanların kalite yüksekliği yanında doğal şartlara daha dayanıklı (kurağa, soğuğa, yabancı ota, hastalıklara vs.) olduğu ve diğer vejetatif üretim şekillerine göre (çelik, daldırma, doku kültürü) adaptasyon yeteneklerinin daha yüksek olduğu belirtilmektedir (Haznedar, 2015). Bunun yanında çayda aşılamanın özellikle verimi olumlu yönde etkilediği belirlenmiş (Willson, 1991; Satyanarayana ve ark., 1991) ve aşılı fidan üretimi modern çay tarımında önem kazanmıştır. Kayange ve ark. (1981) kök gelişimi güçlü, verimi düşük çay klonları üzerine verimli çay klonlarını aşılıyarak verimde %40 artış sağlamışlardır. Bore ve ark. (1995) ise çay çöğürleri üzerine verimli çay klonlarını aşılıyarak verimde %10 artış sağlamışlardır. Kenya'da yapılan çalışmada (Tuwei ve ark., 2008), çelikle çoğaltılmış anaçlar üzerine verimli çay klonları aşılıyarak fidanlar elde etmişler ve bu fidanlarla tesis edilen bahçeden önemli verim artışı sağlamışlardır.

Ülkemizde tohumla üretilen fidanlarla tesis edilen verimi düşük çay bahçelerini daha verimli hale getirmek gerekmektedir. Bunun bir yolu yukarıda verilen çalışmalardan da anlaşılacağı üzere verimsiz çayların üzerine verimli çay klonlarının aşılansadır. Bunun için öncelikli olarak ülkemiz koşullarında çayda aşılama çalışmaları yapmak gerekmektedir. Barua (1989), çayda kalem ve göz aşılarının 80 yıldan beri yapıldığını belirtmektedir. Kenya'da yapılan çalışmada Anyuka ve Othieno (1982), aşı tipleri içerisinde 'diliksiz kalem' ve 'yongalı göz' aşılardan daha iyi sonuçlar almışlardır. Aşılama zamanı olarak Barua (1989), çay anacında kabukla odun dokusu arasına su yürüdüğü dönemde göz aşılarının

yapılabileceğini belirtmektedir. Haznedar (2015), ilkbahar döneminde anaçta öz su akışının az olması sonucu kabuğun rahatlıkla kalkmamasından dolayı bu dönemde T göz aşısının yapılmasının güçleştiğini ve aşı randımanının oldukça düşük düzeyde olduğunu belirtmektedir. Araştırmacı ilkbahar döneminde 'yongalı göz' aşısını daha başarılı bulmakta ve durgun dönemde (Temmuz - Ağustos) 'T' ve 'yongalı göz' aşılarının uygulanabileceğini belirtmektedir.

Türkiye çay üretiminde verimin artırılması için verimsiz çayların yerinden sökülerek yerine yeni fidanların dikilmesi gerekmekte ve bu uygulama ise uzun zaman almaktadır. Ancak bitkiler sökülmeden yerinde kaliteli çay klonlarıyla aşılansası ile kısa sürede verimli hale getirilebilir. Bu çalışmada, 1977 yılında Rize'de verim ve kalite yönünden üstün özellik gösterdiği belirlenerek selekte edilen 'Tuğlalı-10' ve 'Fener-3' çay klonları çay çöğür anaçı üzerine 'yongalı göz' aşısı yapılmıştır. Yedi farklı zamanda (20 Nisan, 10 Mayıs, 1 Haziran, 15 Haziran, 20 Temmuz, 10 Ağustos ve 1 Eylül) aşılar yapılarak en uygun aşılama zamanının tespit edilmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme yeri ve toprak özellikleri

Bu çalışma, 2012-2014 yıllarında Rize Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne ait deneme bahçesinde (Kuzey: 41° 01', Doğu: 40° 30', Rakım: 106) yürütülmüştür. Deneme yeri kumlu-tınlı toprak yapısına sahiptir. Toprak yüzeyinden 20 cm altından alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

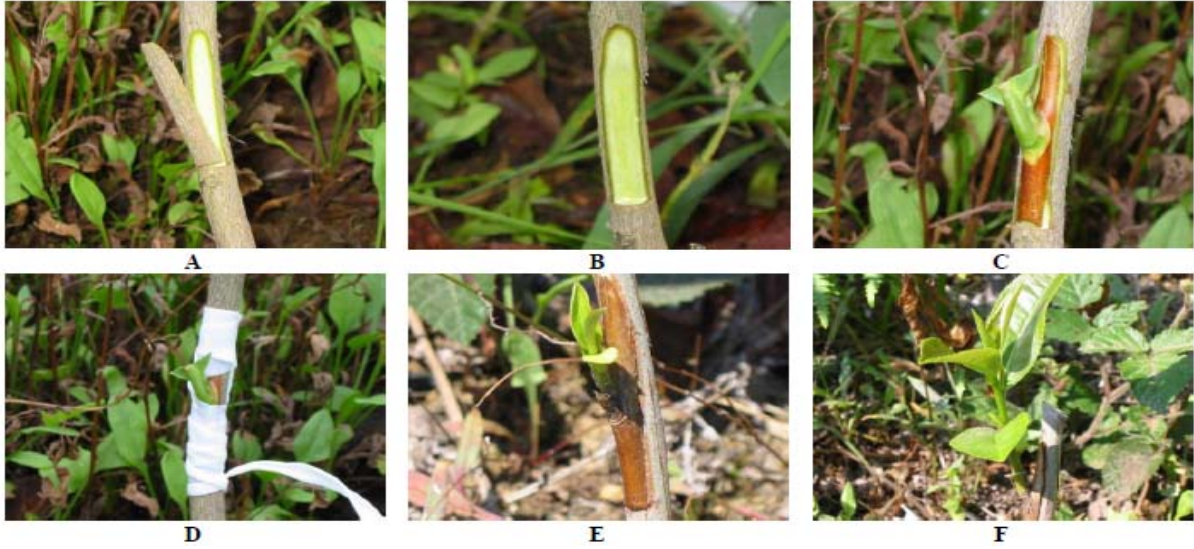
pH: 4.65 - 5.35; organik madde: %0.14 - 3.96; toplam azot: %0.14 - 0.24; P2O5: 13 - 30 ppm; K2O: 80-370 ppm

2.2. Bitkisel materyal

Araştırmada anaç olarak çay tohumlarından elde edilen 3 yaşındaki çöğür anaçlar kullanılmıştır. Aşı kalemi olarak ise 'Tuğlalı-10' ve 'Fener-3' çay klonuna ait kalemler kullanılmıştır.

'Fener-3' çay klonu, 1963 yılında Rize Merkeze bağlı Fener mahallesinde (rakım 20 m) selekte edilmiş ve deneme bahçelerinde yapılan çalışmalar sonucunda sonra 1977 yılında üstün nitelik ve niceliğe sahip olduğuna karar verilmiştir. Çin tipi varyete (sinensis) özelliklerini taşımaktadır. Bitkileri güçlü bir ocak yapısına sahip ve doğal şartlara karşı daha dayanıklıdır. Yaprakları koyu yeşil renkte ve damar araları kabarık bir görünümündedir. Yaprakların dala göre duruşu hafif yukarı kalkıktır. Sürgünler etli ve gevrek yapılıdır. Tomurcuk ve birinci yaprağın altı tüycüklerle kaplıdır. Verim, tomurcuklu sürgün ve polifenol değerleri bakımından Türk çay klonları içerisinde 'Derepazarı-7' klonundan sonra 2. sırayı almaktadır (Haznedar, 2015; ÇAYKUR, 2015).

'Tuğlalı-10' çay klonu, Rize ili Merkeze bağlı Tuğlalı Köyünde (rakım 300 m) selekte edilmiştir. Ana ocaktan alınan çeliklerden fidanlar elde edilerek 1967 yılında Çay Enstitüsünde deneme bahçesi kurulmuş ve yapılan çalışmalar sonucu 1977 yılında klon olma özeliğine sahip olduğuna karar verilmiştir. Güçlü bir ocak yapısı ve geniş bir hasat tablasına sahiptir. Yapraklar uzun elips şeklinde olup dala göre duruşu diğer Türk çay klonlarına göre en dik



Şekil 1. Yongalı göz aşısının yapılış aşamaları ; A, B) Anacın hazırlanması, C) Aşı gözünün anaca yerleştirilmesi, D) Aşı gözünün aşı bağıyla bağlanması, E, F) Sürmüş aşı

olanıdır. Genellikle ince dallı olup çatı oluşumu ve sürgün yapısı iyidir. Verimi ‘Derepazarı-7’ ve ‘Fener-3’ klonlarına göre daha düşüktür. Polifenol değeri ‘Derepazarı-7’, ‘Fener-3’ ve ‘Muradiye-10’ klonlarına göre daha azdır (Haznedar, 2015; ÇAYKUR, 2015).

2.3. Aşılama zamanı ve kullanılan aşı tipi

Denemede aşılar her iki yılda 20 Nisan, 10 Mayıs, 1 Haziran, 15 Haziran, 20 Temmuz, 10 Ağustos ve 1 Eylül tarihlerinde yapılmıştır. Çalışmada, Anyuka ve Othieno (1982) ile Haznedar (2015)’ın önerdiği yongalı göz aşısı uygulanmıştır (Şekil 1). Aşı bağı olarak beyaz, yumuşak ve silikonlu plastikler kullanılmıştır.

2.4. Aşı kalemlerinin alınması

Sürgün dönemde yani 20 Nisan, 10 Mayıs, 1 Haziran ve 15 Haziran tarihlerinde yapılan aşılamalarda aşı kalemleri Şubat ayında alınıp mantar enfeksiyonlarına karşı fungusit çözültüsüyle (Benlate %0.3’lük) 10 dakika süreyle dezenfekte edilmiştir. Daha sonra kalemler nemli samanlı kâğıda sarılarak polietilen torbalar içerisine konmuştur. Torbalar aşılama zamanına kadar +4 0C’de soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Aşı kalemleri aşılama zamanından önce soğuk hava deposundan çıkarılarak su dolu kovalarda bekletildikten sonra kullanılmıştır. Durgun dönemde 20 Temmuz, 10 Ağustos ve 1 Eylül tarihlerinde yapılan aşılarda ise aşı kalemleri aşı yapılacağı gün damızlık bahçeden alınarak mantar enfeksiyonlarına karşı fungusit çözültüsüyle (Benlate % 0.3’lük) 10 dakika süreyle dezenfekte edilmiştir. Daha sonra kalemler su dolu kovalara konmuş ve aşı için kullanılmıştır. Aşı kalemleri sürgünlerin orta kısmından alınmıştır.

2.5. Yapılan gözlem ve ölçümler

Deneme süresince aşağıda belirtilen gözlem ve ölçümler yapılmıştır.

1. Deneme yerine ait günlük ortalama, maksimum,

minimum sıcaklık (°C) ile oransal nem (%) değerleri deneme süresince (20 Nisan – 1 Aralık) elektronik kaydediciyle alınmıştır.

2. Aşı tutma oranı (%): Aşılama 45 gün sonra aşı bağları sökülerek kalem ile anaç arasında bir kaynaşmanın söz konusu olduğu fidanların başlangıçta yapılan aşılara oranı olarak saptanmıştır.

3. Aşı sürme oranı (%): Vejetasyon sonunda (1 Aralık) aşı kaleminden sürgün oluşturmuş fidan sayısının başlangıçta yapılan aşılara oranı olarak saptanmıştır.

2.6. Deneme deseni ve istatistiksel analiz

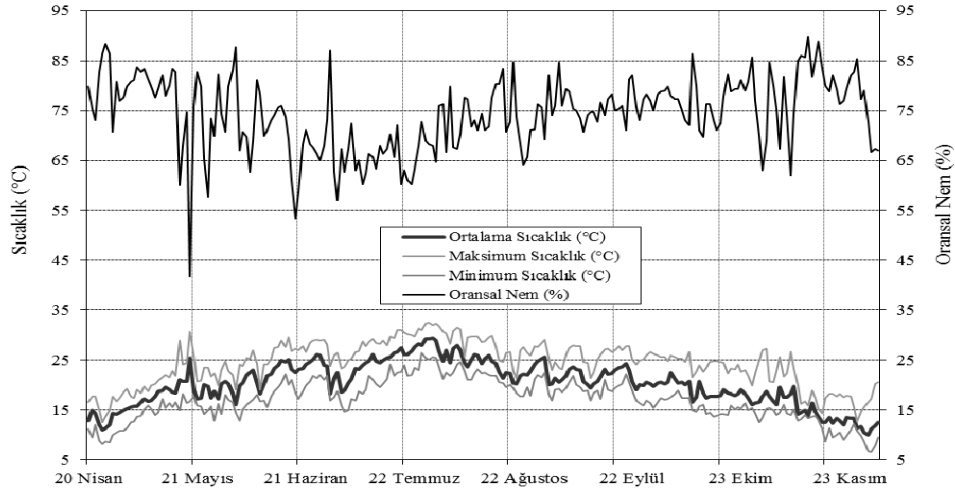
Deneme üç tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Elde edilen sonuçlar MSTAT-C paket programı kullanılarak istatistiksel analizleri yapılmıştır. Denemede elde edilen sonuçlardan yüzde (%) olarak ifade edilen (aşı tutma ve sürme oranı) değerlere, aç (arc sin²x) transformasyonu uygulanmıştır. Tablodaki harflendirmeler transforme edilmiş değerler üzerinden yapılmış olup tabloda parantez içerisinde verilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda farklılık gösteren ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde aynı paket programı kullanılarak ‘Çoklu Duncan Testi’ (Duncan Multiple Range Test) uygulanmıştır. Sonuçların, istatistiksel değerlendirilmesinde farklar arasındaki önemlilik düzeyi, %5 (önemli) ve %1 (çok önemli) olarak ifade edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

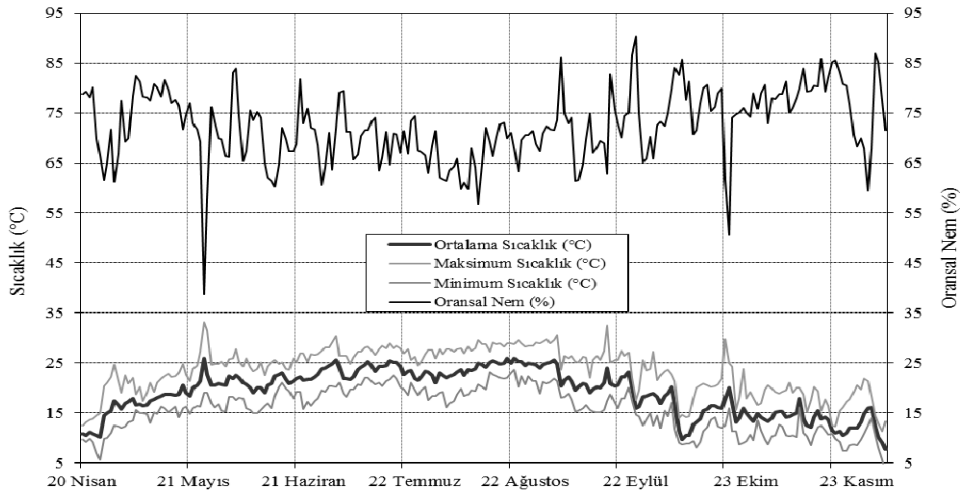
Deneme yerinin 2012 ve 2013 yıllarına ait günlük ortalama, maksimum, minimum sıcaklık (°C) ile oransal nem (%) değişimleri 20 Nisan ile 1 Aralık tarihleri arasında alınmış ve Şekil 2 ve Şekil 3’te verilmiştir. Şekil 2 ve Şekil 3 incelendiğinde 2012 yılında ortalama sıcaklık değerleri 10.1 – 29.4 °C arasında, 2013 yılında ise 7.8 – 26.0 °C arasında değişiklik göstermiştir. 2012 yılında ortalama hava

sıcaklıkları 2013 yılına oranla biraz daha yüksek seyretmiştir. Ortalama oransal nem değerleri ise 2012 yılında %41.7 ile %89.7 arasında, 2013 yılında ise %38.8 ile %90.3 arasında dalgalanma göstermiştir. Deneme yerinin uzun yıllar iklim verileri (MGM, 2015) deneme

süresince alınan iklim verileriyle benzerlik göstermektedir. Dolayısıyla her iki deneme yılının ekstrem yıllar olmadığını bize göstermekle birlikte çalışma sonucunda elde edilen verileri iklimsel yönden genellemeyi mümkün kılmaktadır. Yongalı göz aşısı ile aşılanmış ‘Tuğlalı-10’ ve ‘Fener-3’



Şekil 2. Deneme yerinin 2012 yılı günlük ortalama, maksimum, minimum sıcaklık (°C) ile oransal nem (%) değişimleri



Şekil 3. Deneme yerinin 2013 yılı günlük ortalama, maksimum, minimum sıcaklık (°C) ile oransal nem (%) değişimleri

çay klonlarına ait aşı tutma oranları Çizelge 1’de verilmiştir. Aşılama zamanlarının aşı tutma oranı üzerine istatistiksel olarak her iki yılda çok önemli etkileri olmuş ve 15 Haziran tarihinde yapılan aşılamadan en iyi sonuçlar (%81.7), 1 Eylül tarihinde yapılan aşılamadan ise en düşük sonuçlar alınmıştır. Aşı tutma oranı üzerine çay klonlarının etkisine bakıldığında istatistiksel olarak 2012 yılında çok önemli, 2013 yılında önemsiz farklılıklar tespit edilmiştir. ‘Tuğlalı-10’ klonundan 2012 yılında daha iyi sonuçlar alınırken 2013 yılında ise her iki çay klonundan benzer sonuçlar alınmıştır. Aşılama zamanı x çay klonu

interaksiyonunun aşı tutma oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak 2012 yılında önemli, 2013 yılında önemsiz olmuştur. Her iki yıl ve çay klonunda en yüksek sonuçlar 15 Haziran tarihinde yapılan aşılamadan alınmıştır.

Aşı sürme oranlarına ait veriler Çizelge 2’de verilmiştir. Aşılama zamanlarının aşı sürme oranı üzerine etkisi her iki yılda istatistiksel olarak çok önemli olmuş ve en iyi sonuçlar (sırasıyla %76.7, %75.0) 15 Haziran tarihinde yapılan aşılamadan, en düşük sonuçlar (sırasıyla %21.7, %10.0) 1 Eylül tarihinde yapılan aşılamadan elde edilmiştir. Çay klonlarının aşı sürme oranı üzerine etkisine

Çizelge 1. Aşılama zamanlarının aşı tutma oranı (%) üzerine etkileri

Yıl	Aşılama Zamanı	Tuğlalı-10	Fener-3	Ortalama
2012	20 Nisan	33.3 ¹ (35.2) ² f	36.7 (37.2) f	35.0 (36.2) cd
	10 Mayıs	53.3 (46.9) e	33.3 (35.2) f	43.3 (41.1) c
	1 Haziran	76.7 (61.2) abc	66.7 (54.8) cd	71.7 (58.0) b
	15 Haziran	83.3 (66.1) a	80.0 (63.4) ab	81.7 (64.8) a
	20 Temmuz	76.7 (59.0) bcd	63.3 (52.8) de	70.0 (55.9) b
	10 Ağustos	40.0 (39.2) f	36.7 (37.2) f	38.4 (38.3) cd
	1 Eylül	30.0 (33.2) f	33.3 (35.2) f	31.7 (34.2) d
	Ortalama	56.2 a**	50.0 b**	53.1
		LSD ₀₅ (aşılama zamanı x klon): 6.19		LSD ₀₁ (aşılama zamanı): 5.91
2013	20 Nisan	36.7 (37.2)	36.7 (37.2)	36.9 (37.2) d
	10 Mayıs	43.3 (41.2)	50.0 (45.0)	46.7 (43.1) c
	1 Haziran	73.3 (59.0)	70.0 (56.8)	71.7 (57.9) b
	15 Haziran	80.0 (63.4)	83.3 (66.1)	81.7 (64.8) a
	20 Temmuz	63.3 (52.8)	63.3 (52.8)	63.3 (52.8) b
	10 Ağustos	33.3 (35.2)	30.0 (33.0)	31.7 (34.1) d
	1 Eylül	13.3 (21.1)	20.0 (26.6)	16.7 (23.9)
	Ortalama	49.1	50.5	49.8
				LSD ₀₁ (aşılama zamanı): 5.23

¹Orijinal değer; ²Transforme edilmiş değer; ** İstatistiksel olarak %1 düzeyinde çok önemli

Çizelge 2. Aşılama zamanlarının aşı sürme oranı (%) üzerine etkileri

Yıl	Aşılama Zamanı	Tuğlalı-10	Fener-3	Ortalama
2012	20 Nisan	23.3 ¹ (28.8) ²	23.3 (28.8)	23.3 (28.8) c
	10 Mayıs	40.0 (39.2)	23.3 (28.8)	31.7 (34.0) c
	1 Haziran	73.3 (59.0)	53.3 (46.9)	63.3 (53.0) b
	15 Haziran	80.0 (63.9)	73.3 (59.0)	76.7 (61.5) a
	20 Temmuz	63.3 (52.8)	56.7 (48.8)	60.0 (50.8) b
	10 Ağustos	30.0 (33.0)	26.7 (31.0)	28.4 (32.0) c
	1 Eylül	23.3 (28.8)	20.0 (26.6)	21.7 (27.7) c
	Ortalama	47.6 a**	39.5 b**	43.6
				LSD ₀₁ (aşılama zamanı): 6.48
2013	20 Nisan	30.0 (33.2)	26.7 (31.0)	28.4 (32.1) c
	10 Mayıs	26.7 (31.0)	30.0 (33.2)	28.4 (32.1) c
	1 Haziran	60.0 (50.9)	60.0 (50.9)	60.0 (50.9) b
	15 Haziran	73.3 (59.0)	76.7 (61.2)	75.0 (60.1) a
	20 Temmuz	53.3 (46.9)	50.0 (45.0)	51.7 (46.0) b
	10 Ağustos	30.0 (33.2)	23.3 (28.8)	26.7 (31.0) c
	1 Eylül	10.0 (18.4)	10.0 (18.4)	10.0 (18.4) d
	Ortalama	40.5	39.5	40.0
				LSD ₀₁ (aşılama zamanı): 5.40

¹Orijinal değer; ²Transforme edilmiş değer; ** İstatistiksel olarak %1 düzeyinde çok önemli

bakıldığında, istatistiksel olarak 2012 yılında çok önemli, 2013 yılında önemsiz farklılıklar tespit edilmiştir. 'Tuğlalı-10' klonundan her iki yılda daha iyi sonuçlar alınmıştır. Aşılama zamanı x çay klonu interaksyonunda ise her iki yılda istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilememiştir. Bütün bu veriler neticesinde aşı tutma ve sürme oranları

üzerine aşılama zamanının çok önemli etkileri olmuştur. Hava sıcaklığının ve buna bağlı olarak fizyolojik aktivitenin artmasıyla beraber 20 Nisan tarihinden 15 Haziran tarihine kadar aşı başarısı artmış ve en iyi sonuçlar 15 Haziran tarihinde yapılan aşılarından elde edilmiştir. Aşı başarısı 15 Hazirandan sonra yapılan aşılarında yine hava sıcaklığı ve

fizyolojik aktiviteye bağlı olarak düşme eğilimi göstermiş ve en düşük sonuçlar 1 Eylül tarihinde yapılan aşıllardan elde edilmiştir. Aşı başarısının aşılama zamanlarına göre farklılık göstermesi bitkinin fizyolojik aktivitesi ile doğrudan ilgili olduğunu düşünülmektedir. Çay yaprağında belirli aralıklarla analizler yapan Kaçar (1987), fizyolojik aktivitenin en yoğun olduğu dönemin 15 Mayıs ve 1 Temmuz tarihleri arasında olduğunu belirtmektedir. Ayrıca araştırmacı Temmuz ayı ortasından sonra çiçek tomurcuğu teşekkül ettiğini ve dolayısıyla büyüme gelişmeyle beraber mineral madde birikiminin de azaldığını belirtmektedir. Çayın çelikle çoğaltılması konusunda çalışmalar yapan Özbek ve ark. (1961), sürgün tomurcuğu bulunan çeliklerin çiçek tomurcuğu bulunan çeliklere kıyasla daha iyi köklendiğini bildirmektedirler. Araştırmacıların bu bildirimleri neticesinde, fizyolojik aktiviteyle beraber mineral madde birikimi ve öz su çıkışının 15 Haziran'da yüksek düzeyde seyretmesi aşı başarısını olumlu yönde etkilemiştir. Bunun yanında aşı başarısının aşılama zamanlarına göre önemli farklılıklar göstermesinde hava sıcaklığının etkili olduğunu düşünmekteyiz. Hartmann ve ark. (2011), aşı yerinde kallus oluşumunun 4-32 °C arasında gerçekleştiğini ve sıcaklık artışıyla orantılı olarak kallus oluşumunun artış gösterdiğini belirtmektedirler. Yılmaz (1992) ise en yüksek kallus oluşumunun 26 - 28°C aralığında gerçekleştiğini bildirmektedir. Deneme yerinin sıcaklık verilerine bakıldığında (Şekil 2 ve 3) aşı başarısının düşük seyrettiği 20 Nisan-30 Mayıs tarihleri arasında ortalama günlük hava sıcaklıkları 2012 yılında 11.1 °C ile 25.5 °C arasında, 2013 yılında ise 10.2 °C ile 25.9 °C arasında değişiklik göstermiştir. Aşı başarısının yüksek seyrettiği 1 Haziran-20 Temmuz tarihleri arasında ortalama günlük hava sıcaklıkları 2012 yılında 16.1 °C ile 27.4 °C, 2013 yılında ise 19.0 °C ile 25.6 °C arasında değişiklik göstermiştir. Çay klonları içerinden 'Tuğlalı-10' çay klonu aşı başarısı yönünden daha iyi sonuçlar oluşturmuştur. Klonlar arasındaki aşı başarısı yönünden bu farklılığın genetik yapıdan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Nitekim Zenginbal (2007) ve Hartmann ve ark. (2011) genetik farklılığın aşı başarısı üzerine etki ettiğini belirtmektedirler. Bunun yanında çayın çelikle çoğaltılması konusunda yapılan çalışmalarda (Ayfer ve ark., 1987; Altındal ve Balta, 2002) köklenme oranı bakımından çay klonları arasında farklılıkların görüldüğü belirtilmekte ve bu farklılığın genetik yapıdan kaynaklandığı ifade edilmektedir. Araştırmacıların bu bildirimleri bulgularımızı desteklemektedir.

4. Sonuç

Ülkemiz çay tarımı gelişmiş ülkelerle aynı düzeye gelebilmesi için verim ve kalitesi yüksek çeşitlerden vejetatif yolla fidanlar üretilmelidir. Günümüzde vejetatif çoğaltma yöntemlerinden çelik ve doku kültürü yöntemleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Anaç kullanımının önem kazandığı modern çay tarımında aşılama teknikleri yeniden gündeme gelmiştir. Özellikle tek gövde hâkimiyeti olan çay bitkilerinde aşıyla çoğaltma avantajlı görünmektedir. Bu çalışmada sonucunda, 'yongalı göz' aşı metoduyla başarılı bir şekilde çay fidanı üretilebileceğini göstermiştir. Her iki yılda en iyi sonuçlar 15 Haziran tarihinde yapılan aşıllardan, en düşük sonuçlar ise 1 Eylül tarihinde yapılan aşıllardan

elde edilmiştir. Bunun yanında çay klonlarının aşı başarısı üzerine önemli etkileri olmamıştır.

Kaynaklar

- Altındal, E., Balta, F. 2002. Comparison of rooting capabilities of Turkish tea clones. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 195-201.
- Anyuka, J.O., Othieno, C.O. 1982. Techniques of grafting tea in the nursery. *Tea*, 3(2): 31-36.
- Ayfer, M., Çelik, M., Çelik, H., Vanlı, H., Tutgaç, T., Turna, T., Dumanoğlu, H. 1987. The effect of shading materials, collection time and type of cutting on the rooting of tea cuttings. *International Tea Symposium*, 26-34, 26-28 June, Rize.
- Barua, D. N. 1989. *Science and Practice in Tea Culture*. Calcutta: Tea Research Association, Johat, 509 p.
- Bezbaruah, H. P., Sahariah, U. K. 1982. Stock-scion influences on flowering and fruit-set in tea. *Two & A Bud*, 29: 56-59.
- Bore, J. K. A., Njuguna, C. K., Owuor, P. O. 1995. Chip-budding in tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) and its effects on yields and quality. *Tea*, 16: 9-13.
- ÇAYKUR. 2015. Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü. Available from URL: <http://www.caykur.gov.tr/default.aspx#> [Erişim: 18 Nisan 2015]
- FAO. 2015. Food and Agriculture Organization of The United Nations. FAO database. Available from URL: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E; 2013> [Erişim: 21 Nisan 2015].
- Hartmann, H. T., Kester D. E., Davies JR. F. T., Geneve R. L. 2011. *Plant Propagation: Principles and Practices*. Eighth Edition. Regents, Prentice Hall, New Jersey, 928 p.
- Haznedar, A. 2015. Ülkemizde Çay Gelişimi. Available from URL: <http://www.biriz.biz/cay/ulkemizde.htm> [Erişim: 20 Nisan 2015].
- Kaçar, B. 1987. Çayın Biyokimyası ve İşleme Teknolojisi. ÇAYKUR Yayını No: 6, 329 s.
- Kayange, C. W., Scarborough, I. P., Nyirenda, H. E. 1981. Rootstock influence on yield and quality of tea (*Camellia sinensis* L.). *Journal of Horticultural Science*, 56: 117-120.
- MGM. 2015. Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Available from URL: <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=RİZE> [Erişim: 15 Nisan 2015].
- Özbek, S., Özsan, M., Yılmaz, M. 1961. Çay çeliklerinin köklenmeleri üzerine muhtelif hormonların tesiri. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı*, 11(2): 175-204.
- Satyanarayana, N., Cox, S., Sharma, V. S. 1991. Field performance of grafts made of fresh tea clonal cuttings. *Planters' Chronicle*, 86: 85-93.
- TÜİK. 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. Available from URL: <http://tuikapp.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul; 2013> [Erişim: 16 Nisan 2015].
- Tuwei, G., Kaptich, F. K. K., Langat, M. C., Chomboi, K. C., Corley, R. H. V. 2008. Effects of grafting on tea I. growth, yield and quality. *Experimental Agriculture*, 44: 521-535.
- Willson, K. C. 1991. Field Operations: 1. In "Tea Cultivation to Consumption". (Willson, K.C. and Clifford, M.N. eds) Chapman and Hall, Chapter 7, 201-226 p.
- Yılmaz, M. 1992. *Horticultural Crops Growing Techniques*. Cukurova University Publications, 150 p.
- Zenginbal, H. 2007. The effect of different grafting methods on success grafting in different kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, A. chev) cultivars. *International Journal of Agricultural Research*, 2(8): 736-740.
- Zenginbal, H., Haznedar, A. 2013. Tea seedling production techniques. *Rize Kalkınma Sempozyumu*, 125-135, 3-4 Mayıs 2013, Rize.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 227-235

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.227-235



Samsun ilinde sert çekirdekli meyve türlerinde Şarka hastalığı etmeninin (*Plum pox virus*) belirlenmesi

İlyas Deligöz^{a*}, Kemal Değirmenci^b, Miray Arlı Sökmen^c

^aKaradeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Bitki Sağlığı Bölümü, Samsun, ^bZirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Bitki Hastalıkları Bölümü, Ankara

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

*Sorumlu yazar/corresponding author: ilyas.deligoz@gthb.gov.tr

Geliş/Received 23/02/2015

Kabul/Accepted 24/11/2015

ÖZET

Plum pox virus (PPV), erik, şeftali, nektarin, kayısı, badem, kiraz ve vişne gibi sert çekirdekli meyve ağaçlarının en önemli viral etmenlerinden birisidir. PPV ırkları günümüzde en az 8 alt grupta toplanmıştır. Türkiye’de bugüne kadar yapılan çalışmalarda Marmara, İç Anadolu, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde PPV’nin bulaşık olduğu bahçeler tespit edilmiş, virüsün ırk düzeyinde tanısı yapılmış ve dağılımı belirlenmiştir. Karadeniz Bölgesi’nde ise şu ana kadar sert çekirdekli meyve üretimi yapılan alanlarda Şarka hastalığının varlığına dair bir kayda rastlanmamıştır. Bu çalışmada, Samsun ili Canik ilçesinde 2013 yılı Temmuz ayında PPV-benzeri yaprak ve meyve belirtileri gösteren 4 bahçe belirlenmiş ve 9 kayısı, 6 nektarin, 4 erik ve 3 şeftali ağacından toplam 22 örnek test edilmek üzere alınmıştır. PPV’ye spesifik antiserum kullanılarak DAS-ELISA ve PPV’ye spesifik primerler kullanılarak RT-PCR yöntemleri ile örneklerin test edilmesi sonucunda, iki kayısı ağacı ve bir erik ağacının PPV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir. Kayısı ve erik izolatlarının kısmi kılıf protein (CP) bölgesi nükleotid dizileri elde edilmiş ve nükleotid BLAST analizine göre en yüksek benzerliği (% 99) Ankara’da kayısı ağacından izole edilen AbTk izolatu (PPV-T strain) ve yine Türkiye’den elde edilen Abricotier Turque izolatu ile gösterdiği belirlenmiştir. Bu çalışma, Karadeniz Bölgesi’nde Samsun ilinin yanısıra diğer illerde de sert çekirdekli meyve bahçelerinin PPV ile bulaşıklık durumunun detaylı incelenmesinin gerekliliğini ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler:

CP
Erik
Kayısı
PPV
T ırkı

Determination of *Plum pox virus*, the causal agent of Sharka Disease, in Samsun Province

ABSTRACT

Plum pox virus (PPV) is one of the most destructive and serious viral agent of stone fruits such as plum, peach, nectarine, apricot, almond, sweet and sour cherries. PPV strains have been classified into at least eight sub-groups. PPV has been detected in some orchards in different geographical regions of Turkey including Marmara, Central Anatolia, Aegean and Mediterranean, and the strains of PPV and their distributions have been determined. To date, there is no report on the presence of PPV in the Black Sea Region. PPV-like fruit and leaf symptoms were noticed in four stone fruit orchards in Canik district of Samsun province in July 2013, and a total of 22 samples were taken from nine apricot, six nectarine, four plum and three peach trees. Only one plum and two apricot trees were found to be infected by DAS-ELISA using virus-specific polyclonal antiserum and RT-PCR method using PPV-specific primers. The partial nucleotide sequences of coat protein (CP) region of plum and apricot isolates were obtained. Nucleotide BLAST analysis showed that plum and apricot isolates had the highest (99%) sequence similarity at nucleotide level with PPV-AbTk isolate (PPV-T strain) found on apricot trees in Ankara province and the PPV Abricotier Turque isolate. This study revealed that the occurrence and distribution of PPV infection in stone fruit orchards needs to be investigated in the Black Sea Region in detail.

Keywords:

CP
Plum
Apricot
PPV
T strain

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Plum pox virus (PPV), erik, şeftali, nektarin, kayısı, badem, kiraz ve vişne gibi sert çekirdekli meyve ağaçlarının en önemli virüs hastalığıdır. *Potyviriidae* familyası *Potyvirus* cinsine dahil olan PPV, 760 x 20 nm boyutlarında iplikli partikül yapısına sahiptir. Tek sarmallı RNA içeren partiküllerinin % 7'si nükleik asit ve % 93'ü protein içermektedir. Virüs yaprak bitleri tarafından non-persistent olarak ve üretim materyalleri ile yayılmakta olup, tohum ve polenle taşınmamaktadır (Brunt ve ark., 1996).

Şarka hastalığı ülkemizde ilk kez 1961 yılında Edirne'de eriklerde tespit edilmiştir (Şahtiyancı, 1969). Daha sonra hastalık Ankara, Antalya, Aydın, Edirne, Balıkesir, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Kayseri, Aksaray, Konya, İstanbul, İzmir, İzmit, Manisa, Mersin, Sakarya, Tekirdağ, Adana ve Yalova'da farklı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Kurçman, 1973, Yürektürk, 1984; Dunez, 1986; Erdiller, 1988; Elibüyük ve Erdiller, 1991; Azeri, 1994; Elibüyük, 2003, Elibüyük, 2004, Koç ve Baloğlu, 2006; Candresse ve ark., 2007; Gümüş ve ark., 2007; Çıtır ve İlbağı, 2008; İlbağı ve ark., 2008; Akbaş ve ark., 2011; Çelik ve Topkaya Kütük, 2013).

PPV'nin en önemli konukçuları kayısı, erik, şeftali, badem, kiraz, ceviz ve vişnedir (Brunt ve ark., 1996; Ogawa ve ark., 1995; Baumgartnerova, 1996). PPV'nin belirtileri bitkinin çeşidi, virüsün ırkı ve bitkinin yaşına göre farklılık gösterebilmektedir. PPV, sert çekirdekli meyvelerin değişik tür ve çeşitlerinde birbirine benzer belirtilere neden olmaktadır. Çoğu zaman bitkilerin yapraklarında klorotik bantlar, damar açılması, halka şeklinde klorotik lekeler, meyvede şekil bozukluğu ve çekirdekte halka şeklinde beneklenmeler, gövdede çatlamalar, çiçeklerde renk kırılması gibi karakteristik PPV belirtileri birçok araştırmacı tarafından da rapor edilmiştir (Kalashyan ve ark., 1994; Ogawa ve ark., 1995; Crescenzi ve ark., 1997; Akbaş ve ark., 2011; Çelik ve Topkaya Kütük, 2013). Ayrıca, hassas erik ve kayısı ağaçları meyvelerini hasattan 2-3 hafta önce dökülebilmektedir. Virüsün kiraz ve vişnelerde klorotik meşe yaprağı desenine ve bazı yapraklarda şekil bozukluğuna sebep olduğu ifade edilmektedir (Kalashyan ve ark., 1994; Ogawa ve ark., 1995; Crescenzi ve ark., 1997; Lopez-Moya ve ark., 2000).

PPV ırkları, önceleri M (Marcus), D (Dideron), C (Cherry), EA (El Amar), T (Turkey), W (Winona) ve Rec (rekombinant) olmak üzere 7 alt grupta toplanmıştır (Palkovics ve ark., 1993; Glasa ve ark., 2004; James ve ark., 2005; Myrta ve ar., 2006; Nemchinov ve ark., 1996; Ulubaş Serçe ve ark., 2009). Ancak, son yıllarda Rusya'da vişnede enfeksiyon oluşturan CR (Cherry Russia) ırkı (Chirkov ve ark., 2013; Glasa ve ark., 2013) ile birlikte, PPV ırkları en az sekiz grupta toplanmıştır (Garcia ve ark., 2014). PPV-M ve PPV-D ırklarının diğer ırklara oranla daha yaygın olarak görüldüğü rapor edilmiş (Candresse ve ark., 1998), son yıllarda ise PPV-Rec ırkının, M ve D ırkından sonra üçüncü majör öneme sahip ırk olduğu bildirilmiştir (Garcia ve ark., 2014). PPV-M ırkının, PPV-D ırkına oranla yaprak bitleri ile daha etkili taşındığı, yayılımının daha hızlı ve eradikasyonunun daha zor olduğu bilinmektedir. PPV-Rec ırkı daha çok Orta Avrupa'da görülmekte olup (Glasa ve ark., 2004; Wijkamp ve Gaag, 2011), bu ırkın Balkanlar'dan diğer bölgelere yayıldığı

tahmin edilmektedir (Glasa ve ark., 2005). PPV-Rec ırkı da afitler ile etkili bir şekilde taşınabilmektedir (Glasa ve ark., 2004). PPV-C, PPV-EA ve PPV-W ırkları ise diğer ırklar kadar yaygın değildir (Candresse ve Cambra, 2006). PPV-C ırkı sadece kiraz ve vişnede enfeksiyon oluşturmakta olup, Macaristan, İtalya ve Romanya gibi ülkelerde tespit edilmiştir. PPV-EA yalnızca Mısır'da kayısı ağacında, PPV-W ırkı ise Kanada'da belirlenmiş ve enfekteli ağaçlar eradike edilmiştir (Wijkamp ve Gaag, 2011). PPV-T ırkı ilk defa Türkiye'de Ankara ve yöresindeki bahçelerde belirlenmiştir (Ulubaş Serçe ve ark., 2009), ancak daha sonra yayınlanmamış bir proje raporuna (the European SharCo FP7 project) göre PPV-T'nin Arnavutluk'da da tespit edildiği bildirilmiştir (Garcia ve ark., 2014). Türkiye'de bugüne kadar yapılan çalışmalarda, PPV'nin M (Sertkaya ve ark., 2003; Elibüyük, 2004; Koç ve Baloğlu, 2006; İlbağı ve ark., 2008; Çelik ve Topkaya Kütük, 2013), D (Elibüyük, 2004), Rec (Candresse ve ark., 2007) ve T (Ulubaş Serçe ve ark., 2009) ırkları belirlenmiş olup, en yaygın ırkın PPV-M olduğu belirtilmiştir (Çağlayan, 2006). Ancak, daha önceki yıllarda ırka spesifik antiserum kullanılarak gerçekleştirilen serolojik testlemelerde PPV- M veya PPV-M+PPV-D ırkı olarak tanımlanan bazı izolatların, daha sonradan sekans çalışmaları ile aslında T ırkı olduğu belirlenmiştir (Ulubaş Serçe ve ark., 2009; Ceylan ve ark., 2014).

Orta Karadeniz Bölgesi'nde başta Amasya olmak üzere Samsun ve Tokat illerinde, sert çekirdekli meyve üretimi yapılan kapama bahçelerin sayısı son yıllarda artış göstermektedir. Türkiye'de 2007-2010 yılları arasında gerçekleştirilen survey çalışmaları kapsamında, Karadeniz Bölgesi'nde 87 farklı lokalizasyondan sert çekirdekli meyve ağaçlarına ait 733 örnek incelenmiş ve Şarka hastalığının varlığına rastlanılmamıştır (Akbaş ve ark., 2011). Bu tarihten sonra da şu ana kadar bu bölgede Şarka hastalığının varlığına dair bir rapor bulunmamaktadır. Ancak 2013 yılında, Samsun ili Canik ilçesinde PPV-benzeri yaprak ve meyve belirtileri sergileyen 4 bahçe tespit edilmiştir. Bu çalışmada, söz konusu belirtileri gösteren ağaçlarda PPV'nin araştırılmasına ve moleküler olarak karakterize edilmesine çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Örneklerin toplanması

Çalışmada, Samsun iline bağlı Canik ilçesi Dereler Köyü'nde PPV-benzeri yaprak ve meyve belirtileri gösteren 4 bahçeden 9 kayısı, 6 nektarin, 4 erik, 3 şeftali ve 1 kiraz ağacından toplam 23 yaprak ve meyve örneği alınmıştır. Örnekler polietilen torbalara konularak etiketlenmiş ve serolojik olarak test edilinceye kadar -20°C'de derin dondurucuda saklanmıştır.

2.2. Serolojik çalışmalar

PPV-benzeri semptom sergileyen yaprak ve meyve örnekleri, PPV'ye spesifik polyclonal antiserum (Bioreba, İsviçre) kullanılarak Double Antibody Sandwich-Enzyme Linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA) yöntemi ile test edilmiştir. Yöntem Clark ve Adams (1977)'a ve antiserumun temin edildiği firmanın önerilerine göre

uygulanmıştır. ELISA mikropleyti (Nunc, Danimarka), 1/1000 oranında karbonat tampon çözeltisi (1.59 g Na₂CO₃, 2.93 g NaHCO₃, pH 9.6) ile sulandırılmış IgG ile kaplanmış ve 30°C'de 4 saat inkube edilmiştir. Örnekler, % 2 oranında polivinyl pyrrolidone (PVP)-15 ve % 0.05 Tween 20 içeren ekstraksiyon tampon çözeltisinde (0.20 g KCl, 1.15 g Na₂HPO₄, 0.2 g KH₂PO₄ ve 8 g NaCl (PBS; pH 7.4), 1:10 (g/ml) oranında sulandırılarak homojenize edilmiş ve +4 °C'de 1 gece inkube edilmiştir. Konjugat tampon çözeltisinde (ekstraksiyon tampon çözeltisi) 1/1000 oranında sulandırılan konjugatın (alkaline phosphatase-conjugated IgG) 5 saat 30 °C'de inkubasyonundan sonra substrat (1 mg p-nitrophenyl phosphate/ 1 ml diethanolamin substrate buffer, pH 9.8) ilave edilerek oda sıcaklığında reaksiyon oluşuncaya kadar inkubasyona bırakılmıştır. Yukarıdaki işlemlerin her aşamasından sonra mikropleyt çukurları 3 kez PBST (PBS-Tween 20) çözeltisi ile yıkanmıştır. Absorbans değerleri 405 nm'de ELISA Mikropleyt okuyucusu (Tecan Sunrise A5082) ile substrat inkubasyonundan 30-60 dk. sonra ölçülmüş ve test sonucunda negatif kontrolün iki katından fazla absorbans değeri veren örnekler pozitif kabul edilmiştir.

2.3 Reverse-Transkripsiyon-Polimeraz zincir reaksiyonu (RT-PCR)

Serolojik olarak PPV ile enfekteli olduğu belirlenen yaprak örneklerinden toplam RNA'lar, İnvitrogen Ambion RNA İzolasyon Kiti kullanılarak firmanın önerilerine göre elde edilmiştir. Çalışmada PPV'nin moleküler olarak tanısı için PPV universal primerleri (Forward P1, 5'-ACCGAGACCACTACTACTCCC-3'; ve Reverse P2, 5'-CAGACTACAGCCTCGCCAGA-3') (Wetzel ve ark., 1991) kullanılarak tek aşamalı (one step) RT-PCR yöntemi uygulanmıştır. PPV ırklarının ayırımı için ırka-spesifik primerler PD (5'-CTT CAA CGA CAC CCG TAC GG-3') ve PM (5'-CTT CAA CAA CGC CTG TGC GT -3') (Olmos ve ark., 1997) ve universal 5' P1 (5'-ACCGAGACCACT ACTACTCCC-3'), primeri birlikte kullanılmıştır. Reaksiyon 5 µl 12.5 mM MgCl₂ içeren 5X Qiagen One step RT-PCR Buffer, 1 µl 10 mM dNTPs, her bir primerden 0.15 µl, (son konsantrasyon: 0.6 µM), 1µl Qiagen RT-PCR Enzim Mix (Omniscript Reverse Transcriptase, Sensiscript Reverse Transcriptase ve HotStarTaq DNA Polimeraz), 0.125 µl Rnasin inhibitör ve 1 µl RNA'dan oluşmuştur. Toplam reaksiyon hacmi RNase ve DNase içermeyen su ile 25 µl'ye tamamlanmıştır. Amplifikasyonlar Bio-Rad MJ Mini PCR Thermocycler'de, 50 °C'de 30 dk, 95 °C'de 15 dk, 40 döngü olacak şekilde 94 °C'de 1 dk, 60 °C'de 30 sn ve 1 döngü 72 °C'de 10 dakika ile tamamlanmıştır. PCR ürünleri TBE tampon çözeltisinde hazırlanan % 2'lik agaroz jelde (0,5 µg/ml etidium bromür içeren) 80 mA sürekli akımda elektroforeze yöntemi ile analiz edilmiştir. Jeldeki PCR fragmentlerinin görüntülenmesi GelDoc 2000 (Biorad) sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve jelde oluşan PCR ürünlerinin fotoğrafları çekilmiştir.

2.4. Nükleotid dizi analizi ve Plum pox virus izolatlarının filogenetik ilişkilerinin araştırılması

PPV izolatlarına ait PCR ürünlerinin sekans analizleri 200 ng saflaştırılmış PCR ürünü (DNA) ve her bir universal

primerlerden 1 µl (4 µM) kullanılarak Sanger Metodu ile Genoks (Ankara) firması tarafından yapılmıştır. Sekans analizi sonrasında Clustal W (Thompson ve ark., 1994) programı kullanılarak PPV izolatlarına ait her iki yönde (forward ve reverse) elde edilen ham sekans verileri hizalanmış, düzgün okunan kısımlar alınarak konsensus diziler elde edilmiştir. Daha sonra PPV izolatlarına ait konsensus diziler, GenBankası (NCBI; National Center for Biotechnology Information) internet kaynağından (www.ncbi.nlm.nih.gov) indirilen diğer PPV izolatlarına ait sekans verileri ile BLAST analizine tabi tutularak kıyaslanmıştır. Ayrıca, bu çalışmaya ait PPV izolatlarının ve NCBI'dan indirilen referans PPV izolatlarının nükleotid dizilerinin Clustal W programı kullanılarak çoklu dizi hizalaması yapılmıştır. Daha sonra MEGA 6 (Tamura ve ark., 2013) yazılımında yer alan Kimura-2 parametre yöntemi (transisyon/transversiyon oranı: 2.0) (Kimura, 1980) ile genetik uzaklıklar belirlenmiş ve neighbor-joining algoritmasına göre (Seitou ve Nei, 1987) filogenetik ağaç oluşturulmuştur. Filogenetik analizlerde 42 farklı PPV izolatına ait sekans verileri kullanılmıştır. Dizilerdeki nükleotid veri kayıpları analize dahil edilmemiş ve 229 nükleotid pozisyonu analizde kullanılmıştır. Bootstrap değeri olarak 1000 alınmıştır. Daha sonra farklı yöntemlere göre elde edilen dendrogramların, dolayısıyla sonuçların tutarlılığını kontrol etmek amacıyla aynı nükleotid dizileri MEGA 6 yazılımında Maximum likelihood (ML) yöntemi (Felsenstein, 1981) kullanılarak analiz edilmiş ve bu yöntemle göre elde edilen dendrogram, NJ yöntemi ile elde edilen dendrogram ile kıyaslanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Samsun ili Canik ilçesinde PPV-benzeri belirtiler gösteren (Şekil 1 ve Şekil 2) 4 bahçeye ait 9 kayısı, 6 nektarin, 4 erik, 3 şeftali ve 1 kiraz ağacından alınan toplam 23 örneğin DAS-ELISA ile test edilmesi sonucunda 2 kayısı ve 1 erik ağacının PPV ile enfekteli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. *Plum pox virus*-benzeri semptom sergileyen sert çekirdekli meyve türlerine ait test edilen örnek sayıları, DAS-ELISA ve RT-PCR sonuçları

Örnek Alınan Bitki Türü	Test Edilen Örnek Sayısı	ELISA	RT-PCR
Kayısı	9	2	2
Erik	4	1	1
Nektarin	6	0	-
Şeftali	3	0	-
Kiraz	1	0	-
Toplam	23	3	3

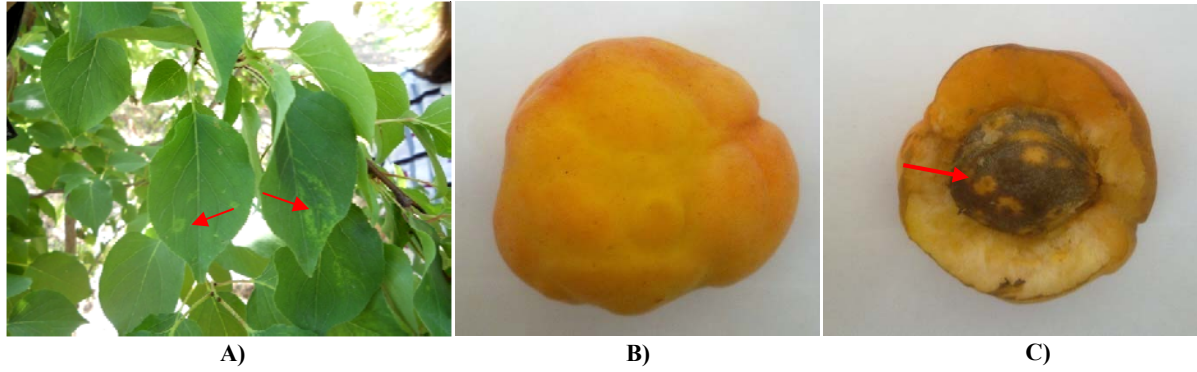
ELISA ile enfekteli olduğu belirlenen kayısı ve erik örnekleri ve sonucu şüpheli olarak bulunan kiraz örneklerinin RT-PCR ile test edilmesi neticesinde iki kayısı ve bir erik örneğinde beklenen büyüklükte (244 bp) bantlar elde edilmiş (Şekil 3) ve örneklerin PPV ile bulaşık olduğu RT-PCR ile de doğrulanmıştır. Kiraz ağacının ise enfekteli olmadığı ortaya konulmuştur (Çizelge 1). Kullanılan PPV universal primerleri ile konukçu bitkiye ait bazı RNA'ların

spesifik olmayan bağlanmaları sebebiyle, hem pozitif hem de negatif (kiraz örneği) örneklerde 244 bp'den büyük ve küçük bantlar elde edilmiştir (Şekil 3). Ülkemizde daha önce yapılan çalışmalarda PPV kayısı, erik, şeftali ve nektarin ağaçlarında belirlenmiştir (Şahtiyancı, 1969; Kurçman, 1973; Sertkaya ve ark., 2003; Elibüyük, 2004;

Ulubaş Serçe ve ark., 2009; Akbaş ve ark., 2011; Çelik ve Topkaya Kütük, 2013). Farklı araştırmacılar tarafından kiraz ağaçlarında yapılan çalışmalarda ise PPV enfeksiyonu tespit edilmemiştir (Sertkaya ve ark., 2003; Akbaş ve ark., 2011).

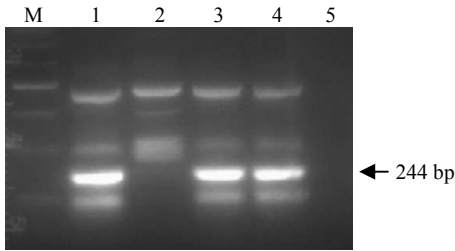


Şekil 1. PPV'nin erik ağacında yapraklarda (A) ve meyvelerde (B) oluşturduğu halkalı lekeler



Şekil 2. PPV'nin kayısı ağacında yapraklarda oluşturduğu halkalı lekeler (A), meyvede oluşturduğu şekil bozukluğu (B) ve meyve çekirdeğinde oluşturduğu halkalı lekeler (C)

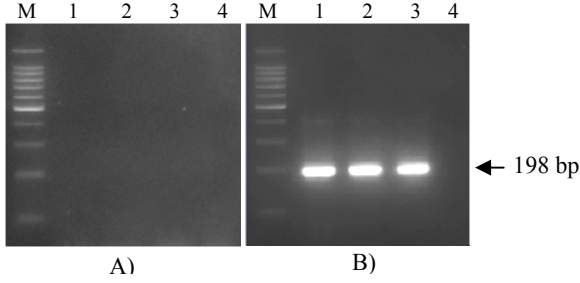
PPV'nin M ve D ırklarına spesifik primerler kullanılarak kayısı ve erik izolatlarının ırklarını belirlemek amacıyla uygulanan RT-PCR sonucunda, PPV'nin M ırkına spesifik primerler ile agaroz jelde 198 bp'lik ürün elde edilmiştir (Şekil 4).



Şekil 3. PPV-spesifik universal primerler kullanılarak elde edilen RT-PCR ürünleri. M: 100 bp markör (Promega), 1: Erik örneği, 2: Kiraz örneği, 3: Kayısı örneği (No: 1), 4: Kayısı örneği (No: 2); 5: Negatif kontrol (RNA içermeyen örnek)

Daha sonra bir kayısı ve bir erik örneğine ait 2 izolatın kılıf protein (CP) bölgesinin 3' terminal kısmını içeren PCR ürünlerinin nükleotid dizileri elde edilmiş ve NCBI (National Center for Biotechnology Information)'den indirilen diğer PPV izolatlarına ait sekans verileri ile BLAST yapılarak analiz edilmiştir. Dizi analizleri sonucunda, bu çalışmada elde edilen kayısı ve erik izolatlarının hemen hemen aynı olduğu ve sadece iki noktada nükleotid varyasyonu içerdiği belirlenmiştir. PPV Samsun izolatlarının en yüksek benzerliği (% 99), Ulubaş Serçe ve ark. (2009) tarafından Ankara'da kayısı ağacından izole edilen ve T ırkı olarak isimlendirilen AbTk izolatı (GenBank Kayıt No., EU734794) ve yine Türkiye'den elde edilen Abricotier Turquie izolatı (GenBank Kayıt No., AY677115) ile gösterdiği belirlenmiştir. PPV-T ırkı, M ve D ırklarının HC-Pro bölgesindeki mutasyon sonucu oluşan bir ırk olup, ülkemizde ilk önce Ankara ilinde belirlenmiştir. Ulubaş Serçe ve ark. (2009), bu çalışmada kullanılan P1/PM-PD primerleri ile gerçekleştirdikleri RT-PCR sonucunda, 8 erik ve 7 kayısı izolatını M ırkı olarak, 1 kayısı izolatını ise her iki ırkla karışık olarak enfekteli

olduğunu belirlemişler, ancak ayrıntılı nükleotid dizi analizleri sonucuna göre ise tüm izolatları rekombinant T ırkı olarak isimlendirmişlerdir. Bu çalışmada da benzer bir şekilde RT-PCR yöntemi ile M ırkı olarak belirlenen her iki izolat, nükleotid blast analizi sonucuna göre en yüksek benzerliği T ırkı ile göstermiştir.



Şekil 4. PPV-D (A) ve PPV-M (B) ırklarına spesifik primerler kullanılarak uygulanan RT-PCR yönteminin sonucu. M: 100 bp markör (Promega), 1: Erik örneği, 2: Kayısı Örneği (No. 1), 3: Kayısı örneği (No. 2), 4: Negatif kontrol (RNA içermeyen örnek)

Potyvirus'lerde kılıf protein (CP) bölgesi ve 3'translasyon dışı bölge (NTR)'ye ait nükleotid dizileri taksonomik analizler sırasında oldukça kullanışlı genomik bölgelerdir ve bu nedenle daha önceki filogenetik analizlerde sıklıkla kullanılmışlardır (Berger ve ark., 2000). Bu çalışmada, filogenetik analiz öncesi kayısı ve erik orjinli PPV izolatlarının CP bölgesinin 3' terminal kısmına ait nükleotid dizileri (244 bp), NCBI veri tabanındaki diğer PPV izolatlarının dizileri ile Clustal W yöntemi kullanılarak hizalanmıştır. Clustal W analizi ve filogenetik analizlerde kullanılan PPV izolatlarına ait bilgiler, Çizelge 2'de verilmiştir.

Hizalanan tüm nükleotid dizileri NJ (Neighbor Joining) ve Maximum Likelihood (ML) yöntemleri kullanılarak Mega 6 yazılımı ile analiz edilmiştir. Sonuçta her iki analiz yöntemi ile 2 ayrı dendrogram elde edilmiş ve elde edilen dendrogramların birbiri ile oldukça uyumlu olduğu görülmüştür. Bu nedenle sadece NJ yöntemi ile elde edilen dendrogram bu çalışmada verilmiştir (Şekil 5). PPV izolatlarına ait NJ dendrogramı incelendiğinde, PPV izolatlarının 9 ayrı alt dala (alt klad) ayrıldığı gözlenmiştir. Şekil 5 ve Çizelge 2 birlikte değerlendirildiğinde, PPV'nin Rec ırkına ait izolatların 2 ayrı alt dala (Grup I ve Grup III) ayrıldığı görülmektedir. Samsun'da erik ve kayısıdan elde edilen izolatların, Türkiye ve Arnavutluk'da belirlenen PPV-T ırkı ile ilişkili izolatlar ile aynı alt dalda (Grup IV) yer aldığı ve bu T ırkı ile ilişkili izolatların PPV-M ve PPV-Rec izolatları ile birlikte, %71 bootstrap (seç-bağla testi) değeriyle desteklenen aynı soy hattından kaynaklandığı belirlenmiştir. Dendrogramda Grup II olarak işaretlenen alt dal, PPV'nin M ırkı ile ilişkili izolatlarından oluşmuştur. Dendrograma göre, PPV-M, PPV-T (Grup IV) ve PPV-Rec (Grup I ve III) ırkları ile ilişkili izolatlar, PPV-EA (Grup V) izolatlarından % 60'lık bir bootstrap değeriyle desteklenen aynı soydan köken alarak ayrılmaktadır (Şekil 5). NJ ağacı incelendiğinde PPV-D ırkı ile ilişkili izolatlar, PPV-Rec, PPV-M, PPV-T ve PPV-EA ırkları ile aynı hattan köken almaktadırlar ve bu durum % 87'lik bootstrap değeriyle

desteklenmektedir. PPV-C, PPV-CR ve PPV-W ırklarına ait izolatlar ise dendrogramda sırasıyla Grup VII, VIII ve IX olarak gösterilen ayrı alt dallara ayrılmışlardır. Bu grupların soy hatlarının bootstrap değerleri % 50'nin altında olduğu için dendrogramda gösterilmemiştir.

Türkiye'de daha önce yapılan çalışmalarda PPV'nin M (Sertkaya ve ark., 2003; Elibüyük, 2004; Koç ve Baloğlu, 2006; Çelik ve Topkaya Kütük, 2013), D (Elibüyük, 2004), Rec (Candresse ve ark., 2007) ve T (Ulubaş Serçe ve ark., 2009) ırkları belirlenmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinde en yaygın olarak D ırkı hemen hemen tüm ülkelerde rapor edilmiş olmasına rağmen, M ırkı ve Rec ırkı Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Almanya, Macaristan, İtalya, Slovakya ve Slovenya gibi bazı ülkelerde tespit edilmiştir. PPV-C ırkı, Macaristan, İtalya, Romanya gibi daha az sayıda ülkede rapor edilmiştir (Wijkamp ve Gaag, 2011). Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise Rusya'da vişnelerde enfeksiyon oluşturan CR (Cherry Russia) ırkı belirlenmiştir (Chirkov ve ark., 2013; Glasa ve ark., 2013). T ırkı, PPV-M ve PPV-D ırkları arasında HC-Pro geni üzerinde tek bir homolog rekombinasyon sonucu oluşmuştur (Glas ve Candresse, 2005). Bu ırk genellikle PPV-D ve -M monoklonal antiserumlarının her ikisine de reaksiyon vermekte, ırk tayini için kısmî dizileme ile kümeleme analizi yapmak gerekmektedir. Ulubaş Serçe ve ark. (2011) yaptıkları bir çalışmada, PPV enfeksiyonlarının tespit edildiği bölgelerden temin edilen PPV izolatlarının hangi ırk olduğunu belirlemek amacıyla, P3 ve kılıf protein geni bölgelerinin nükleik asit dizilerini analiz ettiklerinde, PPV ırklarının dağılımının coğrafik alanlarla sınırlı kaldığını, Marmara (Çanakkale) Bölgesi, Akdeniz Bölgesi (Mersin ve Hatay)'inden temin edilen PPV izolatlarının PPV-M olduğunu, PPV-T ırkının, Orta Anadolu (Ankara) ve Ege Bölgesi (İzmir) gibi PPV'nin endemik olarak yıllardır bulunduğu, yeni PPV enfeksiyonlarının tespit edilemediği bölgelerde yaygın olduğunu bildirmişlerdir. Bazı bitkilerde PPV-D ırkının PPV-M ile birlikte bulunduğu belirlenmiştir (Elibüyük, 2004). PPV-Rec ırkı ise Isparta'da tespit edilmiştir (Candresse ve ark., 2007).

Samsun'da PPV ile enfekteli erik ağacında yapraklarda ve meyvelerde halkalı leke şeklinde belirtiler gözlenmiştir (Şekil 1). Kayısı ağaçları ise yapraklarda halkalı ve çizgili lekeler şeklinde, meyvelerde ise deformasyon ve çekirdek üzerinde halkalı lekeler şeklinde belirtiler göstermiştir (Şekil 2). Enfekteli ağaçların meyve döktüğü görülmüştür. PPV'nin, erik ve kayısı ağaçlarında bu çalışmada gözlenen belirtilere benzer belirtilere neden olduğu bildirilmiştir (Ogawa ve ark., 1995).

PPV, tüm dünyada ve ülkemizde karantinaya tabi en önemli hastalık etmenlerinden birisi durumundadır. Ülkemizde sert çekirdekli meyve ağaçlarında şimdiki kadar birçok bölgede tespit edilmiş olan PPV (Şahiyancı, 1969; Kurçman, 1973; Yürektürk, 1984; Elibüyük, 2004; Koç ve Baloğlu, 2006; Candresse ve ark., 2007; Gümüş ve ark., 2007; Ulubaş Serçe ve ark., 2009; Akbaş ve ark., 2011; Çelik ve Topkaya Kütük, 2013; Ceylan ve ark., 2014), bu çalışma ile Karadeniz Bölgesi'nde ilk defa belirlenmiştir. PPV'nin kılıf proteini 3' terminal bölgesinin nükleotid dizisi esas alınarak gerçekleştirilen analizler sonucunda, Samsun'da belirlenen erik ve kayısı izolatlarının PPV-T ırkına benzediği ortaya konulmuştur.

PPV'nin kontrolü amacıyla en etkili olabilecek yöntem

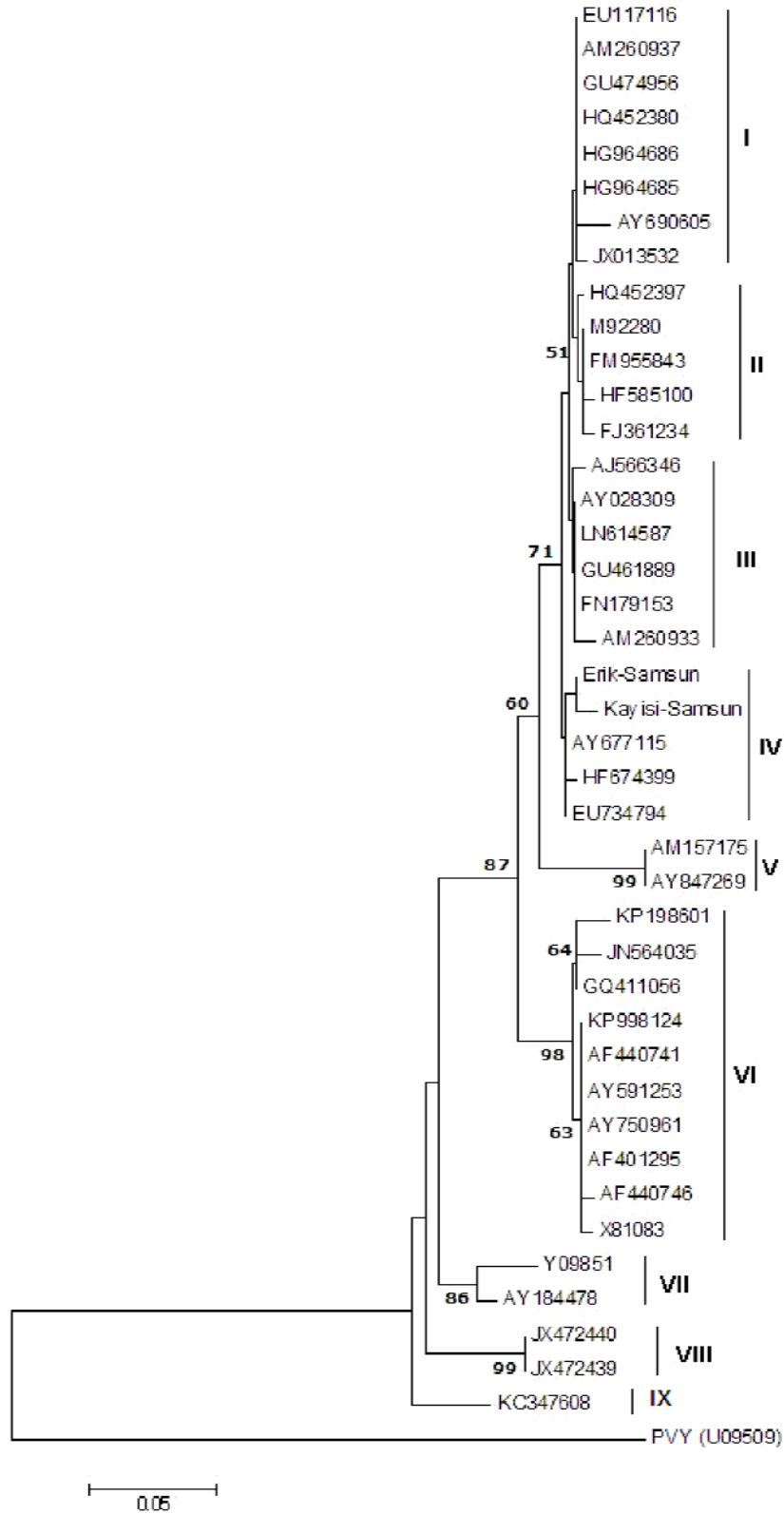
dayanıklı çeşit kullanımıdır (Ilandi ve Tavazza, 2015). Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda, Kuzey Amerika orjini bazı kayısı genotiplerinde PPV' ye dayanıklılık özelliğine rastlanılmış ve ıslah çalışmalarında bu genotipler, dayanıklılık kaynağı olarak kullanılmıştır (Garcia ve ark., 2014). PPV'ye dayanıklılığın kompleks özellikte olduğu ve en az iki gen tarafından kontrol edildiği bildirilmiştir (Garcia ve ark., 2014). Türkiye'de sert çekirdekli meyve türlerinde PPV'ye dayanıklılıkla ilgili genlerin araştırılması konusunda oldukça sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Dayanıklılık genleri ile ilişkili SSR (basit tekrarlı diziler;

simple sequeunce repeats) markörler ile Türkiye'deki bazı kayısı genotipleri taranmış ve dayanıklılık ile ilişkili 3 SSR markörünün kayısı genotiplerinde %1.7 oranında bulunduğu belirlenmiştir (Gürçan ve ark., 2015). PPV'ye doğal dayanıklılık kaynaklarının kullanılmasının yanı sıra transgenik dayanıklılık konusunda da dünyada çalışmalar devam etmektedir. Gen transformasyonu yoluyla PPV'ye dayanıklı olarak elde edilen ilk transgenik bitki, "HoneySweet" olarak adlandırılan erik bitkisidir ve bu bitkinin ABD'de kültüre alınmasına onay verilmiştir (Scorza ve ark., 2013).

Çizelge 2. Filogenetik Analizde kullanılan *Plum pox virus* izolatları ve dış grup olarak yer alan *Potato virus Y* izolatu

GenBank Kayıt No	İzolat Adı	Irk (Strain)	Konukçu	Ülke	FilogenetikAğaç Grup No
EU117116	J4c	Rec	<i>Prunus domestica</i>	Polonya	I
AM260937	Troy-b	? ^x	<i>P. domestica</i>	Bulgaristan	
GU474956	06	Rec	<i>P. persica</i>	Sırbistan	
HQ452380	Bijelo Polje 5	Rec	<i>P. domestica</i>	Karadağ	
HG964686	Rec_Cdn10	Rec	<i>Prunus</i> sp. (Erik Anaç)	Kanada	
HG964685	Rec_Cdn8	Rec	<i>Prunus</i> sp. (Erik Anaç)	Kanada	
AY690605	M-1	?	<i>P. domestica</i>	Sırbistan&Karadağ	
JX013532	Valjevka	Rec	<i>P. domestica</i>	Hırvatistan	
HQ452397	Plantaze-1	M	<i>P. persica</i>	Karadağ	
M92280	SK-68	M	?	?	
FM955843	GR-0019	M	?	Yunanistan	II
HF585100	Var-2/531	M	<i>P. persica</i>	Slovakya	
FJ361234	N1	M	<i>P.persica</i>	Yunanistan	
AJ566346	Bt-H2-blackthorn	M1	<i>P. spinosa</i>	Macaristan	
AY028309	Bor-3	Rec	<i>P. armeniaca</i>	Slovakya	III
LN614587	SK-514	Rec	<i>P. armeniaca</i>	Slovakya	
GU461889	BULG	Rec	<i>P. domestica</i>	Bulgaristan	
FN179153	Godolloz	Rec	<i>P. armenica</i>	Macaristan	
AM260933	Troy-1	?	<i>P. domestica</i>	Bulgaristan	
AY677115	Abricotier Turquie	?	<i>P. armeniaca</i>	Türkiye	
HF674399	AL11pl	PPV-An ^y	<i>P. domestica</i>	Arnavutluk	IV
EU734794	AbTk	T	<i>P. armenica</i>	Türkiye	
AM157175	El-Amar	EA	?	Mısır	
AY847269	?	EA	<i>P. armeniaca</i>	Mısır	V
KP198601	RD-5	D	<i>P. tomentosa</i>	Rusya	
JN564035	DE14	?	<i>P. armeniaca</i>	Mısır	VI
GQ411056	Blr001	D	<i>P. domestica</i>	Belarus	
KP998124	VPH	D	<i>P. persica</i>	Kanada	
AF440741	Chilie112	D	?	Şili	
AY591253	Plum	D	<i>P. domestica</i>	Kazakistan	
AY750961	HongMei	?	<i>P. armeniaca</i>	Çin	
AF401295	Penn1	D	<i>P. persica</i>	ABD	
AF440746	Chilie31	D	?	Şili	
X81083	PPV-SC	SC	<i>P. cerasus</i>	?	
Y09851	PPV-SwC 3	C	<i>Prunus avium</i>	İtalya	
AY184478	SoC	C	<i>P. cerasus</i>	?	
JX472440	Fl-2	CR	<i>P. cerasus</i>	Rusya	VIII
JX472439	Fl-1	CR	<i>P. cerasus</i>	Rusya	
KC347608	Pk	W	<i>P. domestica</i>	Rusya	IX
U09509	P07	PVY ^z	<i>Solanum tuberosum</i>	Kanada	

^x: İlgili kaynaklardan veriye ulaşılamadı, ^y: Marcus ancestor strain, ^z: Common strain



Şekil 5. Samsun'da erik ve kayısı ağaçlarından elde edilen *Plum pox virus* (PPV) izolatlarının ve GenBank (NCBI) veri tabanında kayıtlı bazı PPV izolatlarının 3'terminal kılıf protein (CP) bölgesine ait nükleotid dizileri esas alınarak oluşturulan filogenetik ağaç. Filogenetik analizde, MEGA 6 yazılımında yer alan Neighbor-joining (NJ) yöntemi kullanılmıştır. Dendrogramda bootstrap (seç-bağla tahmin testi) değerleri, dallarda yüzde olarak gösterilmiş ve % 50' nin altındaki değerler ağaçta yer almamıştır. Ölçek, aynı pozisyon için baz değişim miktarını (0.05) göstermektedir. Potyvirus cinsi üyesi *Potato virus Y*, filogenetik ağacın oluşturulmasında dış grup olarak kullanılmıştır. Referans izolatlar ait bilgiler Çizelge 2'de yer almaktadır.

4. Sonuç

PPV'nin uzak mesafelere yayılması enfekteli fidan, kalem, göz gibi üretim materyalleri, kısa mesafelere bulaşması ise afit türleri ile olmaktadır. PPV simptomlarının görülebilir hale gelmesi, konukçuya bağlı olarak bazen birkaç yılı alabildiği için başlangıçta virüs içermeyen üretim materyallerinin kullanılması önemlidir. Biyolojik, serolojik ve moleküler yöntemlerle virüsün erken teşhisi, yeni bulaşmaları ve yayılmayı önleme bakımından gereklidir. Samsun'da PPV ile enfekteli olarak bulunan ağaçlar, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı yetkilileri tarafından imha edilmiştir. Bölgede daha geniş çaplı surveylerin yapılması ve sonrasında enfekteli ağaçların imha edilmesi hastalığın yayılmasının önlenmesi bakımından önem taşımaktadır.

Kaynaklar

- Akbaş, B., Değirmenci, K., Çiftçi, O., Kaya, A., Yurtmen, M., Uzunoğulları, N., Çelik, N., Türkölmez, Ş. 2011. Update on Plum pox virus distribution in Turkey, *Phytopathol. Mediterr.*, 50: 75-83.
- Azeri, T. 1994. Detection of virus diseases of stone fruits in aegian region of Türkiye. 9th Congress of Mediterranean Phytopathological Union, Kuşadası, Aydın, Türkiye. 511-513 p.
- Baumgartnerova, H. 1996. First findings of *Plum pox virus* in walnut trees (*Juglans regia* L.). *Acta Virologica*, 40: 59-60.
- Berger, P., Barnett, O.W., Brunt, A.A., Colinet, D., Edwardson, I.R., Hammond, I., Hill, I.H., Jordan, R.L., Kashwazaki, S., Makkouk, K., Morales, F.I., Rybicki, E., Spence, N., Ohki, S.T., Uyeda, I., van Zaayen, A., Vetten, R.I. 2000. Family Potyviridae. In: *Virus Taxonomy. Seventh Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*. Springer-Verlag, NY. pp 703-724.
- Brunt, A.A., Crabtree, K., Dallwitz, M.J., Gibbs, A.J., Watson, L. 1996. *Viruses of plants*. CAB International, 1484 pp.
- Çağlayan, K. 2006. *Plum pox virus* (PPV) in Turkey. *Bulletin OEPP/EPPA Bulletin*, 36: 216.
- Candresse, T., Cambra, M., Dallot, S., Lanneau, M., Asensio, M., Gorris, M.T., Revers, F., Macquaire, G., Olmos, A., Boscia, D., Quiot, J.B., Dunez, J. 1998. Comparison of monoclonal antibodies and polymerase chain reaction assays for the typing of isolates belonging to the D and M serotypes of *Plum pox potyvirus*. *Phytopathology*, 88: 198-204.
- Candresse T., Cambra, M. 2006. *Plum pox virus strains* or types: historical perspective and current status. *EPPA Bulletin* 36: 239-246.
- Candresse, T., Svanella-Dumas, L., Gentit, P., Çağlayan, K., Çevik, B. 2007. First report of the presence of *Plum pox virus* Rec strain in Turkey. *Plant Disease*, 91: 331.
- Ceylan, A., Gürcan, K., Akbulut, M., Ghaderi, M. 2014. Kayseri'de yüksek şarka enfeksiyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 30(2): 80-85.
- Chirkov, S., Ivanov, P., Sheveleva, A. 2013. Detection and partial molecular characterization of atypical *Plum pox virus* isolates from naturally infected sour cherry. *Archives of Virology*, 158(6): 1383-1387.
- Crescenzi, A., D'aquino, L., Comes, S., Nuzzaci, M., Piazzolla, P. 1997. Characterisation of the sweet cherry isolate of *Plum pox potyvirus*. *Plant Disease*, 81: 711-714.
- Clark, M.R., Adams, A.M. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. *J. General Virology*, 34: 475-483.
- Çelik, N., Topkaya Kütük, B. 2013. Antalya ilinde şarka virüs hastalığının belirlenmesi. *Derim*, 30(2):1-10.
- Çıtır, A., İlbağı, H. 2008. Serological identification of some important viruses on fruit trees and bushes in Tekirdağ province of Turkey. *Proceedings of the Twentieth International Symposium on Virus and Virus-like Diseases of Temperate Fruit Crops, Fruit Tree Diseases*, Antalya, Turkey. *Acta Horticulturae*, 781: 103-106.
- Dunez, J. 1986. Preliminary observations on virus and virus like diseases of stone fruit trees in Mediterranean and near east countries. *FAO Plant Protection Bulletin*. 34: 43-48.
- Elibüyük, İ.Ö., Erdiller, G. 1991. Ankara ilinde kayısı, erik ve şeftali ağaçlarında görülen şarka hastalığının yayılış alanlarının tespiti ve tanısı üzerinde araştırmalar. 6. Türkiye Fitopatoloji Kongresi. 7-11 Ekim 1991, İzmir. s. 411-414.
- Elibüyük, İ.Ö. 2003. Natural spread of Plum pox virus in Ankara, Turkey. *J. Phytopathology*, 151: 617-619.
- Elibüyük İ.Ö. 2004. Current situation of sharka disease in Ankara, Turkey. *Phytoparasitica*, 32(4): 417-420.
- Erdiller, G. 1988. Investigation on the causes of fruit dropping of apricot and plum trees in Ankara province. *Journal of Turkish Phytopathology*, 17(3): 98.
- Felsenstein, J. 1981. Evolutionary trees from DNA sequences: a maximum likelihood approach. *Journal of Molecular Evolution*, 17(6): 368-376.
- Garcia, J.A., Glasa, M., Cambra, M., Candresse, T. 2014. Plum pox virus and sharka: a model potyvirus and a major disease. *Molecular Plant Pathology*, 15(3): 226-241.
- Glasa, M., Candresse, T. 2005. Partial sequence analysis of an atypical Turkish isolate provides further information on the evolutionary history of Plum pox virus (PPV). *Virus Research*, 108: 199-206.
- Glasa, M., Paunovic, S., Jevremovic, D., Myrta, A., Pittnerová, S., Candresse, T. 2005. Analysis of recombinant Plum pox virus (PPV) isolates from Serbia confirms genetic homogeneity and supports a regional origin for the PPV-Rec subgroup. *Arch. Virol.*, 150: 2051-2060.
- Glasa, M., Palkovics, L., Komínek, P., Labonne, G., Pittnerová, S., Kúdela, O., Candresse, T., Šubr, Z. 2004. Geographically and temporally distant natural recombinant isolates of plum pox virus (PPV) are genetically very similar and form a unique PPV subgroup. *J. Genet. Virol.*, 85: 2671-2681.
- Glasa, M., Prikhodko, Y., Predajna, L., Nagyova, A., Shneyder, Y., Zhivaeva, T., Šubr, Z., Cambra, M., Candresse, T. 2013. Characterization of sour cherry isolates of *Plum pox virus* from the Volga Basin in Russia reveals a new cherry strain of the virus. *Phytopathology*, 103(9): 972-979.
- Gümüş, M., Paylan, I.C., Matic, S., Myrta, A., Sipahioglu, H.M., Erkan, S. 2007. Occurrence and distribution of stone fruit viruses and viroids in commercial plantings of *Prunus* species in western Anatolia, Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 89: 265-268.
- Gürcan, K., Öcal, N., Yılmaz, K.U., Ullah, S., Erdoğan, A., Zengin, Y. 2015. Evaluation of Turkish apricot germplasm using SSR markers: Genetic diversity assessment and search for *Plum pox virus* resistance alleles. *Scientia Horticulturae*, 193: 155-164.
- Ilardi, V., Tavazza, M. 2015. Biotechnological strategies and tools for Plum pox virus resistance: trans-, intra-, cis-genesis, and beyond. *Frontiers in Plant Science*, 6: 379.
- İlbağı, H., Çıtır, A., Bostan, H. 2008. *Prunus spinosa* L. A natural wild host of some important fruit viruses in Tekirdağ, Turkey. *Proceedings of the Twentieth International Symposium on Virus and Virus-like Diseases of Temperate Fruit Crops, Fruit Tree Diseases*, Antalya, Turkey. *Acta Horticulturae*, 781: 33-36.
- James, D., Varga, A. 2005. Nucleotide sequence analysis of Plum pox virus isolate W3174: Evidence of a new strain. *Virus Research*, 110: 143-150.

- Kalashayan, A., Bilkey, N.D., Verderevskaya, T.D., Rubina, E.V. 1994. Plum Pox Potyvirus on sour Cherry in Moldova. EPPO Bulletin 24: 645-649.
- Kimura, M. 1980. A simple method for estimating evolutionary rates of base substitutions through comparative studies of nucleotide sequences. Journal of Molecular Evolution, 16 (2): 111-120.
- Kurçman, S. 1973. Nachweis des sharka-virus an aprikosen und pflaumenbaumen aumenbaumen in Ankara. Journal of Turkish Phytopathology, 2: 124-129.
- Koç, G., Baloğlu, S. 2006. First report of sharka in the Çukurova region of Turkey, Journal of Plant Pathology, 88(3 suppl.), 68.
- Lopez-Moya, J.J., Fernandez-Fernandez, M.R., Cambra, M., Garcia, J.A. 2000. Biotechnological Aspects of Plum pox virus. J. Biotech., 76: 121-136.
- Myrta, A., Varga, A., James, D. 2006. The complete genome sequence of an El Amar isolate of plum pox virus (PPV) and its phylogenetic relationship to other PPV strains, Archives of Virology, 151: 1189-1198.
- Nemchinov, L., Hadidi, A., Maiss, E., Cambra, M., Candresse, T., Damsteegt, V. 1996. Sour cherry strain of plum pox potyvirus (PPV): molecular and serological evidence for a new subgroup of PPV strains, Phytopathology, 86: 1215-1221.
- Ogawa M. J., Zehr, I. E., Bird, W. G., Ritchie, F. D., Uriu, K., Uyemoto, K.J. 1995. Compendium of stone fruit diseases, Page: 69, The American Phytopathological Society Press.
- Olmos, A., Cambra, M., Dasi, M.A., Candresse, T., Esteban, O., Gorris, M.T., Asensio, M. 1997. Simultaneous detection and typing of plum pox potyvirus (PPV) isolates by heminested-PCR and PCR-ELISA. Journal of Virological Methods, 68: 127-137.
- Palkovics, L., Burgyán, J., Balázs, E. 1993. Comparative sequence analysis of four complete primary structures of plum pox virus strains, Virus Genes, 7: 339-347.
- Scorza, R., Callahan, A., Dardick, C., Ravelonandro, M., Polak, J., Malinowski, T., Zagrai, I., Cambra, M., Kamenova, I. 2013. Genetic engineering of Plum pox virus resistance: 'HoneySweet' plum—from concept to product. Plant Cell Tiss. Organ. Cult., 115: 1-12.
- Saitou, N., Nei, M. 1987. The neighbor-joining method: A new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution, 4: 406-425.
- Sertkaya, G., Ulubaş, Ç., Çağlayan, K. 2003. Detection and characterization of Plum pox potyvirus (PPV) by DAS-ELISA and RTPCR/ RFLP analysis in Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27: 213-220.
- Şahitiyancı, S. 1969. Virus de la sharka chez le prunier. Bulletin Phytosanitaire FAO 17, 69.
- Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A., Kumar, S. 2013. MEGA 6: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0. Molecular Biology and Evolution, 30: 2725-2729.
- Thompson, J.D, Higgins, D.G., Gibson, T.J. 1994. Clustal W: improving the sensitivity of progressive multiple sequence alignment through sequence weighting, position-specific gap penalties and weight matrix choice. Nucleic Acids Research, 22: 4673-80.
- Ulubaş Serçe, Ç., Candresse, T., Svanella-Dumas, L., Krizbai, L., Gazel, M., Çağlayan, K. 2009. Further characterization of a new recombinant group of Plum pox virus isolates, PPV-T, found in the Ankara province of Turkey. Virus Research, 142: 121-126.
- Ulubaş Serçe, Ç., Gazel, M., Çağlayan, K. 2011. Plum pox virus streynlerinin Türkiye'deki dağılımı (Distribution of Plum pox virus strains in Turkey), Türkiye IV. Bitki Koruma Kongresi Bildirileri, Kahramanmaraş s. 72.
- Wetzel, T., Candresse, T., Ravelonandro, M., Dunez, J. 1991. A polymerase chain reaction assay adapted to plum pox potyvirus detection. Journal of Virological Methods, 33: 355-365.
- Wijkamp, I., Jan Van Der Gaag, D. 2011. Pest risk analyses for Plum pox virus (PPV). Plant Protect. Serv. pp. 57, Wageningen.
- Yürektürk, M. 1984. Marmara Bölgesinde Sert Çekirdekli Meyvelerde Görülen Sharka Hastalığı Üzerinde Araştırmalar. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, 37 s.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 236-245

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.236-245



Avrupa Birliği ve Türkiye’de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri

Bakiye Kılıç Topuz*, Kürşat Demiryürek

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun,

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

Geliş/Received 17/04/2015

Kabul/Accepted 29/09/2015

ÖZET

Avrupa Birliği (AB)’nin Ortak Tarım Politikası (OTP) 2003 Reformu ile zorunlu hale getirilen Çapraz Uyum (ÇU) kapsamında üreticiler, özellikle organik tarım gibi tarımsal arazilerin sürdürülebilir yönetilmesini sağlayan üretim sistemlerine teşvik edilmeye başlanmıştır. ÇU standartlarının yerine getirilebilmesi için Çiftlik Danışmanlık Sistemi (ÇDS) kurulmuştur. Bu bağlamda, Türkiye’nin AB OTP ve organik tarım politikalarına uyum sağlayabilmesi için 2006 yılında Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Yönetmeliği çıkarılmış ve özel tarımsal danışmanlık sistemi teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın amacı, AB ülkelerinde ve Türkiye’de organik tarıma yönelik tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerinin karşılaştırılmasıdır. Meta analizi yöntemine göre, AB üye ülkelerdeki organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri sınıflandırılmış, ortak ve farklı yönleri ele alınarak; Türkiye ile karşılaştırılmıştır. Türkiye’nin organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin AB’nde uygulanan ÇDS’ne uyumu için gerekli öneriler sunulmuştur. Yapılan analiz sonucunda, AB’nde organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte, AB ülkelerinin çoğunda yayım ve danışmanlık hizmetlerinin organik üretici örgütleri yoluyla sağlandığı ve örgütlerin bu çalışmalar için kamu desteği aldığı belirlenmiştir. Türkiye’de ise organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin yürütülmesinde kamunun doğrudan sorumlu olduğu belirlenmiştir. Türkiye’de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin geliştirilmesi için AB’ndeki gibi piyasada daha güçlü organik üretici birliklerinin yer alması sağlanmalı, yayım-danışmanlık desteği bu birlikler yoluyla verilmeli, yayım ve danışmanlık hizmetleri sadece birlik üyelerine yönelik olmalı ve üyelik aidatına dahil edilmelidir.

Anahtar Sözcükler:
Avrupa Birliği
Çiftlik Danışmanlık Sistemi
Danışmanlık hizmetleri
Organik tarım
Türkiye
Yayım

Extension and advisory services for organic agriculture in the European Union and Turkey

ABSTRACT

The European Union (EU) Common Agricultural Policy (CAP) 2003 Reform compulsory rendered within the Cross Compliance (CC) under the farmers began to encourage the production system which specifically providing sustainable agricultural land as organic farming. Farm Advisory System (FAS) was established to complete CC standards. In this context, in 2006 the Regulation of Agricultural Extension and Advisory was issued to adapt for EU CAP organic farming policy and encourage private agricultural advisory system in Turkey. The purpose of this paper is to compare the agricultural extension and advisory services for organic farming between the EU countries and Turkey. According to meta-analysis, extension and advisory services for organic farming classified in the EU member countries, by considering common and different aspects; compared them with Turkey. Turkey's extension and advisory services for organic agriculture are presented and necessary recommendations for the compliance of FAS implemented in the EU. The results showed that extension and advisory services for organic farming in the EU vary from country to country but in most EU countries extension and advisory services is provided by organic farmers' organization, these organizations have generally received public support from the Ministries of Agriculture (MoA). In Turkey, the implementation of extension and advisory services for organic farming was determined that the public (MoA) was directly responsible. In Turkey, in order to develop extension and advisory services for organic farming should be provided with strong organic producers' unions in the market like in the EU, extension and advisory support should be given through these unions, extension and advisory services should be directed only to union members and should be included in the membership fee.

Keywords:
European Union
Farm Advisory Services
Advisory systems
Organic agriculture
Turkey
Extension

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

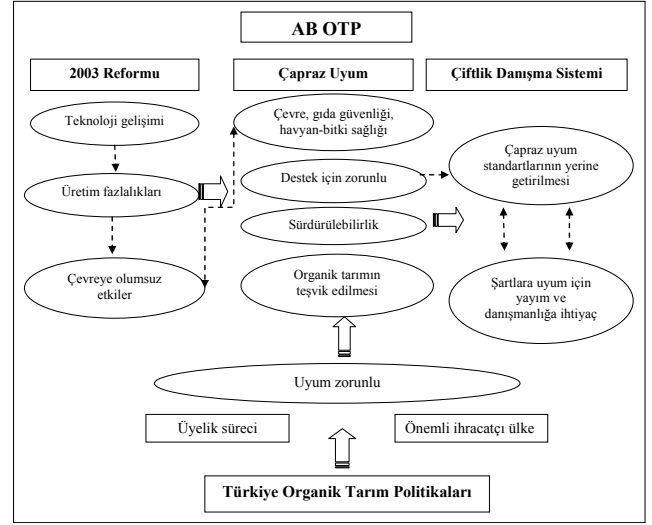
Avrupa Birliği (AB) Ortak Tarım Politikası (OTP) uygulaması sonucunda teknolojik gelişmeyle birlikte, girdi kullanımındaki artışa paralel olarak, üretimde sağlanan artış, beraberinde tarımsal üretim fazlalıkları ve çevre sorunlarını gündeme getirmiştir. Bu olumsuz sonuçlar, OTP'yi reforma itmiştir. 2000 yılında gerçekleştirilen Gündem 2000 Reformu ile çevre ön plana geçmiş ve organik tarım uygulamaları teşvik edilmeye başlanmıştır. Gündem 2000 Reformu'nun ara değerlendirmesi olan 2003 Reformu'nda ise çiftçilerin Tek Çiftlik Ödemesinden (TÇÖ) faydalanabilmesi için Çapraz Uyum (ÇU) eş deyişle, zorunlu toprak yönetimi gereklilikleri, çevre, gıda güvenliği, hayvan ve bitki sağlığı standartlarına uyma zorunluluğu getirilmiştir. ÇU kapsamında üreticiler özellikle organik tarım gibi tarımsal arazilerin sürdürülebilir yönetilmesini sağlayan üretim sistemlerine teşvik edilmeye başlanmıştır.

Organik tarımda üretim, belirli kurallar çerçevesinde gerçekleştirilmeli ve yönetmeliklerde belirtilen standartlara uygun olmalıdır (Emir ve Demiryürek, 2014). Üreticiler bu konuda, üretim sırasında yayım ve danışmanlık hizmetlerine gereksinim duymaktadırlar. ÇU standartlarının yerine getirilebilmesi için AB ülkelerinde Çiftlik Danışmanlık Sistemi (ÇDS) kurulması 2007 yılından itibaren zorunlu hale getirilmiştir (Şekil 1). AB'nin 2007-2013 Kırsal Kalkınma Politikası'nın amaçlarından biri tarım ve ormancılık sektörünün rekabet gücünü geliştirmektir. Bu amaca ulaşmak için danışmanlık hizmetlerinin kurulması gerekmektedir (Pohl, 2009).

Önceleri her ülkenin kendine ait oluşturduğu kurallarla yürütülen organik tarım faaliyeti, 1972 yılında Almanya'da Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu (IFOAM)'nun kurulmasıyla, bütün dünyada ortak kurallar çerçevesinde yürütülmeye başlanmıştır (Kortbech, 2000). Profesyonel organik yayım hizmeti ilk olarak 1977 yılında İsviçre'de özel Organik Tarım Araştırma Enstitüsü (FiBL) tarafından kurulmuştur. Yayım hizmetleri organik tarımla uğraşan çiftçiler ve araştırmacılar arasındaki bağlantıyı sağlamada, araştırma sonuçlarını yaymada önemli rol oynamaktadır (Lampkin ve ark., 1999).

Türkiye'nin ise organik tarım potansiyelinin fazla olması önemli bir avantajdır. Bu fırsatın değerlendirilmesi için gerekli adımların atılması ve desteklenmesi gerekmektedir (Demiryürek, 2011). AB'ne üye olma yolunda hızla ilerleyen Türkiye için uyum sürecinde yapılması gerekenler sürekli tartışılmaktadır. Uyum sürecinde en önemli konunun tarım sektörü olduğu belirtilmektedir (Yercan, 2007). Türkiye'de organik tarım ürünlerinin en önemli ithalatçısı ise AB ülkeleridir (Demiryürek ve Bozoğlu, 2007; Demiryürek ve Aydoğan, 2010). Bu sebeplerle Türkiye'de organik tarımın AB şartlarına uyumu önemlidir. Türkiye'nin organik tarım konusundaki mevzuatı büyük ölçüde AB'nin mevzuatı ile uyumlu olmasına rağmen, bu konudaki kurumsal düzenlemeleri ve yapısal reformları gecikmeksizin tamamlanması gerekmektedir (Demiryürek ve Bozoğlu, 2007; Emir ve Demiryürek, 2014). Türkiye'de organik tarımın yaygınlaştırılması ve AB şartlarına uyum sağlanabilmesi için ise yayım hizmetleri büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, AB ülkelerinde ve

Türkiye'de organik tarıma yönelik tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerinin karşılaştırılması ve Türkiye'nin AB'ye uyum noktasında alınması gereken önlemlerin belirlenmesidir.



Şekil 1. AB'nde Çiftlik Danışmanlık Sisteminin oluşturulması ve Türkiye'nin uyumu Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, AB ve Türkiye'de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin, organik tarım bütçesinin ve yayım-danışmanlık hizmetleri bütçesinin belirlenmesinde konu ile ilgili yabancı literatür olarak Avrupa Komisyonu, IFOAM ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB)'na ait olan ikincil veriler kullanılmıştır. AB ülkelerinin organik tarım bütçelerine, söz konusu ülkelerin kırsal kalkınma programları bütçelerinden ulaşılmıştır. Yayım ve danışmanlık hizmetleri bütçelerine ise yine söz konusu ülkelerin kırsal kalkınma programları bütçesinde yer alan yayım, bilgi ve danışmanlık hizmetleri bütçe kalemleri toplanmış ve yayım-danışmanlık hizmetleri bütçesini oluşturmuştur. Bu bütçe toplam kırsal kalkınma programlarına bölünerek bütçedeki payı hesaplanmıştır. Türkiye için GTHB'nın bütçe giderleri gelişimi tablosundan organik tarıma yönelik projeler ve tarımsal desteklemeler toplanarak organik tarıma ayrılan bütçeyi oluşturmuştur. Eğitim, yayım ve danışmanlık ile ilgili bütçe kalemleri toplanarak, yayım ve danışmanlık hizmetleri bütçesi elde edilmiştir. Türkiye için elde edilen bütçe Euro (€)'ya çevrilmiştir. Çevirme işlemi 16.03.2015 tarihindeki Merkez Bankası verileri dikkate alınmıştır (1 €=2,778 TL).

Meta analizi, belirli bir konuda yapılmış, birbirinden bağımsız, birden çok çalışmanın sonuçlarını birleştirme ve elde edilen araştırma bulgularının istatistiksel analizini yapma yöntemidir (Tyler ve ark., 1992). Meta Analizi, bilimsel araştırmalarda bir literatür tarama ve elde edilen bulguların istatistiksel analizini yapma yöntemidir. Diğer literatür tarama yöntemlerinden farkı, araştırma bulgularının bir araya getirilip bütünleştirilmesinde ve analizinde istatistiksel yöntemleri temel almasıdır (Durlak, 1995). Kısaca meta analizi, diğer analizlerin analizidir ve diğer literatürlerin sonuçlarının uyumlu bir şekilde bir araya

getirilmesidir (Cohen ve Manion, 2001). Meta analizi araştırmalarda bütünleştirici veya metodolojik yorum kullanılan özel bir tekniktir. Meta analizinin çoğu nicel araştırmaların özeti olmasına rağmen, Hodson (1998) meta analizini nitel araştırmalarda kullanmıştır. Benzer şekilde Barrosa ve Powell-Cope (2000) meta analizinin sadece literatürlerin istatistiksel analizlerini kullanmak zorunda olmadığını, nitel verilerle de meta analizi yapılabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmada da AB ve Türkiye’de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri ile ilgili yapılan araştırmaların bulguları karşılaştırılarak meta analizi kullanılmıştır.

3. AB’nde Çiftlik Danışmanlığı Sistemi

3.1. AB’nde ortak tarım politikası ve çapraz uyum sistemi

Küresel belirsizliğin arttığı bir dünyada, AB her zamankinden daha güçlü bir OTP’na ihtiyaç duymaktadır. Dünyanın gıdaya olan talebi artarak devam etmekte fakat gıda üretim kapasitesi su, arazi ve iklim değişikliği gibi azalan kaynakların tehdidi altında devam etmektedir. Güçlü bir OTP ile çiftçiler ve çiftçi kooperatifleri güvenli, istikrarlı, sürdürülebilir kırsal bir çevre ve tarım-gıda zincirinde yaklaşık 40 milyon insan için istihdamın devam ettiği gıdayı toplam AB kamu harcamalarının %1’den daha azıyla sağlayabilirler. Gıda ve tarımın daha fazla önem kazanmaya başladığı dünyadaki iklim değişikliğinin ve piyasa değişkenliğinin artmasıyla tarım toprakları azalma tehdidi altındadır. Son 20 yıldır OTP reformlarının tümünün odak noktası dünyada gıda üretiminde yüksek gıda güvenliği, çevre ve hayvan sağlığı standartlarının kesin olarak karşılanmasıdır (EC, 2013).

OTP kırsal alanlar ve tarımı düzenleyen bir AB politikasıdır. OTP, Avrupalı çiftçilerin 500 milyon Avrupalının ihtiyaçlarının karşılanmasını sağlamaktadır. OTP’nın ana hedefleri çiftçiler için adil bir yaşam standardı ve tüketiciler için de uygun fiyatlarla, istikrarlı ve güvenli gıda arzını sağlamaktır. OTP başladığı 1962 yılından beri çok değişmiştir ve bugün de hala değişmeye devam etmektedir. 2013 yılından sonraki OTP için öncelikleri; kendine yeten gıda üretimi, doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi ve AB genelinde kırsal alanların dengeli kalkınmasıdır (EC, 2014a).

OTP’nın bütçesi her yıl 55 milyar €’dur ve bu rakam, toplam AB bütçesinin yaklaşık %40’ını oluşturmaktadır. OTP bütçesinin %70’i ise her yıl çiftçilere doğrudan ödeme şeklinde dağıtılmaktadır (EC, 2011). OTP’nın çevre gereksinimlerine uymayan çiftçilerin tarımsal destek ödemeleri geçici olarak durdurulmaktadır. Çapraz Uyum, AB kaynaklı doğrudan ödemelerine ve bazı kırsal kalkınma ödemelerine ilişkin destek alabilmeleri için çiftçilerin standartlara uymak zorunda olmaları demektir. Başka bir deyişle; 2003 OTP reformu kapsamında sunulan ÇU, arazinin İyi Tarım ve Çevre Koşullarına (İTÇK) göre korunması şartı, hayvan, bitki sağlığı ve hayvan refahı konusundaki temel standartlara çiftçinin uyumu ile doğrudan ödemeleri ilişkilendiren bir mekanizmadır (EC, 2014a).

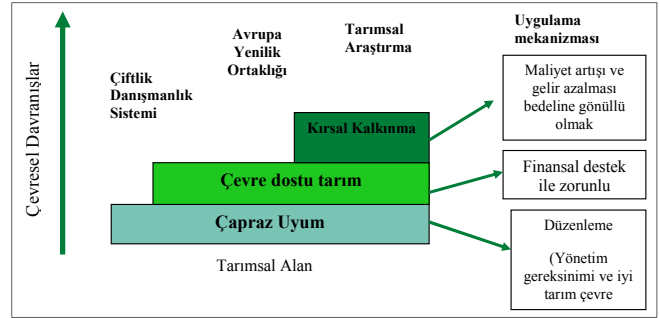
3.2. AB’nde çiftlik danışmanlık sisteminin oluşturulması

AB’ne üye devletlerin çapraz uyum sistemini

uygulayabilmesi için; yerine getirmesi istenilen standartları ve şartları, detaylı ve anlaşılabilir bir şekilde tanımlaması, bunları çiftçilere bildirmesi, sistem yönetimi, sistem kontrolü ile birlikte doğrudan ödemelere ilişkin kesinti sistemini oluşturması ve uygulamada rol alan tüm kurumlar arasında düzgün bir koordinasyonu sağlaması gerekmektedir.

ÇDS, 2003 OTP’nın önemli bir tamamlayıcısıdır ve 1 Ocak 2007 yılında kurulmuştur (EC, 2010). ÇDS’nin amacı çevre, gıda güvenliği, insan ve hayvan sağlığı ile refahı, İTÇK konusunda AB kurallarını yerine getirmek ve çiftçilerin daha çok bilgi sahibi olmalarına yardımcı olmaktır.

Doğal kaynaklar üzerindeki baskı göz önüne alındığında, tarımın daha sürdürülebilir üretim yöntemleri ile çevre dostu haline dönüştürülmesi gereklidir. Geliştirilmiş sürdürülebilirlik ise çeşitli politika araçlarının birleştirilmesi ve tamamlayıcı etkileriyle elde edilebilecektir. OTP desteklerinden tam olarak faydalanmak ve çevre dostu tarım alanlarının oluşturulması çapraz uyum sisteminin uygulanmasından geçmektedir. AB ülkelerinde kırsal kalkınmanın gerçekleşmesi ÇU ve çevre dostu tarım tekniklerinin uygulanmasına bağlıdır. Bu şartların sağlanması ise ÇDS ile gerçekleşmektedir. Mekanizma maliyet artışı ve gelir azalmasına gönüllü olmak, finansal desteklemeler ve düzenlemelerle uygulanmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. OTP’nın yeni çevre dostu tarım yapısı
Kaynak: Directorate General for Agriculture and Rural Development, 2013

OTP destekleri, çiftçilerin çevre, gıda güvenliği, bitki, hayvan sağlığı ve refahı ile ilişkili gereksinimlerin tamamını karşıladıklarında ödenen çapraz uyum sistemi ile ÇDS aynı zamanda getirilmiştir. ÇDS altında çiftçilerin çapraz uyum şartlarını yerine getirebilmesine yardım etmede öncelikli bir araçtır. Böylece, çapraz uyum kapsamındaki para cezaları önlenmektedir (EC, 2009a). AB’nde her üye devletin ÇDS olarak adlandırılan arazi ve çiftlik yönetimi konusunda çiftçilere danışmanlık hizmeti sunacak sistemini kurma zorunluluğu vardır. Danışmanlığın alanı çapraz uyum standartlarıyla sınırlı değildir ve çapraz uyum standartları dışında hangi konuları kapsayacağına üye devletler karar vermektedir. Her ulusal ÇDS bir veya daha fazla yetkili veya özel kuruluşlar tarafından verilebilmektedir. AB’ne üye devletlerin yaklaşık yarısında ÇDS mevcut yayım servislerinin tamamlayıcısı olarak özel danışmanlık servisleri tarafından kurulmuştur. Diğer ülkelerde de ÇDS kamu yayım servisleriyle birleştirilmiştir. Üye devletlerin çoğunda (24 üye ülke) ÇDS kamu

kuruluşları tarafından desteklenmekte ve koordine edilmektedir. Buralardaki danışmanlık organları teklif yoluyla (14 üye devlet), özel olarak (5 üye devlet) veya kamu organları (5 üye devlet) tarafından seçilmektedir. Üye devletlerin çoğunda danışmanlık için en az tarımla ilgili bir üniversite mezunu olma şartı bulunmaktadır (EC, 2009b).

ÇDS bir üye devlette bir çiftçiye çiftlik danışmanlık hizmetleri sunan çeşitli kamu ve/veya özel kuruluşları ve tüm düzenlemeleri kapsamaktadır. Ulusal bir ÇDS'nin olması her çiftçinin çevre, insan sağlığı, hayvan ve bitki sağlığı, hayvan refahı ve İTÇK alanında en azından temel çapraz uyum şartlarında tavsiye alabileceğini garanti etmektedir. Çiftlik danışmanlık servisi çiftçinin özel durumunu incelemekte ve uygun tavsiyelerde bulunmaktadır.

ÇDS'nin amacı Kasım 2010'da yayınlanan raporuna göre, aktörler arasında bilgi paylaşımının sağlanması ve danışma, eğitim, bilgi, yayım hizmetleri ve araştırmaların artırılması gibi çeşitli araçlar arasında birlikte uyumu (sinerji) sağlamaktır. Bir danışmanın ÇDS'ni "genel uygulayan kişi" olarak, tarımda bütün farklı bakış açılarını değerlendirerek, rol alması gerektiği, ayrıca danışmanın çiftçilere yalnızca AB şartlarını değil, politikaların altında yatan amaçlarını da açıklaması gerektiği vurgulanmaktadır (EC, 2014b).

AB'nde 20 üye devlette 1.123.000 çiftçiye kapsaması planlanan ÇDS'nin 2007-2013 yılları için toplam bütçesi 870,5 milyon €'dur. Bu rakam, kırsal kalkınma içerisinde toplam kamu harcamalarının %0.6'sını oluşturmaktadır (EC, 2010).

4. AB ve Türkiye'de Organik Tarım ve Organik Tarımda Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Sistemlerinin Karşılaştırılması

4.1. AB ve Türkiye'de organik tarımın gelişimi

Dünyanın neresinde olursa olsun organik üretimin güvenilirliği ve kalitesini garanti etmek için izlenebilirlik ve etiketleme kurallarının uygulanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, AB mevzuatında belirtilen şartlara göre özel üretim ve katı kurullarla organik tarım korunmaktadır (Demiryürek ve Bozoğlu, 2007; Emir ve Demiryürek, 2014). Bu bağlamda, AB, organik üretim standartlarına uygun organik ürünler için özel bir logo geliştirmiştir. Organik tarım yapan çiftçiler ve gıda üreticileri organik logosunu kullanmaya hak kazanmadan önce, sıkı bir sertifikasyon sürecinden geçmektedirler. AB ülkeleri konvansiyonel tarımdan organik tarıma geçmek isteyen üreticilere kırsal kalkınma programlarında özel destekler vermektedir. Bu destekler 2013 yılından sonra organik tarım için özel destekler ve organik tarıma geçiş ve koruma desteği almak için imkan sunmasıyla birlikte daha da görünür olmuştur (EC, 2014a).

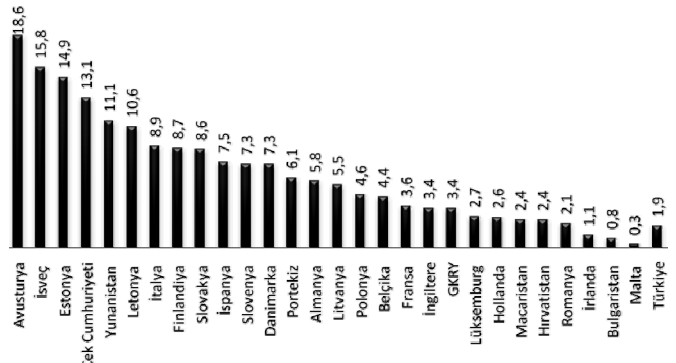
AB'nde organik tarım 2011 yılına göre %5.4 artarak, tarımsal alanların %5.6'sını oluşturmaktadır ve yaklaşık 10 milyon hektar alanı kapsamaktadır (EC, 2012). AB organik ürünlerde 22.7 milyar € değer ile ABD'den sonra en büyük ikinci pazardır (Demiryürek, 2011).

Türkiye'de organik ürünlerden kurutulmuş meyve, fındık, aromatik bitkiler Avrupa ihracat pazarı için önemli ürünlerdir (Demiryürek ve Aydoğan, 2010). Türkiye'de

2013 yılında organik tarım ürünleri ihracat değeri 46 milyon \$'dır. Türkiye organik ürünler ihracat gelirlerinin %73.9'u AB ülkelerinden sağlanmaktadır (GTHB, 2013).

Türkiye'de organik tarım hareketi dünyada olduğu gibi önder çiftçiler tarafından değil, Avrupalı organik tarım şirketlerinin temsilcileri aracılığı ile başlatılmıştır. Bu durum, Avrupa'da yetiştirilemeyen ve klasik tarımsal ihraç ürünlerimize gelen talebin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır (Aksoy ve Altındışli, 1999; Aksoy, 2001; Demiryürek, 2000; Demiryürek, 2004). Türkiye'deki organik üretim, yurtdışından gelen taleplerin artması, GTHB'nın organik üretimi desteklemesi, üniversite, araştırma kuruluşları, Sivil Toplum Kuruluşları (STK), yerli tüketicilerin ve kamuoyunun konuya ilgi göstermesi, iç pazarın oluşumu vb. gelişmeler sonucu hızla artmaktadır (Aksoy ve Altındışli, 1999; Kenanoğlu ve Karahan, 2002; Demiryürek ve ark., 2008; Demiryürek, 2011).

AB ülkelerinde en fazla organik tarımsal alana sahip ülke %20 oran ile Avusturya'dır. Bunu sırasıyla; İsveç (%15.8), Estonya (%14.9), Çek Cumhuriyeti (%13.1), Yunanistan (%11.1), Letonya (%10.6), İtalya (%8.9) ve Finlandiya (%8.7) izlemektedir. Toplam tarımsal alan içerisinde organik tarım alanının en az olduğu ülkeler ise sırasıyla Malta (%0.3), Bulgaristan (%0.8), İrlanda (%1.1), Romanya (%2.1), Hırvatistan ve Macaristan (%2.4)'dür. Türkiye'de ise toplam tarım alan içerisinde organik tarım alanı %1.9'dur (Şekil 3).



Şekil 3. AB ve Türkiye'de toplam tarım alanı içerisinde organik tarım alanı (%) Kaynak: EC, 2012; GTHB, 2013

Türkiye, sahip olduğu zengin organik tarım potansiyeli (Güzel ve Demiryürek, 2007; Demiryürek ve ark., 2012; Demiryürek ve ark., 2013) ve görece düşük tarımsal girdi kullanım düzeyi ile dünyada organik tarımsal üretime uygun ülkeler arasında yer almaktadır. Üretilen organik tarım ve gıda ürün çeşidinin sayısı 1990 yılında 8 iken, 2013 yılında 213'e ulaşmıştır. 1990 yılında 1.037 hektar olan üretim alanı ise 769.014 hektara; 1.037 adet olan üretici sayısı ise aynı süre içerisinde 60.797 üreticiye ulaşmıştır. Eş deyişle, Türkiye'de organik tarım son 23 yıllık dönemde hızla gelişmiştir. 1990 ve 2014 dönemde yetiştirilen organik ürün çeşidi 27 kat, organik üretici sayısı 60 kat ve organik üretim alanı ise 760 kat artmıştır. Türkiye'de halen organik tarım alanları toplam tarımsal alanların %1.9'unu oluşturmaktadır (BÜGEM, 2013). Bu gelişmeler sonucu Türkiye, AB'ne organik ürün ihraç eden önemli ülkeler arasına girmiştir. Türkiye'de organik tarıma verilen destekler; meyve ve sebze 70 TL/dekar, tarla

bitkilerinde 10TL/dekar, organik hayvancılığa; anaç, sığır, manda yetiştiriciliğinde 150 TL/baş, buzağı yetiştiriciliğinde 50 TL/baş, anaç koyun, keçi yetiştiriciliğinde 10 TL/baş, arılı kovanda 5TL/kovan ve balıkta 0.35-0.45 TL/kg'dır. Ayrıca, tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerine işletme başına 600 TL destek verilmektedir. Buna ilave olarak, Çevre Amaçlı Tarım Arazilerinin Korunması Programı (ÇATAK)'nda toprak ve su kalitesinin korunması, doğal kaynakların sürdürülebilirliği, erozyonun önlenmesi ve tarımın olumsuz etkilerinin azaltılmasına yönelik alanların korunması amaçlanmaktadır. ÇATAK Programı kapsamında 27 ilde, üç ayrı kategoride, 3 yıl süreyle destekleme yapmaktadır. Bu kapsamda; 1 inci kategori: minimum toprak işlemeli tarım uygulamalarına 30 TL/da, 2 nci kategori: toprak ve su yapısının korunması ve erozyonun engellenmesine yönelik uygulamalar ile arazinin boş bırakılması uygulamalarına 60 TL/da, 3 ncü kategori: çevre dostu tarım teknikleri ve kültürel uygulamalarına 135 TL/da ödeme yapılmaktadır (GTHB, 2014).

4.2. AB ve Türkiye'de organik tarımda tarımsal yayım ve danışmanlık sistemleri

Yayım, insanların sağlıklı fikirler oluşturmaları ve doğru kararlar vermelerine yardımcı olmak için, bilinçli bir şekilde bilgi, teknoloji ve yeniliklerin iletişimidir. Danışmanlık ise insanların amaçlarına ulaşmaları için uzmanlarca onlara en uygun önerilerin sunulması anlamında kullanılmaktadır. Kırsal yayım ise çiftçilere her konuda fikir oluşturma ve doğru karar verme yönünde yardımcı olmak için iletişim metotlarının planlı bir biçimde kullanılmasına dönük bir eğitim sistemidir. Tarım Bakanlıkları yoluyla yürütülen kamu yayım ve danışmanlık hizmetleri dışında, özel yayım ve danışmanlık hizmetini yerine getiren kuruluşlar arasında kâr amaçlı özel üretim ve pazarlama şirketleri, ihracatçılar, özel tarımsal medya, özel danışmanlar, çiftçi örgütleri, kooperatifler, sivil toplum kuruluşları sayılabilir. Özel danışmanlık sisteminde bir kamu kuruluşu, kırsal kesime finansal destek sağlayan bir yardım kuruluşu veya çiftçi örgütü tarafından bir özel sektör firması veya sivil toplum kuruluşu ile belirli bir dönem için sözleşme yapılarak, çiftçilere danışmanlık hizmeti sunulmaları sağlanmaktadır (Demiryürek, 2014).

Organik üretim yöntemlerinde bilgi eksikliği, geçiş sürecinde problemlerin çözümü, tüm hijyenik standartlarla güvenli ve kaliteli ürünler üretmek ve organik ürünler için yeni pazarlama stratejileri oluşturmak için yayım ve danışmanlık hizmetlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, yeni AB üyelerinde organik tarım sistemleri, bazı ülkelerde organik tarıma yönelik fikir değiştirilmesi ve geleceğe yönelik doğa dostu tarım uygulamaları, organik tarım ve organik ürünlerin GDO'ya karşı korunması için organik tarımda danışmanlık hizmetlerine ihtiyaç duyulmaktadır (Bavec, 2006).

AB ülkelerinin çoğu organik üreticilere mali destek sağlamaktadır. Bu sebeple, organik üretimde organik tarımla uğraşan çiftçiler için bilgiye büyük önem verilmektedir (Wynen, 1990; Burton ve ark., 1997). Ülkelerin çoğunda organik tarımla uğraşan çiftçiler tarımsal yayım servisleri aracılığıyla bilgiye gereksinimlerini karşılamaktadır. Bu durum bu tür bilgiye talebi

arttırabilmektedir. Ancak organik üretimin organik tarımın temel ilkelerini kapsayıp kapsamadığı ve özellikle üreticilerin sisteme adapte olup olmadığı konusunda endişeler bulunmaktadır (Fersterer ve Gruber, 1998; Michelsen ve ark., 2001). Organik üretime geçiş karar verme sürecinde kamu yayım elemanları veya özel danışmanların, organik tarımla ilgili yayım hizmetleri sunması ile birlikte, diğer organik çiftçilere yönelik ziyaretlerin organize edilmesi, çiftçiler arasında doğrudan deneyim ve bilgi alışverişini kolaylaştırması çok önemlidir (Padel, 1994).

Organik tarıma yönelik yayım hizmetleri ülkeler arasında önemli farklılıklar göstermektedir. Bazı ülkelerde organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri temel tarımsal yayım hizmetleriyle tamamen bütünleştirilirken; bazı ülkelerde bilginin temel kaynağı, diğer organik tarımla uğraşan çiftçiler ve üretici örgütleridir (Demiryürek, 2000; Demiryürek ve Güzel, 2006).

Organik tarım üretici birliklerinin teknik hizmetleri dergiler, bültenler, teknik notlar gibi yayınlardan ve çiftlik ziyaretlerinden oluşmaktadır. Çiftlik ziyaretleri uzman danışmanlar tarafından yapılmaktadır ve genellikle sadece birlik üyelerine yöneliktir (Lampkin ve ark., 1999). Organik tarıma yönelik bilgi sağlayan kaynaklar genelde organik üretici örgütleri olduğundan organik tarıma ilgi duyan konvansiyonel üreticilerin bu tür bilgiye erişmeleri bu birliklere üye olmadıklarından dolayı daha zor olmaktadır (Fersterer ve Gruber, 1998). Avusturya, Belçika, Danimarka, İngiltere, Lüksemburg, Almanya ve Fransa'nın bazı bölgelerinde üretici birlikleri organik tarıma yönelik yayım çalışmaları için kamu desteği almaktadırlar.

Organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri özel ulusal veya bölgesel programlar, demonstrasyonlar, çiftçi örgütleri tarafından yürütülen tarımsal yayım hizmetleri, ziraat odaları, özel araştırma enstitüleri, Tarım Bakanlıkları ve özel danışmanlar tarafından sağlanmaktadır (Çizelge 1).

Danimarka, Finlandiya, İngiltere ve İsveç'de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri için özel ulusal/bölgesel programlar bulunmaktadır. Belçika, Danimarka, Portekiz, Hollanda, İngiltere, Almanya, İsveç ve Türkiye'de ise çiftçiler için demonstrasyon programları bulunmaktadır. İtalya ve Almanya da bazı bölgesel programlara sahiptir. Avusturya, Finlandiya, Almanya ve Fransa'nın çoğu bölgesinde temel danışmanlık hizmetlerinde özel ulusal/bölgesel programlar olmamasına rağmen; organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerini sağlamak için finansman kamu tarafından karşılanmaktadır (Çizelge 1).

Tarımda çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği sağlamak AB'nde organik tarım bilinci için tüketiciler, üreticiler, çevreciler ve politika yapımcılar tarafından artmaktadır. AB'nde yayım ve danışmanlık hizmetleri kamu mali destekleri, üreticiden alınan vergi ve ücretler, özel sektör veya bunların kombinasyonu ile finanse edilmektedir (Padel, 2001). AB ülkelerinin çoğunda (%60) organik üretici birlikleri organik tarım sektörünün gelişmesinde ve üreticilere bilgi sağlamada önemli roller oynamaktadırlar. Yayım hizmetleri çeşitli kamu ve özel sektör kuruluşları tarafından sağlanmakta ve finanse edilmektedir (Çizelge 1).

Lüksemburg'da ücretinin %50'si devlet tarafından

Çizelge 1. AB ve Türkiye’de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri

Ülkeler	Organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri							Finansman		
	Özel ulusal/bölgesel programlar	Demonstrasyon	Ziraat odaları	Organik üretici birlikleri	Özel araştırma enstitüleri	Bakanlık	Özel danışmanlar	Kamu	Özel sektör	Kamu + Özel
Almanya	√	√	√	√		√	√	√		√
Avusturya	√		√	√		√	√	√		√
Belçika	√	√		√						
Bulgaristan				√		√				
Çek Cumhuriyeti				√		√				√
Danimarka	√	√		√		√				
Estonya							√		√	
Finlandiya	√			√				√		
Fransa			√	√			√			√
Güney Kıbrıs Hırvatistan						√				
Hollanda	√	√		√			√	√		
İngiltere	√	√	√	√	√	√	√			√
İrlanda				√			√			
İspanya	√			√			√			
İsveç	√	√			√		√			√
İtalya	√			√		√				
Letonya				√		√				
Litvanya			√			√				
Lüksemburg			√	√				√		
Macaristan										
Malta				√		√				
Polonya			√			√				
Portekiz	√	√		√						
Romanya						√				
Slovakya						√				
Slovenya			√						√	
Yunanistan							√			
Türkiye		√		√		√	√			√

Kaynak: Lampkin ve ark., 1999; Bavec, 2006; EC, 2009b; Hellec ve Blouet, 2010; Demiryürek, 2011; IFOAM, 2014; GTHB, 2014; Özçatalbaş, 2014’den yararlanılarak oluşturulmuştur.

karşılana bir organik tarım danışmanı, iki üretici birliği ile çalışabilmektedir. İsveç organik tarım programı daha detaylı teknik ve ekonomik önerileri sağlamak için özel danışmanlık hizmetleriyle rekabeti önlemeyi amaçlamakta ve ulusal programların amacı üreticilere ücretsiz yayım hizmeti vererek, organik tarımın bilgi tabanını geliştirmek ve geçiş sürecini kolaylaştırmaktır. Danimarka ve Finlandiya’da tüm çiftçiler üretici birlikleri tarafından sunulan organik tarımsal yayım hizmetlerine azaltılmış ücret ödemektedirler. Bazı ülkelerde (Avusturya, Almanya’nın bazı bölgeleri, Lüksemburg ve Portekiz) organik üretici birlikleri, organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin verilmesinde temel aktördür, yayım ve danışmanlık hizmeti üyelerle sınırlıdır ve yıllık üyelik aidatı kapsamındadır. Bazı ülkelerde ise (İspanya, Yunanistan, İrlanda ve Hollanda) tüm çiftçiler için (organik, konvansiyonel ve geçiş sürecindeki) yayım ve danışmanlık hizmetleri tamamen ticari temeller üzerindedir. Almanya, İngiltere, İsveç, Fransa ve Çek Cumhuriyeti’nde organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri kamu harcamaları dışında, çeşitli özel kuruluşlar tarafından desteklenmektedir (Çizelge 1).

Estonya’da danışmanlar çoğunlukla serbest meslek

olarak çalışmaktadırlar ve organik tarım konusunda uzmanlaşmış değillerdir (IFOAM, 2014). Estonya, İrlanda ve Yunanistan’da organik tarım yayım hizmetleri özel danışmanlar tarafından sağlanmaktadır. AB’ne son katılan ülkelerden Romanya, Bulgaristan ve Hırvatistan’da organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerini Tarım Bakanlığının üstlendiği gözlenmektedir.

Türkiye’de 2006 yılında Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Hizmetleri Yönetmeliği (RG, 2006) çıkarılmış ve özel tarımsal danışmanlık sistemi teşvik edilmeye başlanmıştır. Bu yönetmeliğe göre tarımsal yayım ve danışmanlık hizmeti sunabilecek kişi ve kuruluşlar; danışman istihdam eden üretici örgütleri ve ziraat odaları, tarımsal danışmanlık dernekleri/vakıfları, tarımsal danışmanlık şirketleri ve serbest tarım danışmanlarıdır. Ayrıca, yetkilendirilmiş tarımsal danışmanlık hizmeti veren kişi ve kuruluşlardan danışmanlık hizmeti alan tarımsal işletmelerin sahiplerine veya üretici örgütlerine yönelik olarak GTHB tarafından yayım ve danışmanlık desteklemeleri yapılabilmektedir (RG, 2006). Yönetmelikte, araştırma-yayım-çiftçi bağlantısının güçlendirilmesi için danışmanlar, tarımsal işletme sahiplerinin sorunlarının araştırmacılara iletilmesini,

bulunan çözümler ile yeni teknolojilerin tarımsal işletme sahiplerine aktarılmasını sağlamak ve bilgi alışverişinde bulunmak üzere; ulusal, bölgesel ve il düzeyinde çalışmalar yapmakla yükümlüdür. Ancak danışmanlar tarafından bu bağlantının etkili bir şekilde kurulamadığı bilinen bir gerçektir.

Türkiye’de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri büyük ölçüde GTHB, organik üretici birlikleri ve özel danışmanlar tarafından sağlanmaktadır. Organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin finansmanı ise ağırlıklı GTHB olmak üzere özel sektörle birlikte karşılanmaktadır (Çizelge 1).

Türkiye’de organik tarımın yaygınlaştırılması amacıyla eğitim çalışmaları devam etmektedir. 2003–2012 yılları arasında toplam 2.825 teknik elemanın organik tarım konusunda eğitimi yapılmış olup, 1.499 kişiye organik tarım faaliyetlerinde çalışmak üzere kimlik verilmiştir. Organik tarım konusunda üretici ve tüketicileri bilgilendirmek amacıyla afiş ve broşürler hazırlanarak illere dağıtılmıştır. Basın yolu ile de üretici ve tüketiciler bilgilendirme çalışmaları yapılmaktadır. Organik tarım konusunda rutin çiftçi eğitim ve yayım faaliyetleri GTHB tarafından yapılmaktadır. Bu kapsamda 2004-2010 yılları arasında ülke genelinde toplam 3.231 adet eğitim çalışması yapılmış olup, 2004-2012 yılları arasında 4.010 kursta 86.332 üretici eğitilmiştir (Karaarslan, 2013).

4.3. AB ve Türkiye’de organik tarım ve yayım ve danışmanlık hizmetlerinin bütçesi

Avusturya 785 milyon € ile organik tarıma en fazla bütçe ayıran AB ülkesi iken; organik tarıma ayrılan bütçenin toplam kırsal kalkınma programları içerisindeki payı en yüksek olan ülke %12.9 ile Danimarka’dır. Organik tarım bütçesinin kırsal kalkınma programları içerisinde en fazla paya sahip diğer ülkeler ise sırasıyla Almanya (%11.5), Letonya (%10.3), Avusturya (%10.04), Estonya (%8.0), Litvanya (%7.62) ve Slovenya (%5.44)’dir (Çizelge 2).

Danışmanlık hizmetlerine en fazla bütçe ayıran ülkeler incelendiğinde ise, İtalya, Fransa, Avusturya, İsveç, İngiltere ve İspanya göze çarpmaktadır. Estonya, Çek Cumhuriyeti, Yunanistan ve Letonya’nın toplam tarım alanları içerisinde organik tarım alanlarının payının fazla olmasına rağmen, tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerinin kırsal kalkınma programları içerisindeki payının çok düşük olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3; Çizelge 2). AB’ne son yıllarda katılan Romanya, Bulgaristan ve Hırvatistan’da organik tarımın diğer AB ülkelerine kıyasla çok az olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, bu ülkelerde tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetleri için ayrılan bütçenin de çok düşük olduğu dikkati çekmektedir (Çizelge 2).

Türkiye’de ise organik tarım alanı toplam tarım alanının %1.9’unu oluşturmaktadır. Organik tarıma ayrılan bütçe 26 milyon €’dur ve bu tarıma ayrılan bütçenin %0.68’ini oluşturmaktadır. Tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetleri için ayrılan bütçe ise 29.5 milyon €’dur. Bu rakamın kırsal kalkınma programları içerisinde %0.77’lik payı oluşturduğu belirlenmiştir. Türkiye’de organik tarım ile ilgili projelerin toplam bütçesi ise “Organik Tarımın Yaygınlaştırılması ve

Kontrolü Projesi” bütçesi 0,9 milyon €, “İyi Tarım Uygulamalarının Yaygınlaştırılması ve Kontrolü Projesi” bütçesi 0.28 milyon € ve “Gökçeada-Bozcaada Tarımsal Kalkınma ve İskan Projesi” 0.4 milyon € olmak üzere toplam 1,58 milyon €’dur (GTHB, 2012.) 2011 yılında organik tarıma yönelik verilen destekler ise 24 milyon €’dur (Karaarslan, 2013).

4.4. Türkiye’nin organik tarımda AB tarımsal yayım sistemlerine uyumu

Türkiye’nin toplam tarım alanları içerisinde organik tarım alanının payı AB ülkelerine göre düşük olmasına rağmen; organik tarıma ayrılan bütçenin İngiltere ve Belçika gibi bazı AB ülkelerinden fazla olduğu belirlenmiştir. AB ülkelerinde organik tarıma ayrılan bütçenin kırsal kalkınma programları içerisindeki payı %10 seviyelerinde iken; Türkiye’nin organik tarıma ayırdığı bütçe %0.68 ile AB ülkelerinden oldukça düşük olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Türkiye’de çevreyi koruyan ve sürdürülebilir tarıma destek sağlayan organik tarıma yönelik destekler artırılmalıdır. Çiftçiler organik tarımı sadece bu destekleri almak için değil, çevrenin korunmasına ve sürdürülebilir tarıma katkı sağlamak için gönüllü olarak yapmalıdırlar.

AB’ne üye olma yolunda ilerleyen Türkiye’nin organik tarım ürünlerinin en önemli ithalatçısı AB ülkeleridir. Bu sebeple Türkiye’de organik tarımın AB şartlarına uyumu önemlidir (Emir ve Demiryürek, 2014). AB OTP’nda çapraz uyum sisteminin uygulanması ise; zorunlu hale gelen ÇDS’ne bağlıdır. Türkiye’de de organik tarımın yaygınlaştırılması ve AB şartlarına uyum sağlanabilmesi için yayım ve danışmanlık hizmetleri büyük önem taşımaktadır. AB’nde ÇDS’nin organik üretici örgütleri üzerinde yoğunlaştığı belirlenmiştir. Bazı ülkelerde tarımsal üretici birlikleri yayım ve danışmanlık hizmetleri için kamu tarafından finansman desteği almaktadırlar. Organik üretici birliklerinde yayım ve danışmanlık hizmetleri uzman danışmanlar tarafından sadece birlik üyelerine yöneliktir ve üyelik aidatına dahil olduğu belirlenmiştir. Bu birlikler, yayım ve danışmanlık hizmetlerini sunarken dergiler, bültenler, teknik notlar gibi basılı yayınlardan faydalanmakta ve çiftlik ziyaretlerinde bulunmaktadırlar.

Türkiye’nin organik tarım potansiyeli yüksektir. Bu potansiyelin değerlendirilebilmesinde ve organik tarımın gelişmesinde çiftçilere yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin sunulması ve desteklenmesi oldukça önemlidir. Türkiye’de ise organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin yürütülmesinde kamunun (GTHB) doğrudan sorumlu olduğu belirlenmiştir. Ancak sözleşmeli tarım çerçevesinde yürütülen organik tarıma yönelik kayıtları çiftçiler yerine özel firmalar ve kontrol sertifikasyon kuruluşları tutmaktadır. Ancak bu firmaların çiftçilere yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerine kontrol ve sertifikasyon dışında pek fazla sunduklarını söylemek güçtür (Demiryürek, 2011). Türkiye’de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin geliştirilmesi için AB’deki gibi piyasada daha güçlü organik üretici birliklerinin yer alması sağlanmalı, yayım-danışmanlık desteği bu birlikler yoluyla verilmeli, sadece birlik üyelerine yönelik olmalı ve hizmet üyelik aidatına dahil edilmelidir. Bu sayede Türkiye’de tarım sektöründe

Çizelge 2. AB ve Türkiye’de organik tarım ve yayım-danışmanlık hizmetlerinin bütçesi

Ülkeler	Organik tarım bütçesi (milyon €)	Organik tarım bütçesinin Kırsal Kalkınma Programları içindeki payı (%)	Yayım ve danışmanlık hizmetleri bütçesi (milyon €)	Yayım ve danışmanlık hizmetleri bütçesinin Kırsal Kalkınma Programları içindeki payı (%)
Avusturya	785	10.04	137	1.75
Polonya	700	5.18	133	1.00
Almanya	412	11.58	11.7	0.60
Letonya	150	10.38	43	3.01
Litvanya	150	7.62	28	1.41
Danimarka	111	12.94	37	4.30
Portekiz	98	2.36	55	1.32
Slovakya	90	4.33	18	0.88
Estonya	78	8.00	20.68	2.08
Slovenya	60	5.44	23	2.01
İngiltere	15	0.37	128	3.15
Belçika	10	1.09	52	5.69
İtalya	-	-	233	2.59
Fransa	-	-	184	2.42
İsveç	-	-	134	6.89
İspanya	-	-	128	1.59
Finlandiya	-	-	114	1.37
Romanya	-	-	81	1.00
Macaristan	-	-	80	2.05
Çek Cumhuriyeti	-	-	21.3	0.74
Hollanda	-	-	21	1.66
Bulgaristan	-	-	16	0.62
İrlanda	-	-	3.5	0.13
Yunanistan	-	-	1.7	0.04
Malta	-	-	1.5	2.03
Güney Kıbrıs	-	-	0.7	0.42
Lüksemburg	-	-	0.24	0.25
Hırvatistan	-	-	-	-
Türkiye	26*	0.68	29.5*	0.77

Kaynak: GTHB, 2012; EC, 2013; EC, 2014b’den yararlanılarak oluşturulmuştur. * 1 €=2,778 TL olarak çevrilmiştir (Ulaşım: 16.03.2015).

-: Herhangi bir veriye ulaşılamamıştır.

en önemli sorunların başında gelen üretici örgütlenmesinde sermaye yetersizliği sorununa da bir ölçüde çözüm getirilmiş olacak, üreticilerin örgütlenmesi teşvik edilmiş olacaktır. Özel danışmanlık hizmeti AB’ndeki gibi uzman kişiler tarafından verilmelidir.

Türkiye’de 2002 yılında 24812 sayılı Organik Tarımın Esasları ve Uygulanması Yönetmeliği’nde organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin AB’ndeki gibi en az dört yıllık tarımla ilgili üniversite mezunları tarafından verilmekte olduğu belirtilmektedir. Türkiye’nin organik tarım yönetmeliğinin büyük oranda AB yönetmeliği ile uyumlu olmasına rağmen; tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetleri yönetmeliğinde AB’nin çapraz uyum şartlarına ve ÇDS şartlarına değinilmediği dikkati çekmektedir. Oysa Türkiye’nin organik tarım konusunda AB’ne uyumu sağlanabilmesi için GTHB tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetleri yönetmeliğinin AB’nin ilgili

yönetmeliklerine uyumlu hale getirilmesine bağlıdır.

4. Sonuç ve Öneriler

Tarımda kaynakların etkin ve doğru kullanımını sağlamak, çiftçilerin refah düzeyini yükseltmek için yayım ve danışmanlık hizmetlerinin düzenlenmesi önemli bir politika aracıdır. AB üyesi ülkelerde tek tip yerine, farklı yayım sistemleri bulunmaktadır. Ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte; bir ülkenin bölgeleri arasında da yayım sistemleri arasında farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir.

Türkiye’de organik ürünler ihracat gelirinin %74’ünün AB ülkelerinden sağlanması ve AB’ne üye olma yolunda olan Türkiye’nin organik tarım yayım ve danışmanlık hizmetlerinin AB şartlarına uyumu önemlidir. Ancak, Türkiye’nin tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetleri

yönetmeliğinde AB'nin çapraz uyum şartlarına ve ÇDS şartlarına değinilmediği dikkati çekmektedir. Oysa AB ve gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de organik tarımın gelişimi, bu amaçla sağlanan yayım ve danışmanlık hizmetlerine bağlıdır.

AB'nde organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmeti veren birimler özellikle organik üretici birlikleri ve özel danışmanlık firmalarıdır. Organik üretici birliklerinde yayım ve danışmanlık hizmeti sadece birlik üyelerine yöneliktir. Türkiye'de ise kamu yayım hizmetleri bu alanda öne çıkmaktadır. Ayrıca, AB'ne üye devletlerin çoğunda ÇDS'nin kamu tarafından desteklendiği belirlenmiştir. Türkiye'de ise organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin yürütülmesinde kamunun doğrudan sorumlu olduğu belirlenmiştir. AB'ne yeni üye ülkelerde tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerini Tarım Bakanlığı'nın üstlendiği ve bu hizmetlere ayrılan bütçenin oldukça düşük olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de de durum benzerdir. AB'nde tarımsal destekler sadece çapraz uyum şartlarını yerine getiren çiftçilere verilmektedir ve organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetleri ve destekleri oldukça önemli hale gelmiştir.

AB ülkelerinde organik tarım alanı ve organik tarıma ayrılan bütçe olarak Avusturya, Danimarka, Almanya ve Letonya öne çıkmaktadır. Yayım ve danışmanlık hizmetlerine ayrılan bütçe açısından ise İtalya, Fransa, Avusturya, İsveç, Polonya, İngiltere ve İspanya dikkati çekmektedir. AB'ne en son katılan ülkeler olan Romanya, Bulgaristan ve Hırvatistan'da organik tarımın ve organik tarıma ayrılan bütçenin diğer AB ülkelerine kıyasla çok az olduğu belirlenmiştir. Türkiye'de ise organik tarım alanı ve yayım ve danışmanlık hizmetlerine ayrılan bütçe çoğu AB ülkelerine göre çok düşük olmasına rağmen organik tarıma ayrılan bütçenin İngiltere ve Belçika gibi bazı AB ülkelerinden fazla olduğu belirlenmiştir.

AB'ne yeni üye devletlerde ve Türkiye'de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerine daha fazla kaynak ayrılmalıdır. Ayrıca, tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetleri organik tarıma uyarlanmalı ve yenilikçi yöntemler ve araçlarla uygulanmalıdır.

Türkiye'de de tarımsal destekler çevrenin korunması ve sürdürülebilir tarıma katkı sağlayan üreticilere yönelik olmalı ve organik tarım destekleri artırılmalıdır. Bu sayede, organik tarım teşvik edilmiş ve desteklenmiş olacaktır.

Türkiye'de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin geliştirilmesi için AB'ndeki gibi piyasada daha güçlü organik üretici birliklerinin yer alması sağlanmalı, yayım-danışmanlık desteği bu birlikler yoluyla verilmeli, yayım ve danışmanlık hizmetleri sadece birlik üyelerine yönelik olmalı ve üyelik aidatına dahil edilmelidir. Bu sayede Türkiye'de tarım sektöründe en önemli sorunların başında gelen üretici örgütlenmesinde sermaye yetersizliği sorununa da bir ölçüde çözüm getirilmiş olacak, üreticilerin örgütlenmesi teşvik edilmiş olacak ve zayıf bir yapıya sahip olan organik üretici birliklerinin daha güçlü bir yapıya sahip olması sağlanmış olacaktır.

Özel danışmanlık hizmeti AB'ndeki gibi uzman kişiler tarafından verilmelidir. Yayım ve danışmanlık hizmetleri uygulamaya dönük, birlikte çalışmayı içeren ve çiftçiler arasındaki bilgi paylaşımını sağlayarak uygulanmalıdır.

Bunu başarmak için, organik tarımla ilgili birimlerde görevli teknik personelin yeterli donanımına sahip olması ve sektörde eksikliği gidermek için mesleki yeterliliklerini güncellemesi gerekmektedir. Bu çalışmalarda çiftçilere teorik bilgi vermek yerine alanda uygulamalı çalışmaların yürütülmesi gerekmektedir.

Türkiye'de organik tarıma yönelik yayım ve danışmanlık hizmetlerinin geliştirilmesi için AB'ndeki gibi daha çok uygulamaya dönük, örgütlenmeyi içeren, destekleri artıran ve çiftçiler arasındaki bilgi paylaşımını kolaylaştıran uygulamalar teşvik edilmelidir.

Kaynaklar

- Aksoy, U. 2001. Ekolojik Tarım: Genel Bir Bakış. Türkiye 2. Ekolojik Tarım Sempozyumu. 14-16 Kasım, Antalya, NAR-SER ve ETO. TKB Tarım 2000 Vakfı Yayınları, Ankara, s. 3-10.
- Aksoy, U., Altındışli, A. 1999. Dünya'da ve Türkiye'de ekolojik tarım ürünleri üretimi, ihracatı ve geliştirme olanakları. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, Yayın No: 1999-70. İstanbul, 125 s.
- Barrosa, J., Powell- Cope, G. 2000. Metasynthesis of qualitative research on living with HIV infection. *Qualitative Health Research*, 10: 340-354.
- Bavec, M., 2006. Need for advisory services in organic farming. Channel sixth framework programme, Channel Conference, 5-7 April, Budapest.
- Burton, M., Rigby, D., Young, T. 1997. Why do UK organic horticultural producers adopt organic techniques? *NENOF* 1997 (6): 7-10.
- BÜGEM, 2013. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/BUGEM.pdf>, [Ulaşım: 4 Mart 2015].
- Cohen, L. and Manion, L., 2001. *Research Methods in Education* 5th Edition. Rotledge Falmer, New York, Sayfa 221-225.
- Demiryürek, K. 2000. The Analysis of Information Systems for Organic and Conventional Hazelnut Producers in Three Villages of the Black Sea Region, Turkey. PhD Thesis. Reading: The University of Reading, UK.
- Demiryürek, K. 2004. Dünya ve Türkiye'de organik tarım. *Harran Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (3-4): 63-71.
- Demiryürek, K. 2011. Organik Tarım Kavramı ve Organik Tarımın Dünya ve Türkiye'deki Durumu. *Gazi Osman Paşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1, 0
- Demiryürek, K. 2014. Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Kavramları ve Felsefesi (Bölüm 2). *Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Kitabı Cilt II. 'Kırsal Alanda Çalışan Tarım Danışmanlarının Mesleki Yeterliliklerinin Artırılması' AB ACID projesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Yayınları No: 1, Tokat, 10*
- Demiryürek, K., Güzel, A. 2006. Extension in organic agriculture: The case of Kelkit Turkey. *Journal of Extension Systems*, 22(1): 63-73.
- Demiryürek, K., Bozoğlu, M. 2007. Türkiye'nin Avrupa Birliği Organik Tarım Politikası'na Uyumu. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(3): 316-321.
- Demiryürek, K., Stopes, C., Güzel, A. 2008. Organic Agriculture: The Case of Turkey. *Outlook on Agriculture*, 37(4): 7-13.
- Demiryürek, K., Aydoğan, M. 2010. Türkiye'nin organik tarım ve gıda ürünleri ihracatının sosyal ağ analizi ile ortaya konulması. *Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi*, 333-340.
- Demiryürek, K., Güzel, A., Hazneci, K. 2012. Organik Tarım ve Kalkınma. 10. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, Cilt 1 s: 381-387, 5-7 Eylül 2012, Konya.
- Demiryürek, K., Ceyhan, V., Güzel, A., Hazneci, K. 2013. Organik tarıma geçiş için uygun ilerin belirlenmesi. *Türkiye*

- V. Organik Tarım Sempozyumu Bildiriler Kitabı II. 49-55, Samsun.
- Directorate General for Agriculture and Rural Development, 2013. Overview of CAP Reform 2014-2020, DG Agriculture and Rural Development, Unit for Agricultural Policy Analysis and Perspectives
- Durlak, J.A. 1995. Understanding meta-analysis. In L.G. Grimm and P.R. Yarnold (Eds.), Reading and understanding multivariate statistics 319-352, Washington, D.C. American Psychological Association.
- EC, 2009a. European Commission, Report From The Commission To The European Parliament And The Council on the application of the Farm Advisory System as defined in Article 12 and 13 of Council Regulation (EC) No 73/2009
- EC, 2009b. Evaluation of the Implementation of the Farm Advisory System. Final Report-Descriptive Part, December 2009. http://ec.europa.eu/agriculture/eval/reports/fas/report_des_en.pdf. [Ulaşım: 16 Mart 2015].
- EC, 2010. Report From The Commission To The European Parliament And The Council on the application of the Farm Advisory System as defined in Article 12 and 13 of Council Regulation.
- EC, 2011. European Commission, The Common Agricultural Policy, Special Eurobarometer 368.
- EC, 2013. European Commission, Common Agricultural Policy After 2013. <http://ec.europa.eu/agriculture/cap-post-2013/> [Ulaşım: 19 Şubat 2015].
- EC, 2012. European Commission, Organic Farming Statistics, <http://ec.europa.eu/eurostat/web/organic-farming/main-tables> [Ulaşım: 26 Şubat 2015].
- EC, 2013. European Commission, Rural Development in the European Union - Statistical and economic information – 2013, Financial plans per Member State, programming period 2007-2013, http://ec.europa.eu/agriculture/statistics/rural-development/2013/annex-e_en.pdf [Ulaşım: 16 Mart 2015].
- EC, 2014a. The common agricultural policy (CAP) and agriculture in Europe – Frequently asked questions. http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-631_en.htm [Ulaşım: 19 Şubat 2015].
- EC, 2014b. http://ec.europa.eu/agriculture/direct-support/cross-compliance/farm-advisory-system/index_en.htm [Ulaşım: 4 Mart 2015].
- Emir, M., Demiryürek, K. 2014. Avrupa Birliği ve Türkiye'deki Organik Tarım Mevzuatındaki Gelişmeler ve Son Yönetmeliklerin Analizi, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(2): 21-28.
- Fersterer, S., Gruber, A. 1998. Beratungsstrukturen für die biologische Landwirtschaft in Österreich im Vergleich mit ausgewählten europäischen Ländern. MECCA-Environmental consulting, Wien.
- GTHB, 2012. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2012 Yılı Bütçe Giderlerinin Gelişimi Raporu, <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Butce/Raporlar> [Ulaşım: 17 Mart 2015].
- GTHB, 2013. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler> [Ulaşım: 6 Mart 2015].
- GTHB, 2014. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2014 Yılı Faaliyet Raporu, http://www.tarim.gov.tr/SGB/Belgeler/Bakanl%C4%B1k_Faaliyet_Raporlar%C4%B1/2014%20FAAL%C4%B0YET%20R-APORU.pdf [Ulaşım: 16 Mart 2015].
- Güzel, A., Demiryürek, K. 2007. Organic by Default: A First Evaluation, Proceedings of the First Congress on Organic Agriculture in Turkey, Bahçeşehir University, İstanbul.
- Hellec F., Blouet A. 2010. Quel conseil technique pour quelle agriculture biologique? Une étude de l'élevage laitier biologique dans l'est de la France. Colloque SFER « Conseiller en Agriculture: acteurs, marchés, mutations », Dijon, 14-15 October 2010.
- Hodson, R. 1998. Organizational ethnographies: An underutilized resource in the sociology of work. Social Forces, 76: 1173-208.
- IFOAM, 2014. Organic in Europe. Prospects and Developments. http://www.organic-europe.net/fileadmin/documents/country_information/estonia/mikk-2014-estonia.pdf
- Karaarslan, V. 2013. Türkiye'de Organik Tarım. Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, 25-27 Eylül, Samsun.
- Kenanoğlu, Z., Karahan, O. 2002. Policy Implementations for Organic Agriculture in Turkey, British Food Journal, 104(3-5): 300-318.
- Kortbech, O.R. 2000. "Export Opportunities of Organic Food From Developing Countries". (www.ifoam.org/orgagri/worldorganics-2000-conference.html).
- Lampkin, N., Foster, C., Padel S., Midmore P. 1999. The policy and regulatory environment for organic farming in Europe. Organic Farming in Europe: Economics and Policy, University of Hohenheim, Hohenheim.
- Michelsen, J., Lynggaard, K. Padel, S., Foster, C. 2001. Institutional factors influencing variations in the rate of conversion to organic farming in Europe 1985-96: In-depth studies of selected nations/regions. Organic farming in Europe: Economics and Policy, 9. University of Hohenheim; Hohenheim.
- Özçatalbaş, O. 2014. Current Status of Advisory and Extension Services for Organic Agriculture in Europe and Turkey. DOI: 10.5772/58541
- Padel, S. 1994. Adoption of organic farming as an example of the diffusion of an innovation – A literature review on the conversion to organic farming. Discussion Paper, 94/1, Centre for Organic Husbandry and Agroecology, University of Wales, Aberystwyth.
- Padel, S., 2001. Information and Advisory Services for Organic Farming in Europe. Institute of Rural Studies, University of Wales, Aberystwyth.
- Pohl, 2009. How do European rural development Programmes support Organic Farming? IFOAM EU Group.
- RG, 2006. Resmi Gazete, 08.09.2006 Tarihli 26283 Sayılı Tarımsal Yayım ve Danışmanlık Hizmetlerinin Düzenlenmesine Dair Yönetmelik
- Tyler, C.W., Last, JM. 1992. Epidemiology. In Last JM, Wallace RB (eds). Maxcy-Rosenau-Last Public Health & Preventive Medicine. 13th edition. East Norwalk: Appleton & Lange; 11-39.
- Yercan, M. 2007. Türkiye ve Avrupa Birliği'nde tarımın örgütlenme deseni ve tarımsal kooperatifler. Tarım Ekonomisi Dergisi, 13(1): 19-29.
- Wynen, E. 1990. Sustainable and conventional agriculture in Southeastern Australia: - a comparison. Economics Research Reports, 90.1. School of Economics and Commerce, La Trobe University, Victoria.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 246-253

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.246-253



Samsun İlindeki tarımsal kalkınma kooperatiflerinde ortak-kooperatif ilişkilerinin analizi

Bakiye Kılıç Topuz*, Mehmet Bozoğlu

**Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Samsun*

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

Geliş/Received 30/04/2015

Kabul/Accepted 29/09/2015

ÖZET

Bu çalışmanın temel amacı, Samsun ilindeki tarımsal kalkınma kooperatifleri ile ortak çiftçiler arasındaki ilişkilerin ve buna etki eden faktörlerinin ortaya konulmasıdır. Araştırmanın ana materyalini, Samsun ilindeki tarımsal kalkınma kooperatifleri arasından gayeli olarak seçilen 9 kooperatifin yöneticileriyle yapılan anketler ve bu kooperatiflerin ortakları arasından Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemine göre seçilen 89 çiftçiden anket yöntemiyle elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ortak-kooperatif ilişki düzeyine etki eden faktörler ise Sıralı Probit Modeli kullanılarak analiz edilmiştir. Model sonuçları, ortak-kooperatif arasındaki ilişkileri tarımsal deneyim, ortaklık süresi ve 1163 Sayılı Kooperatifçilik Kanununu okuma durumunun pozitif olarak, ortakların yaşının ise negatif olarak etkilediğini ortaya koymaktadır. Ortak-kooperatif arası ilişkilerin geliştirilebilmesi için özellikle genç çiftçilerin arasında örgütlenmeyi teşvik edici projelerin uygulamaya konulması ve ortakların kooperatifçilik mevzuatı konusunda eğitilmeleri gerekli görülmektedir.

Anahtar Sözcükler:
Kümeleme analizi
Ortak-kooperatif ilişkileri
Samsun
Sıralı probit model
Tarımsal kalkınma kooperatif
Türkiye

Analysis of member-cooperative relationships in the agricultural development cooperatives in Samsun province of Turkey

ABSTRACT

The main purpose of this study is to explore the relationship between agricultural development cooperatives in Samsun province and their members and to determine effective factors. The main materials of this study are collected through surveys conducted with 9 cooperatives and 89 members randomly selected among the cooperatives. The factors affecting the level of cooperative-members relationship were analyzed by using Ordered Probit Model. Model results show that while the agricultural experience, membership duration and reading 1163 Law of Cooperatives had positive effects on the relationship between the member-cooperatives, age had a negative effect. In order to strength the relationship between the cooperatives and their members, project encouraging young farmers should be organized and the members should be educated about laws and regulations of cooperatives.

Keywords:
Cluster Analysis
Member-cooperative relationship
Samsun
Ordered probit model
Agricultural development cooperative
Turkey

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Küreselleşen dünyada tarım sektöründeki üreticilerin, tarımsal girdi temini, danışmanlık, pazar risk ve belirsizliğini azaltma konularındaki beklentilerini karşılayacak özerk örgütlere ihtiyaç duyulmaktadır (Sayın ve Sayın, 2004). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde sosyal ve ekonomik kalkınmanın temeli kooperatiflere dayanmakta olup, dünyada demokrasinin yaygınlaşması, barışın sağlanması, çevrenin korunması, istihdam yaratma,

kaynakları harekete geçirme ve yatırım oluşturmada önemli bir araç olarak kullanılmaktadır (Özüdoğru, 2004). Kooperatifleşme, bireyin tek başına çözümleyemediği ekonomik ve sosyal sorunları, ortaklaşa çözümlenmeyi amaçlamaktadır. Tarımsal kooperatiflerin başlıca işlevleri arasında; ortaklarına ucuz girdi temini ve ürünlerini pazarlaması, yöresel ve bölgesel kalkınmanın gerçekleştirilmesine katkı sağlanması yer almaktadır (Çıkın ve Yercan, 1995).

Dünyada yaklaşık 569 bin tarımsal kooperatif olduğu

tahmin edilmektedir (UN, 2009). Türkiye’de ise 12.596 adet tarımsal kooperatife 4.321.838 kişi ortaktır. Tarımsal kooperatifler, 145 birlik ve 8 merkez birliği olarak örgütlenmişlerdir. Türkiye’deki tarımsal kooperatiflerin %60.2 (7.594)’sini Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri oluşturmaktadır ve bunların 823.790 ortağı bulunmaktadır. Tarımsal kalkınma kooperatifleri 83 Birlik ve 5 Merkez Birliği bünyesinde üst örgütlenmelerini sağlamışlardır (Anonim, 2014a). Türkiye’de tarımsal kalkınma kooperatifleri sayıca fazla olmalarına rağmen, halen çiftçilerin önemli kısmını bünyelerine katamamışlardır (Mülayim, 2010).

Türkiye’de tarımsal kalkınma kooperatifleri; ortaklarının tarımsal üretimlerini geliştirmek, ihtiyaçları ile ilgili temin, tedarik, işletme, pazarlama ve değerlendirme faaliyetlerinde bulunmak, ortaklarının ekonomik ve sosyal yönden gelişmelerine yardımcı olmak, ekonomik gücünü arttırmak için çalışan kuruluşlardır.

Kooperatiflerle ilgili literatür incelendiğinde; hayvancılık alanındaki kooperatifleşme konusundaki çalışmaların (Yılmaz ve Gül, 2010; Kurtaslan ve Doğaner, 2004; Terin ve ark., 2010; Acar ve Yıldırım, 2000; Dedeoğlu ve Yıldırım, 2006; Ödül, 2006; Sayın ve ark., 2007) ağırlıklı olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte; kooperatiflerin yerel kalkınmaya etkisi (Karlı, 2003; Dedeoğlu ve Yıldırım, 2006; Çıkın ve ark., 2010; Akın ve Özdemir, 2010; Hendrikse ve Veerman, 2001), ortakların taahhütlerinin kooperatifler açısından önemi (Fulton, 1999; Karantininis ve Zago, 2001), ortakların ürün teslim ettikleri yerin kararı ve ürün teslim etmelerinde etkili faktörler (Karantininis ve Zago, 2001; Pascucci ve Gardebroek, 2010), kooperatiflerin tarımsal sanayinin gelişmesine ve piyasaya yaptığı katkılar (Bozoğlu ve ark., 2001) ortaya koyan çalışmalar da söz konusudur. Tarımsal kalkınma kooperatiflerindeki ortak-kooperatif ilişkilerini araştıran sınırlı sayıda çalışma (Kızılaslan ve ark., 1996; Özdemir, 1996; Ertan ve Turan, 2001; Özüdoğru, 2004) olmasına rağmen, ortak-kooperatif ilişkilerini hangi faktörlerin etkilediğini ele alan bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Araştırma alanı olarak belirlenen Samsun ilinde ise bu çalışma ilk olma özelliği taşımaktadır. Bu çalışmanın temel amacı, Samsun ilindeki tarımsal kalkınma kooperatifleri ile ortak çiftçiler arasındaki ilişkileri ortaya koymak, bu ilişkilerde etkili faktörleri belirlemek, ortak-kooperatif ilişkilerinin geliştirilmesi ve kooperatiflerin daha etkili hizmet sağlayabilmeleri noktasında alınması gereken önlemlerin neler olduğunu ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın verileri Samsun ilindeki 67 tarımsal kalkınma kooperatifi arasından gayeli olarak belirlenen 9 kooperatif ve bu kooperatiflerin ortakları (1136) arasından Basit Tesadüfi Örneklem Yöntemine göre belirlenen 89 kişi ile Şubat-Mart 2011 döneminde yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir.

Örneğe girecek kooperatife ortak çiftçi sayısının belirlenmesinde aşağıdaki formül kullanılmıştır (Yamane, 1967). Örneklem sayısının yeterliliği ise Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (KMO) and Barlett’s

testi ile test edilmiştir. Bu çalışmada KMO oranı 0,652 olarak tespit edilmiş olup, örnek sayısının iyi derecede yeterli olduğu tespit edilmiştir.

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}} \quad n_0 = Z^2 \left(\frac{p * q}{d^2} \right)$$

Formülde; n, örnek hacmini, n₀, sonlu düzeltme faktörünün 1’e eşit olduğu durumdaki örnek hacmini, N, ana kütleye dahil ortak sayısını (1136), d, ortalamadan izin verilen hata payını (%10), p, ortalamadan daha küçük değerlerin meydana gelme ihtimalini (0,5), q, ortalamadan daha büyük değerlerin meydana gelme ihtimalini (1-p=0,5) ve Z, standart normal dağılım tablosunda istenen güven derecesini (%95), Z_{tablo}= 1.96 değerini ifade etmektedir. Araştırmada ortalamadan izin verilen hata payı %10 olup, %95 güven aralığında örnek hacmi 89 olarak hesaplanmıştır. Örnek sayısı bu şekilde belirlendikten sonra, hangi kooperatif ortakları ile anket yapılacağı ise tesadüfi sayılar tablosundan rastgele belirlenmiştir. Örnek hacminin %25’i kadar yedek kooperatif ortağı seçilmiş ve asıl ortakların anket yapılmasını istemediği ve/veya onlara ulaşamadığı durumlarda yedekleri ile anketler yapılmıştır.

Konu ile ilgili yayınlanmış yerli ve yabancı literatür, Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB), Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM) ve Uluslararası Kooperatif Kurumu (ICA)’nın ikincil verilerinden yararlanılmıştır.

2.2. Yöntem

Anket formları kontrol edildikten sonra “SPSS 9.4 (Statistics Package for the Social Sciences)” programına girilerek analize hazır hale getirilmiştir. Verilerin değerlendirilmesinde frekans dağılımı, yüzde ve aritmetik ortalama gibi tanımlayıcı istatistiklerden yararlanılmıştır.

Bu çalışmada kooperatif ortakları, kooperatifleriyle ilişki düzeylerine göre Kümeleme Analizi (Cluster Analysis) yönteminden faydalanarak zayıf ilişki (%15,7), orta ilişki (%36,0) ve güçlü ilişki (%48,3) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Ortak-kooperatif arasındaki ilişkilere; ortakların sorumluluklarını yerine getirme durumu, kooperatifin verdiği hizmetler ve ortakların bu hizmetlerden yararlanma durumunun etki ettiği düşünülmüştür. Ortakların sorumlulukları ve hizmetlerinden yararlanılması kapsamında beş kriter (kooperatife ürün teslimi, kooperatiften girdi temini, hayvan temini, aidat ödeme ve genel kurullara katılma) belirlenmiştir. Hizmetlerden yararlanılması ve sorumlulukların yerine getirilmesine “1”, aksi durumda ise “0” skoru verilmiştir.

Kooperatif-ortak ilişkileri, ilişki düzeyinin ortaya konulmasında ele alınan faktörlere göre anlamlı bir şekilde farklılaşmaktadır (p<0.05). Kooperatif-ortak ilişki düzeyini en fazla hayvan temini etkilemektedir. Bunu sırasıyla; girdi temini, ürün teslimi, genel kurullara katılma ve ortaklık aidatını ödeme takip etmektedir (Çizelge 1).

Araştırmada, bireylerin test sorularına verdikleri cevaplar arasındaki tutarlılığın ölçülmesinde, Cronbach Alfa katsayısından yararlanılmıştır. Cronbach Alfa katsayısı 0,693 olarak tespit edilmiş olup, deneklerin anket sorularına verdiği cevaplar arasında tutarlılık söz konusudur.

Çizelge 1. Kooperatif-ortak ilişki düzeyine ait faktörlerin önem derecesi

	Genel Kurula katılma	Aidat ödeme	Girdi temini	Hayvan temini	Ürün teslimi
χ^2	28.765	19.443	74.113	80.411	33.969
P önem düzeyi	.000	.000	.000	.000	.000

Kooperatif-ortak ilişki düzeyleri zayıf, orta ve güçlü olan ortaklar arasında farklılığın olup olmadığının ortaya konulmasında; veriler süreklilik göstermediğinde (normal dağılmadığında) parametrik olmayan (non-parametrik) farklılık testleri (Kruskal Wallis testi) ile değişkenler normal dağıldığında bunların aritmetik ortalamaları ANOVA testli ile karşılaştırılmıştır (Kalaycı, 2010; Büyükoztürk, 2011).

Ekonometrik çalışmalarda çok değişkenli bir modelde bağımlı değişken 2'den fazla nominal veya kategorik ölçekli ve bağımsız değişkenlerde de aynı tip ölçek mevcutsa veri setine en uygun model tipi Sıralı Probit modelidir (Long ve Freese, 2006). Ortak-kooperatif ilişkilerine etkili faktörlerin belirlenmesinde Sıralı Probit Modeli kullanılmıştır.

Model: $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \dots + u$

Modelin bağımlı değişkenini (Y), kooperatif-ortak ilişki düzeyi (zayıf, orta, güçlü) oluşturmuştur. Modelin bağımsız değişkenleri olarak ise ortakların yaşı (yıl), eğitim düzeyi (yıl), tarımsal gelir (TL/yıl), tarımsal deneyim (yıl), kooperatife ortaklık süresi (yıl), kooperatifçilik ilkelerini bilme durumu (0. Hayır, 1. Evet), ortak olmadan önce ana sözleşmeyi okuma durumu (0. Hayır, 1. Evet) ve 1163 Sayılı Kooperatifçilik Kanunundan haberdar olma durumu (0. Hayır, 1. Evet) dikkate alınmıştır.

Sıralı Probit modelinde, ortak-kooperatif arası ilişkilerle etki eden faktörlerin olasılığı aşağıdaki denklem (1) ile ifade edilir.

$$\begin{aligned} P(y=0) &= \Phi(-\beta x) \\ P(y=1) &= \Phi(\mu_1 - \beta x) - \Phi(-\beta x) \\ P(y=2) &= \Phi(\mu_2 - \beta x) - \Phi(\mu_1 - \beta x) \end{aligned} \quad (1)$$

Tüm bu olasılıkların pozitif olması için, μ değerlerinin $0 < \mu_1 < \mu_2 < \dots < \mu_{j-1}$ olması gerekir. $\Phi(\cdot)$, kümülatif normal dağılım fonksiyonunu göstermektedir. Denklem 2'de verilen olasılıklardan, modelin olabilirlik fonksiyonu (likelihood function) aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

$$L = \prod_{y=0} P(y=0) \prod_{y=1} P(y=1) \prod_{y=3} P(y=3) \quad (2)$$

Modeldeki olasılık denklemlerini yerine koyarsak,

$$L = \prod_{y=0} \Phi(-\beta x) \prod_{y=1} [\Phi(\mu_1 - \beta x) - \Phi(-\beta x)] \dots \prod_{y=3} [1 - \Phi(\mu_j - \beta x)] \quad (3)$$

Logaritmik olarak,

$$\log L = \sum_{y=0} \log \Phi(-\beta x) + \sum_{y=1} [\log (\Phi(\mu_1 - \beta x) - \Phi(-\beta x))] + \dots + \sum_{y=3} \log [1 - \Phi(\mu_j - \beta x)] \quad (4)$$

şeklinde ifade edilir.

Modelin kestirimi, en yüksek olabilirlik (maksimum likelihood) yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Olasılık denkleminin açıklayıcı değişkenlere göre alınan türevleri, açıklayıcı değişkenlerin bu olasılıklar üzerindeki marjinal etkilerini vermektedir (Tansel ve Göngür, 2004). Olasılıklar üzerinde açıklayıcı değişkenlerin etkileri, katsayı tahminleri ile aynı değildir ve açıklayıcı değişkenlerin değerlerine bağlıdır. Değişkenlerin marjinal etkileri, her bir olasılık için hesaplanmaktadır (Greene, 1997). Modele dahil edilen değişkenlerin marjinal etkilerinin hesaplanması ve sonuçlarının yorumlanması Sıralı Probit Analizinde önemlidir. Marjinal etkilerin hesaplanmasında ise "LİMDEP 7.0" programından yararlanılmıştır.

3. Araştırma Bulguları

3.1. Tarımsal Kalkınma Kooperatiflerine ait bulgular

Araştırma kapsamında ele alınan tarımsal kalkınma kooperatiflerinin %78'i süt sığırcılığı, %11'i sebze ve %11'i de fındık konusunda faaliyet göstermektedir. Kooperatiflerin ortalama 135 ortağı bulunmakta ve bunların da %70'i aktif durumdadırlar. Çalışma bölgesi olarak ortalama 3 köye hizmet eden kooperatiflerin yalnızca %22'sinde ortaklık aidatının alındığı tespit edilmiştir. Bu durum, kooperatiflerin sermaye yetersizliği ve hizmet üretememelerinin en önemli nedenini oluşturmaktadır (Çizelge 2). Kooperatiflerin %77,7'sinin proje uyguladığı belirlenmiştir. GTHB, tarımsal kooperatiflere projeye dayalı olarak destekler sağlamaktadır. GTHB'nın projelerinden ele alınan kooperatifler hayvan ve süt tankı alımı, bina ve ahır yapımı ile traktör alımı yapmışlardır. Bununla birlikte bir kooperatif GTHB dışında Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Fonu'ndan yararlanmıştır. Buna karşın bazı kooperatifler (Yeşilyazı ve Ağacagüney) ise herhangi bir proje uygulamamışlardır (Çizelge 2). Bunda, GTHB'nın sadece hayvancılık konusunda proje desteği sağlamasının etkisi bulunmaktadır. Proje uygulayan kooperatiflerin ortaklarına daha fazla hizmet sağladıkları tespit edilmiştir.

Tarımsal kalkınma kooperatiflerinin ortaklarına sağladığı en önemli hizmet, %77 oran ile proje uygulaması, %77 oran ile üretimle ilgili girdilerin temini ve %66 oran ile de hayvan temin edilmesidir. Bununla birlikte, kooperatiflerin %55'i ürün satın alımı ve pazarlama gerçekleştirilmektedir. Araştırmada ele alınan kooperatiflerin yarıya yakınının (%44,4) süt alımı ve yem temini gibi hizmetleri ortak olmayan çiftçilere de aynı şartlarla sağladıkları belirlenmiştir. Oysa kooperatiflerin mevcut imkânlarını sadece ortak olan çiftçiler için seferber etmesi, diğer çiftçileri de kooperatif ortağı olmaya teşvik edebilecektir. Kooperatiflerin %44'ünün üretimle ilgili eğitim ve danışmanlık hizmeti vermesine rağmen kooperatiflerin yalnızca %22'sinde kooperatifçilik ile ilgili eğitim verildiği tespit edilmiştir. Sosyal ve kültürel etkinlikler düzenleyen kooperatiflerin oranı %33 ve el zanaatları kursu düzenleyen kooperatiflerin oranı %22'dir. Oysa Bozoğlu ve ark. (2001) ile Ödül (2006)'nın araştırmalarında kooperatiflerin çok daha fazla hizmeti ortaklarına sağladıkları ve başarılı bir şekilde çalıştırıldıkları ortaya konulmuştur. İncelenen

Çizelge 2. Kooperatiflerin faaliyetleri ve ortaklarına sağladıkları hizmetler

	Tarımsal Kalkınma Kooperatifi									
	Altınay	Fener	Çayırözü	Çekalan	Çökekli	Yörükler	Avut	Yeşilyazı	Ağacagüne	Oran (%)
Ortak sayısı*	216	117	83	112	78	90	176	240	104	135
Proje uygulama	√	√	√	√	√	√	√			77.7
Aidat alınma durumu		√					√			22.2
<i>Ortaklara sağlanan hizmetler</i>										
Hayvan temini	√	√	√	√	√		√			66.6
Girdi temini	√	√	√	√	√	√	√			77.7
Ürün satın alımı	√		√	√	√		√	√		55.5
Ürün pazarlama	√		√	√			√	√		55.5
Eğitim ve danışmanlık		√		√	√				√	44.4
Kooperatifçilik eğitimi		√		√						22.2
Sosyal ve kültürel etkinlikler		√	√				√			33.3
El zanaatları kursu		√				√				22.2
Eğitim materyali			√							11.1

*ortalama

kooperatiflerin hiçbirisinin ortaklarına risturn dağıtmadığı ve yedek akçe ayırmadığı tespit edilmiştir.

3.2. Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri ortaklarına ait bulgular

Araştırmada kooperatif ortaklarının %60'ının kooperatife ürün teslim ettiği ve güçlü ilişkiye sahip ortaklarda bu oranın en yüksek (%86) olduğu belirlenmiştir. Süt üretimi yapan kooperatif ortaklarının %75,4'ü sütünü, sebze üretimi yapan kooperatif ortaklarının ise %24'ü ise sebzelerini kooperatife teslim etmektedir. Ortaklardan düzenli olarak aidat ödeyenlerin oranı %22 gibi oldukça düşüktür. Genel kurula katılma oranları %90 olup, zayıf ilişkiye sahip ortakların ancak yarısı genel kurullara katılmaktadırlar. Zayıf ilişkiye sahip ortakların hiçbir kooperatiflerinden girdi temin etmezken, güçlü ilişkiye sahip ortakların tamamı kooperatiflerinden girdi temin etmektedirler. Benzer şekilde güçlü ilişkiye sahip ortakların

%95'i kooperatiften hayvan temin etmiştir (Çizelge 3).

Araştırmada ele alınan kooperatif ortaklarının ortalama yaşı 46 olup, eğitim seviyeleri 5 yıldır. Kooperatif ortaklarının eğitim düzeyi, Karlı (2003)'in GAP Bölgesi, Özdemir ve Kiracı (2006)'nın ise Tekirdağ ilinde yaptıkları araştırmalarında daha yüksek iken, Özudoğru (2004)'nın Kırklareli ilinde, İnan ve ark. (1999)'nın Trakya ilinde ve Karlı ve ark. (1992)'nin Şanlıurfa ilinde yaptıkları araştırmalarda daha düşüktür. İşletmeler ortalamasında ortalama hane halkı büyüklüğü 6.2 kişi olarak tespit edilmiştir. İncelenen işletmelerdeki hane halkı sayısı, Samsun İli (4.81 kişi) ve ülke (4.5 kişi) geneline göre daha yüksektir (Anonim, 2014b). Kooperatif ortaklarının nüfus varlığı, kooperatif-ortak ilişki durumuna göre anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Kooperatifle ilişkisi yüksek olanların tarımsal gelir düzeyleri de yüksektir. Görüşülen kooperatif ortaklarına ait işletmelerin ortalama işletme arazisi varlığı ise 55.5 dekar olup, bu miktar ülke ortalamasına (61 da) yakındır (Anonim, 2001). Ortakların

Çizelge 3. Kooperatif-ortak ilişki düzeyine ait faktörlere ait tanımlayıcı istatistikler

	Zayıf ilişki (n=14)		Orta ilişki (n=32)		Güçlü ilişki (n=43)		İşletmeler geneli (n=89)	
	Ortalama	Std. Sap	Ortalama	Std. Sap	Ortalama	Std. Sap	Ortalama	Std. Sap
	1		2		3		2.20	
Genel Kurullara katılma (0.Hayır, 1.Evet)	0.50	0.51	0.97	0.17	0.98	0.15	0.90	0.30
Aidat ödeme (0.Hayır, 1.Evet)	0.57	0.51	0.00	0.00	0.28	0.45	0.22	0.42
Girdi temini (0.Hayır, 1.Evet)	0.00	0.00	0.13	0.33	1.00	0.00	0.53	0.50
Hayvan temini (0.Hayır, 1.Evet)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95	0.21	0.46	0.50
Ürün teslimi (0.Hayır, 1.Evet)	0.00	0.00	0.50	0.50	0.86	0.86	0.60	0.49

hayvan varlığı, kooperatif-ortak ilişki düzeyi ile orantılı olmakla birlikte, kooperatif-ortak ilişki durumuna göre %1 önem seviyesinde anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.00$). Benzer şekilde, ortakların kooperatife ortaklık süreleri ortalama 9.7 yıl olup, kooperatifle ilişki seviyesine göre artmakta ve en az bir grupta farklılık göstermektedir ($p<0.05$). Güçlü ilişkiye sahip ortakların kooperatifleri 13 yıl önce kurulmasına rağmen orta ilişkiye sahip ortakların kooperatifleri 21 yıl önce kurulmuştur. Ortakların yalnızca %6'sının kooperatifçilik konusunda eğitim aldığı, alınan eğitiminde etkin olmadığı belirlenmiştir. Ortakların kooperatiflerine ziyaret sıklığı irdelendiğinde; yılda ortalama 15 kez uğradıkları tespit edilmiştir. Aydın İlindeki tarımsal kalkınma kooperatiflerinde ortakların %24.39'unun yılda 3-5 kez, %17.07'sinin yılda bir kez ve %12.2'sinin birkaç yılda bir kez kooperatife uğradıkları tespit edilmiştir (Kurtaslan ve Doğaner, 2004). Ortakların kooperatiflerine uğrama sıklığı kooperatif-ortak ilişki

durumuna göre anlamlı farklılık göstermektedir ($p<0.05$).

Ortakların tamamına yakını kooperatifin faydalı olduğunu düşünmesine rağmen, %18'i kooperatiflerinden memnun olmadıklarını ifade etmişlerdir. Ortakların kooperatiflerinden memnuniyetleri arttıkça ortak-kooperatif ilişkileri artmakta ve memnuniyet seviyeleri ortak-kooperatif ilişki durumuna göre anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.00$). Örgütlerde üye memnuniyetinin artmasının, üye güvenini ve örgüt performansını olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir (Hansen et al., 2002; Österberg ve Nilsson, 2009; Sultan ve Kataria, 2012; George et al., 2013). Tarımsal kalkınma kooperatifi ortaklığının ortakların tarımsal gelirine etkisi sorgulandığında, en büyük gelir artışının güçlü ilişkiye sahip ortaklarda olduğu ifade edilmiştir. Kooperatif ortaklığının tarımsal gelire etkisi kooperatifle ilişki seviyesi arttıkça artmakta ve anlamlı farklılık göstermektedir ($p=0.00$) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Ortaklara ait sosyo-kültürel, ekonomik ve düşünsel/davranışsal faktörlere ait tanımlayıcı istatistikler

	Zayıf ilişki (n=14)		Orta ilişki (n=32)		Güçlü ilişki (n=43)		İşletmeler geneli (n=89)	
	Ortalama	Std.sap	Ortalama	Std. Sap	Ortalama	Std. Sap	Ortalama	Std. Sap
İlişki düzeyi	1	0.00	2	0.00	3	0.00	2.20	0.694
<i>Sosyo-kültürel faktörler</i>								
Yaş (yıl)	43.57	10.51	48.41	9.98	45.81	11.03	46.39	10.60
Eğitim düzeyi (yıl)	5.36	2.13	6.00	2.17	5.35	2.24	5.58	2.19
Tarımsal deneyim (yıl)	26.93	13.72	35.09	11.71	32.72	12.65	32.66	12.64
Nüfus varlığı (kişi)**	4.64	1.33	6.41	2.71	6.58	1.96	6.21	2.27
<i>Ekonomik faktörler</i>								
Toplam sermaye (TL)	96.200	116.000	123.000	96.000	132.000	84.600	123.000	94.000
Tarımsal gelir (TL/yıl)	11.142	4.833	14.062	8.389	15.918	10.656	14.500	9.235
Tarım dışı gelir (0. Hayır, 1. Evet)	0.14	0.36	0.16	0.36	0.21	0.41	0.18	0.38
İşletme arazisi varlığı (da)	48.07	47.67	64.78	55.68	51.20	33.84	55.59	44.99
Hayvan varlığı (adet)***	4.73	5.78	6.46	9.37	13.37	10.02	9.53	9.90
Arazi parsel sayısı (adet)	4.14	1.91	4.47	4.03	4.51	4.79	4.44	4.15
<i>Düşünsel/Davranışsal faktörler</i>								
Kooperatife ortaklık süresi (yıl)**	6.29	5.04	9.69	5.18	10.81	6.21	9.70	5.84
Diğer tarımsal örgütlere ortaklık durumu (0. Hayır, 1. Evet)	0.64	0.49	0.38	0.49	0.35	0.48	0.40	0.49
Kooperatifin proje varlığı (0. Hayır, 1. Evet)***	0.07	0.26	0.31	0.47	1.00	0.00	0.61	0.49
Kooperatifçilik eğitimi alma (0. Hayır, 1. Evet)***	0.36	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.23
Kooperatif-işletme arası uzaklık (km)	2.17	1.94	1.74	1.57	2.31	3.19	2.08	2.52
Kooperatife uğrama sıklığı (kez/yıl) **	12.14	12.76	19.75	12.37	12.05	12.51	14.83	12.90
Kooperatif İlke bilme durumu (0. Hayır, 1. Evet)	0.57	0.51	0.78	0.42	0.81	0.39	0.76	0.42
Kooperatif Anasözleşmesini okuma (0. Hayır, 1. Evet)	0.29	0.46	0.50	0.50	0.58	0.49	0.51	0.50
1163 Sayılı Kooperatifçilik Kanunu okuma (0. Hayır, 1. Evet)**	0.07	0.26	0.13	0.33	0.37	0.48	0.24	0.42
Genel kurullarda söz alma (0. Hayır, 1. Evet)***	0.71	0.46	0.97	0.17	0.95	0.21	0.92	0.27
Kooperatif kuruluş yılı (yıl)***	12.5	10.32	21.69	11.85	13.42	6.63	16.25	10.15
Kooperatifin kuruluş tarihini bilme (0. Hayır, 1. Evet)**	0.64	0.49	0.63	0.49	0.86	0.35	0.74	0.44
Kooperatifin faydalı olduğunu düşünme (0. Hayır, 1. Evet)	0.79	0.42	0.94	0.24	0.95	0.21	0.92	0.27
Ortaklığın tarımsal geliri değiştirme durumu (0. Değişmedi 1. Azaldı 2. Arttı)***	0.14	0.53	1.03	0.99	1.05	0.99	0.90	0.98
Kooperatif hizmetlerinden memnuniyet (0. Memnun değil, 1. Memnun) ***	0.57	0.51	0.78	0.42	0.93	0.25	0.82	0.38

*%10 düzeyinde, **%5 düzeyinde, ***%1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı

3.3. Ortak-kooperatif ilişkilerini etkileyen faktörler

Sıralı Probit Model sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir. Ortak-kooperatif ilişki düzeyini ortakların tarımsal deneyimi, kooperatife ortaklık süresi ve 1163 sayılı kooperatifçilik kanununu okuma durumu istatistiksel olarak pozitif yönde etkilediği; buna karşın ortakların yaşının negatif yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Ortak-kooperatif arası ilişkilere ortakların yaşı %10 önem düzeyinde anlamlı ve negatif etki etmektedir. Yani, genç çiftçilerin kooperatifleriyle ilişkileri daha fazladır.

Ortakların tarımsal deneyimi ortak-kooperatif arası ilişkilere %10 önem düzeyinde anlamlı ve pozitif etki yapmaktadır. Tarımsal deneyimi daha fazla olan ortakların kooperatifleriyle ilişkileri daha fazladır. Kooperatife ortaklık süresi daha uzun olan ortakların kooperatifle olan ilişkisi daha fazladır. Ortakların 1163 sayılı kooperatifçilik kanununu okuma durumu kooperatif-ortak arası ilişkilere %1 önem düzeyinde anlamlı ve pozitif etki etmektedir. Ortakların 1163 sayılı kooperatif kanununu okuma durumu arttıkça kooperatif-ortak ilişki düzeyi artmaktadır.

Çizelge 5. Ortak-kooperatif ilişkilerini etkileyen faktörler: Sıralı Probit Modelinin tahmin sonuçları

Bağımsız değişkenler	Katsayı	Standart hata	p
Yaş *	-0.364	0.199	0.068
Eğitim durumu	0.228	0.526	0.664
Tarımsal gelir	0.195	0.182	0.285
Tarımsal deneyim *	0.439	0.239	0.066
Ortaklık süresi*	0.563	0.316	0.075
Kooperatifçilik ilke bilme	0.172	0.334	0.606
Anasözleşmeyi okuma	0.186	0.333	0.576
1163 Sayılı Kooperatifçilik Kanunu okuma***	1.012	0.391	0.009

Log-likelihood : -79,0535

Pearson χ^2 : 21,7062

Örneklem büyüklüğü : 89

Bağımlı değişken: Ortak-kooperatif ilişki düzeyi (1. Zayıf ilişki, 2. Orta ilişki, 3. Güçlü ilişki)

%10 düzeyinde anlamlı, **%5 düzeyinde anlamlı, *%1 düzeyinde anlamlı

Modelde istatistiksel olarak önemli olan bağımsız değişkenlerin, deneklerin bağımlı değişkenin üç kategorisinden herhangi birine ait olma olasılığını ne derece artırdığı veya azalttığını belirlemek için marjinal etkiler de hesaplanmıştır. Marjinal etkilerin sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir. Sıralı probit model sonuçlarına göre, daha genç olan kooperatif ortaklarının güçlü ilişki kategorisine ait olma olasılığı %1,45 oranında daha yüksektir. Daha yaşlı olan kooperatif ortaklarının ilişki düzeyinin zayıf ve orta

olduğu gruplara dahil olma ihtimalleri sırasıyla %0,73 ve %0,72 şeklindedir. Ortakların tarımsal deneyiminin artması ortakların güçlü ilişki kategorisine ait olma olasılığını %1,75 oranında artırmaktadır. Ortaklık süresinin fazla olması, ilişki düzeyinin güçlü olduğu gruba dahil olma olasılığını %2,25 artırmaktadır. Ortakların 1163 sayılı Kooperatifçilik Kanununu okuması güçlü ilişki kategorisine ait olma olasılığını %40 oranında artırmaktadır.

Çizelge 6. Sıralı Probit Modelinin tahmin edilmiş marjinal olasılıkları

Bağımsız değişkenler	Y=1	Y=2	Y=3
Yaş *	0.0073	0.0072	-0.0145
Eğitim durumu	-0.0046	-0.0045	0.0091
Tarımsal gelir	-0.0039	-0.0038	0.0078
Tarımsal deneyim *	-0.0088	-0.0087	0.0175
Ortaklık süresi*	-0.0113	-0.0111	0.0224
Kooperatifçilik ilke bilme	-0.0347	-0.0339	0.0686
Anasözleşmeyi okuma	-0.0375	-0.0367	0.0742
1163 Sayılı Kooperatifçilik Kanunu okuma***	-0.2039	-0.1994	0.4033

Bağımlı değişken: Ortak-kooperatif ilişki düzeyi (1. Zayıf ilişki, 2. Orta ilişki, 3. Güçlü ilişki)

%10 düzeyinde anlamlı, **%5 düzeyinde anlamlı, *%1 düzeyinde anlamlı

4. Sonuç ve Öneriler

Tarımsal kalkınma kooperatiflerinin GTHB veya diğer kurumlar tarafından desteklenen proje uygulaması

ortaklarına verdiği hizmetleri arttırmaktadır. Proje uygulaması ile kooperatiflerin gelir sorununa çözüm getirilmiş olacak bu da kooperatiflerin hizmetlerinin artmasına sebep olacaktır. Kooperatiflerin hizmet artışı,

ortakların gelir artışına sebep olacak ve ortak memnuniyeti artacaktır. Örgütlerde üye memnuniyeti artması ise ortak güveni ve örgüt performansının artışına sebep olacaktır. Bu sebeple kooperatiflerin geliştirilebilmesi ve ortak-kooperatif ilişkilerinin artırılabilmesi için kooperatiflerin proje uygulaması teşvik edilmelidir. Böylece hem kooperatiflerdeki gelir sorununa çözüm getirilmiş olacak, hem de kooperatiflerin ortaklarına verdiği hizmetler artırılmış olacaktır. Ancak kooperatif yöneticilerinin proje hazırlama ve GTHB dışındaki kaynaklar konusunda bilgi eksikliği olduğu tespit edilmiştir. Kooperatif yöneticilerine proje hazırlama ve proje başvuru imkanları hakkında eğitim verilmesi gerekli görülmektedir. Ortak-kooperatif ilişki düzeyi arttıkça, ortakların kooperatiflerinden memnuniyetlerinin arttığı tespit edilmiştir. Üye memnuniyetinin artması, örgütlerde güvenin ve performansın artırılmasını teşvik edebilecektir. Tarımsal kalkınma kooperatiflerinin ortaklarıyla ilişki düzeyinin artırılabilmesi ortakların daha genç olması, tarımsal deneyimi fazla olması, ortaklık süresinin daha uzun olması ve ortakların 1163 sayılı kooperatifçilik kanununu okumasının pozitif etkilediği belirlenmiştir. Bu sebeple, araştırma bölgesindeki genç çiftçilere yönelik örgütlenmeyi teşvik edici programlar hazırlanarak uygulamaya konulması ve bu eğitimin verilemesinde üniversitelerle sürekli işbirliğine gidilmesi gerekli görülmektedir. Ortak-kooperatif arası ilişkilerin geliştirilebilmesi için ortakların kooperatifçilik mevzuatı konusunda eğitilmeleri gerekli görülmektedir. Bu sayede ortakların kooperatifçilik konusunda bilgi birikimlerinin artırılması sağlanmalıdır. Mevcut çalışmada ele alınmayan mevzuattan kaynaklanan sorunların ortak-kooperatif ilişkilerine etkisi ile konunun diğer kooperatif türlerinde de araştırılması yararlı olabilecektir.

Kaynaklar

- Acar, İ., Yıldırım, İ. 2000. Mandıra işleten Dönerdere Tarımsal Kalkınma Kooperatifine ortak işletmelerin ekonomik analizi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 10(1): 61-70.
- Akın, S., Özdemir, G. 2010. Diyarbakır İli Çermik İlçesi bağcılığ ve üzüm üreticilerinin örgütlenmeye bakış açıları. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, s: 526-533, Şanlıurfa.
- Anonim, 2001. Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=1003, [Ulaşım: 14 Şubat 2015].
- Anonim, 2014a. Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, <http://www.tarim.gov.tr/TRGM>, [Ulaşım: 10 Ocak 2015].
- Anonim, 2014b. Türkiye İstatistik Kurumu, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1047, [Ulaşım: 25 Şubat 2015].
- Bozoğlu, M., Cinemre, H., Ceyhan, V. 2001. Tarımsal sanayinin geliştirilmesinde kooperatifleşme: Tonya örneği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, s.23-29, Samsun
- Büyükoztürk, Ş. 2011. Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, Pagem Yayıncılık, 201s, Ankara.
- Çıkın, A., Yercan, M. 1995. Tarımda üretici örgütlenmesi. Türkiye Ziraat Müh. IV. Teknik Kongresi Bildirileri, s.47-71, Ankara.
- Çıkın, A., Çukur, F., Çukur, T., Dayan, V. 2010. Yerel kalkınma ve tarımsal kooperatifler: Milas ilçesi örneği. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, s. 510-517, Şanlıurfa.
- Dedeoğlu, M., Yıldırım, İ. 2006. Emek Tarımsal Kalkınma Kooperatifine ortak işletmelerin ekonomik analizi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi, 16 (1): 39-48.
- Ertan, A., Turan A. 2001. GÜLBİRLİK ortaklarının kooperatif ortak ilişkisi yönünden analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, s.29-43. Isparta.
- Fulton, M. 1999. Cooperatives and Member Commitment. The Finnish Journal of Business Economics, 4: 418-437.
- George, J., George, R., Kulandaiswamy, V. 2013. Member Trust's Impact on Member Satisfaction and Organizational Performance: Development of a Conceptual Model. Life Science Journal, 10(2): 604-609.
- Greene, W.H., 1997. Econometric Analysis. Prentice-Hall International, Inc., 1000s
- Hansen, M.H., Morrow Jr. J.L, and Batista, J.C. 2002. The Impact Of Trust On Cooperative Member Retention, Performance And Satisfaction: An Exploratory Study. International Food and Agribusiness Management Review, 5: 41-59.
- Hendrikse, G., Veerman, C. 2001. Marketing Cooperatives And Financial Structure: A Transaction Costs Economics Analysis. Agricultural Economics, 26: 205-216.
- İnan, İ.H., Kumkale, İ., Gaytancıoğlu, O. 1999. Trakya'da Kırsal Kesimin Örgütlenmesinde Tarım Kooperatifleri, Üretici Birlikleri ve Köylere Hizmet Götürme Birliklerinin Rolü. Türk Kooperatifçilik Kurumu Yayınları, No: 91, Ankara
- Kalaycı, Ş., 2010. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asıl Yayın, s. 426, Ankara.
- Karantininis, K., Zago, A. 2001. Cooperatives And Membership Commitment: Endogenous Memberships in Mixed Duopsonies. American Journal of Agricultural Economics, 83: 1266-1272.
- Karlı, B., Yurdakul, O., Şilbir, Y., Baytekin, H. 1992. Şanlıurfa Tarım Reformu Uygulama Bölgesinde Tarımsal Yapı Analizleri Ve İşletme Avlusu Modeli Geliştirilmesi. Proje No: 91 K 070350, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü - Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Şanlıurfa.
- Karlı, B. 2003. GAP Alanındaki Tarım kooperatifleri ve diğer çiftçi örgütlerinin bölge kalkınmasındaki etkinliği. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayınları S. 116, Yayın no: 97 ISBN 975-407-122-5.
- Kızılaslan, N., Gürler, Z., Kızılaslan, H. 1996. Türkiye'de tarım kredi kooperatiflerinde kooperatif ortak ilişkilerinin değerlendirilmesi (Tokat İli Örneği). Türkiye 2. Tarım Ekonomisi Kongresi, S. 383-393, Adana.
- Kurtaslan, T., Doğaner, M. 2004. Çiğ süt pazarlamasında çiftçilerin tarımsal kooperatiflere yaklaşımlarının değerlendirilmesi (Aydın İli Örneği). Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, S. 444-451, Tokat.
- Long, J.S., Freese, J. 2006. Regression Models for Categorical Dependent Variables Using Stata. Second Edition, Collage Station: Stata Press, Texas.
- Mülayim, Z.G. 2010. Kooperatifçilik, Yetkin Yayınları, Yayın Kodu: ISBN 978-975-464-035-9, Ankara.
- Ödül, Ö.M. 2006. Çiğ süt pazarlamasında tarımsal kalkınma kooperatiflerinin rolü (Çanakkale İli Biga İlçesi Örneği). Türkiye VII. Tarım Ekonomisi Kongresi, S. 538-546, Antalya.
- Österberg, P., Nilsson, J. 2009. Members' Perception of Their Participation in the Governance of Cooperatives: The Key to Trust and Commitment in Agricultural Cooperatives. Agribusiness, 25(2): 181-197.
- Özdemir, G. 1996. Tekirdağ İlinde tarımsal kooperatiflerde kooperatif ortak ilişkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özdemir, G., Kiracı, M.A. 2006. Bağcılıkta üreticilerin sorunlarının çözümünde örgütlenme durumu ve olanakları:

- Tekirdağ İli Şarköy İlçesi örneği. Türkiye VII. Tarım Ekonomisi Kongresi, S. 547-556, Antalya.
- Özudoğru, H. 2004. Köy-Koop Kırklareli Birliği'nin ekonomik analizi ve yöneticilerin kooperatif işletmelerinin başarısına etkilerinin değerlendirilmesi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pascucci, S., Gardebroek, C. 2010. Some Like To Join, Others To Deliver. An Econometric Analysis Of Farmers' Relationships With Agricultural Co-Operatives. Structural Change in Agriculture, April 15-16, Berlin, Germany.
- Sayın, B., Sayın, C. 2004. Türkiye'de tarımsal üretici örgütlenmesi, Avrupa Birliği'ne uyum hazırlıkları ve Tarımsal Üretici Birlikleri Kanunu. Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16-18 Eylül 2004, s: 465-470, Antalya.
- Sayın, C., Mencet N., Taşcıoğlu Y. 2007. Süt pazarlama ve dağıtım yapısında kooperatiflerin rolü ve önemi, Antalya İli Örneği. Gazi Üniversitesi, Ulusal Kooperatifçilik Sempozyumu, Ankara.
- Sultan, T., Kataria, K. 2012. Trust as Mediating Factors in Chinese Farmers Satisfaction of Joining Cooperatives – Application of PLS Modeling. IFAMA (International Food and Agribusiness Management Association) Conferences.
- Tansel, A., Göngür, N.D. 2004. Türkiye'den Yurtdışına Beyin Göçü: Ampirik Bir Uygulama. <http://www.erc.metu.edu.tr/menu/series04/0402>
- Terin, M., Yavuz, F., Yıldırım, İ., Güler, O.İ. 2010. Hayvansal Üretimin Gelişmesinde Kooperatiflerin Rolü: Kırklareli Merkez Erikler Köyü Tarımsal Kalkınma Kooperatifi Örneği. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 542-549.
- UN (United Nations), 2009. Cooperatives in Social Development, Report of the Secretary General, A/64/132, 19p.
- Yamane, T. 1967. Elementary Sampling Theory, Prentice Hall Inc., Englewoods, 98-100, New Jersey.
- Yılmaz, H., Gül, A. 2010. Adana İlinde Kooperatifler aracılığıyla uygulanan süt sığırıcılığı projelerinin genel bir değerlendirmesi. Türkiye IX. Tarım Ekonomisi Kongresi, 534-541, Şanlıurfa.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 254-259

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.254-259



Süt sığırcılığı işletmelerinde suni tohumlama yaptırma durumuna etki eden faktörlerin belirlenmesi üzerine bir araştırma: Van ili Gevaş ilçesi örneği

Faik Gençdal^a, Mustafa Terin^{b*}, İbrahim Yıldırım^b

^aGıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü, Diyarbakır, ^bYüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Van, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: mustafaterin@yyu.edu.tr

Geliş/Received 03/07/2015

Kabul/Accepted 01/12/2015

ÖZET

Suni tohumlama, düşük verimli hayvan ırklarının genetik iyileştirilmesi için tasarlanmış en önemli tekniktir. Çalışmada süt sığırcılığı işletmelerinde, suni tohumlama yaptırma durumuna etki eden başlıca sosyo-ekonomik ve işletmecilik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın ana materyalini, Van İli Gevaş ilçesinde süt sığırcılığı üretim faaliyetinde bulunan 81 adet işletmeden toplanan veriler oluşturmaktadır. Suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan işletmelerin kimi değişken ortalama değerleri arasındaki farklar t testi, suni tohumlama yaptırmaya etki eden faktörler ise Lojistik regresyon yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; suni tohumlama yaptıran işletmelerle, yaptırmayan işletmeler arasında sosyo-ekonomik ve işletmecilik özellikleri bakımından anlamlı farklar bulunmuştur. Suni tohumlama yaptırmaya; işletmecinin yaşı, işletme arazisi büyüklüğü, yıllık süt üretim miktarı ve kooperatif üyeliği pozitif, işletmecinin deneyimi ve işletmenin ilçe merkezine olan uzaklığı ise negatif yönde etkilemektedir.

Anahtar Sözcükler:
Lojistik regresyon
Süt sığırcılığı
Suni tohumlama
Van

A research on determination of factors affecting the artificial insemination of dairy farms: A case study of Van province of Gevaş district

ABSTRACT

Artificial insemination is the most important technical practice designed to improve the genetic structure of low yielding breeds of animals. The objective of this study is to determine the socio-economical and administrative factors affecting artificial insemination in dairy farms. The information gathered from the 81 dairy farms in Gevaş District of Van Province comprise the main data of this study. t test were used in order to determine statistical differences of some variables between farms practicing and non-practicing artificial insemination. The probability rate of applying artificial insemination were estimated through logistic regression method. The results revealed that there existed a positive relationship between the artificial insemination practice and the farm land quantity (decar), yearly milk production quantity and being a membership of the cooperative. On the other hand, the relationship between the artificial insemination practice and experience duration of the farmers and the distance between the farm and the district center were found to be negative.

Keywords:
Logistic regression
Dairy farming
Artificial insemination
Van

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Suni tohumlama, süt ve besi sığırcılığı başta olmak üzere tüm hayvan ırklarının genetik iyileştirilmesi için tasarlanmış tek ve en önemli tekniktir (Dana ve Kandbid, 1998). Özellikle sütçülük sektöründe yaygın olarak uygulanmakta olan suni tohumlama, genetik iyileşme nedeniyle süt üretimine ve süt üreticilerine önemli ekonomik katkılar sağlamaktadır (Howley ve ark., 2012).

Bu nedenle, suni tohumlama sürdürülebilir bir yetiştiricilik için gerekli görülmektedir (Gamborg ve Sandoe, 2005).

Türkiye’de suni tohumlama çalışmaları ilk olarak 1930’lu yıllarda başlamıştır. Özellikle Bursa ve Balıkesir bölgesinde yürütülen bu çalışmalar sonucunda, Karacabey Esmeri Sığırırkı ve Karacabey Merinosu Koyunırkı geliştirilmiştir (Gökçen, 1998). Sonraki yıllarda çalışmalar başarı ile sürdürülmüş ve 1985 yılında özel sektöre suni tohumlama yapma yetkisi verilmesiyle (Akçol, 2011)

birlikte, suni tohumlama çalışmaları hız kazanmış ve günümüzde de yaygın olarak uygulanmaktadır (Aksoy ve ark., 2012).

Türkiye’de suni tohumlamanın yaygınlaşması, üreticiler tarafından benimsenmesi ve düşük verimli yerli ırkların ıslahının sağlanması amacıyla, suni tohumlama çalışmaları 1987 yılından itibaren çeşitli destekleme araçları kullanılarak (suni tohumlama yaptıran yetiştiriciler, suni tohumlama yapan veteriner hekimler ve suni tohumlama ekipman desteği) desteklenmiş ve günümüzde de desteklenmeye (suni tohumlamadan doğan buzağı desteği) devam etmektedir (Terin, 2014). 2015 yılı itibariyle suni tohumlamadan doğan buzağı başına 75 TL destek verilmektedir (GTHB, 2015b). Tüm bu çalışmalar sonucunda, Türkiye’de 2002 yılında suni tohumlama yapılan sığır sayısı 625 bin iken, bu rakam 2014 yılı itibariyle 3.9 milyon başa yükselmiştir (GTHB, 2015a).

Van ilinin iklim koşulları, coğrafik yapısı ve geniş mera varlığı hayvancılığı diğer üretim dallarına göre avantajlı kılmaktadır. Bu nedenle hayvansal üretim bitkisel üretime oranla daha yaygın yapılmaktadır. 2013 yılı itibariyle tarımsal üretim değerinin %90.8’ini hayvansal üretim oluşturmaktadır (TÜİK, 2014). Van ilinin 1991 ve 2014 yılı itibariyle toplam sığır varlığı ve inek sütü üretimindeki payı sırasıyla %1.19, %0.96 ve %1.16, %0.83’tür (TÜİK, 2015). Bu sonuçlara göre toplam sığır varlığı ve inek sütü üretiminde yıllar itibariyle oransal olarak önemli bir değişimin olmadığı söylenebilir. Van ili gerek büyükbaş hayvan varlığı gerekse mevcut meralar ve kaliteli yem bitkileri üretimi bakımından önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen, önemli yapısal problemleri de mevcuttur. Bu yapısal problemlerin başında işletmelerin küçük ölçekli ve sahip oldukları büyükbaş hayvan varlığı içerisinde verimi düşük yerli ırk oranının oldukça yüksek olması gelmektedir. Toplam sığır varlığı içinde yerli ırk sığır varlığı oranı 1991 yılında %77.3 iken, bu oran yapılan ıslah çalışmalarıyla 2014 yılı itibariyle %40.0’a düşmüştür (TÜİK, 2015). Ancak bu oran bile süt sığırılığının gelişmiş olduğu batı illeriyle mukayese edildiğinde (Kırklareli %2.0, İzmir %3.7, Balıkesir %4.2 ve Konya %7.0) oldukça yüksektir. Karlı ve sürdürülebilir bir süt sığırılığ, kaliteli (yüksek verimli) damızlık sığır ve dolayısıyla kaliteli buzağı teminine bağlıdır (Yavuz, 2011). Bu nedenle düşük verimli yerli ırkların ıslahı için en uygun yöntem olan suni tohumlama faaliyetlerinin ilde yaygınlaşması, üreticilerin bu yeniliği benimsemeleri ve uygulamaları oldukça önem arz etmektedir. Bu bağlamda, üreticilerin suni tohumlama yaptırmalarına etki edebileceği düşünülen sosyo-ekonomik ve işletmecilik özelliklerinin belirlenmesi ve karar vericilerin bu doğrultuda politika geliştirmeleri bölge hayvancılığının geliştirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Çalışmanın amacı, Van İli Gevaş İlçesinde suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan süt sığırılığ işletmelerini, sosyo-ekonomik ve işletmecilik özellikleri bakımından karşılaştırmak ve üreticilerin suni tohumlama yaptırma üzerine etkili olan faktörleri belirlemektir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini, Van İli Gevaş ilçesine bağlı İkizler, Yemişlik, Dilmetaş ve Kayalar köylerinde faaliyet

gösteren süt sığırılığ işletmelerinden anket yoluyla toplanmış birincil veriler oluşturmaktadır. Veriler 2009 yılına ait olup, 81 işletme yöneticisinden yüz yüze yapılan anketlerle toplanmıştır. Bunun yanı sıra konu ile ilgili, daha önceden yayınlanmış çeşitli istatistiklerde, bilimsel çalışmalardan ve raporlardan yararlanılmıştır. Örnek hacmi %10 ortalamadan izin verilen hata miktarı ve %90 güvenilirlik sınırları dikkate alınarak tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir (Erkuş ve ark. 1996).

$$n = \frac{N \cdot \sum N_h \cdot S_h^2}{N^2 \cdot D^2 + \sum N_h \cdot S_h^2}$$

Formülde;

n = Örnek hacmi

N = Ana kitledeki işletme sayısı

N_h = h 'inci tabakadaki işletme sayısı

S_h^2 = h 'inci tabakadaki varyans

D^2 = d^2/Z^2 değeri

d = Kitle ortalamasında müsaade edilen hata miktarı

Z = Hata oranına göre standart normal dağılım tablosundaki Z değerini ifade etmektedir.

2.2. Yöntem

Çalışmada, süt sığırılığ yapan işletmeler suni tohumlama yaptıran ve yaptırmamalarına göre gruplandırılmıştır. İşletmelere ait betimleyici istatistikler gruplar itibariyle verilmiş ve ortalama değerleri arasındaki farkın anlamlılığı t testi ile belirlenmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada, süt sığırılığ işletmelerinin suni tohumlama yaptıran kararları üzerinde etkili olan faktörler “sınırlı bağımlı değişken” regresyon modeli (Logit tahmin yöntemi) kullanılarak tespit edilmiştir (Gujarati, 1995; Akkaya ve Pazarlıoğlu, 1998).

Ekonometrik çalışmalarda, bağımlı değişkenin nitel olması durumunda sınırlı bağımlı değişken regresyon modelleri kullanılır. İki durumu gösteren bağımlı değişken bir olayın olma veya olmama durumunu ifade etmektedir. Olayın olma durumunda bağımlı değişken (1), olmama durumunda ise (0) değerini almaktadır. Bağımlı değişkeni açıklayan birçok bağımsız değişken olabilir (Gujarati 1995; Yavuz, 2001). Bu tip modellerin tahmininde üç tip yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi Doğrusal Olasılık yöntemi, ikincisi Logit (Lojistik) yöntemi ve üçüncüsü Probit yöntemidir (Özer, 2004). Logit ve Probit modelleri büyük benzerlik göstermektedir. Bir modelde elde edilen katsayılar belirli bir sabit sayı ile çarpılması veya bölünmesi sonucunda diğer modele ait parametreler rahat bir şekilde elde edilmektedir (Greene, 2008). İki model arasındaki seçim bir kolaylık ve eldeki bilgisayar yazılımı seçimidir. Bu bakımdan, logit modeli genellikle probit modeline tercih edilir (Aksoy ve Yavuz, 2011).

Çalışmada işletmelerin suni tohumlama yaptıran yaptırmadıkları sınırlı bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Suni tohumlama yaptıranlar “1” yaptırmayanlar “0” ile kodlanmıştır. Logit modeli aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Greene, 2008).

$$P_i = E(Y = 1|X_i) = \alpha + \beta X_i \quad (1)$$

$$P_i = E(Y_i = 1|X_i) = \frac{1}{1+e^{-(\alpha+\beta X_i)}} = \frac{1}{1+e^{-Z_i}} \quad (2)$$

Burada: $Z = \alpha + \beta X_i$

P_i : Açıklayıcı değişken (X_i) hakkında bilgi verirken i-nci bireyin belirli bir tercihi yapma olasılığını ifade etmektedir. Model, k serbestlik derecesine sahip LR (k) (Likelihood Ratio: olabilirlik oranı) testi ile test edilebilir.

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmada süt sığırcılığı işletmelerinin %56.8'inin suni tohumlama yaptırdığı, %43.2'sinin ise yaptırmadığı belirlenmiştir. Tambi ve ark. (1999) ve Murage ve Ilatsia (2011), tarafından Kenya'da yapılan çalışmalarda üreticilerin sırasıyla %65.0 ve %54.3'ünün, Demir (2009), tarafından yapılan çalışmada, Batı Marmara Bölgesindeki süt sığırcılığı işletmelerinin %79.5'inin, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesindeki işletmelerin ise %42.4'ünün, Aksoy ve Yavuz (2011), tarafından Doğu Anadolu Bölgesinde yapılan çalışmada ise süt sığırcılığı işletmelerinin %50.3'ünün suni tohumlama yaptırdıkları tespit edilmiştir. Bu bulgulara göre çalışmadan elde edilen sonuçlarla Batı Marmara Bölgesi hariç diğer sonuçlarının benzerlik gösterdiği söylenebilir.

Suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan işletmelere ait demografik ve işletmecilik yapısına ilişkin tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. Suni tohumlama yaptıran işletmelerde üreticilerin ortalama yaşı 44.7 iken, yaptırmayanlarda 44.3 olarak tespit edilmiştir. Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan işletmelerde ortalama üretici yaşı sırasıyla 51.0, 48.0 yıl (Howard ve Cranfield, 1995) ve 47.6, 42.4 yıl (Kaaya ve ark., 2005) olarak tespit edilmiştir.

Üreticilerin süt sığırcılığı üretim faaliyetindeki deneyimleri, suni tohumlama yaptıran işletmelerde ortalama 13.5 yıl, yaptırmayan işletmelerde ise 19.4 yıl olarak belirlenmiştir. Suni tohumlama yaptıran işletmelerle suni tohumlama yaptırmayan işletmeler arasındaki deneyim farkı istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1). Bu sonuca göre, süt sığırcılığı üretim faaliyetinde deneyimi az olanların fazla olanlara göre, daha fazla suni tohumlama yaptırdığı söylenebilir. Uganda'da yapılan benzer bir çalışmada suni tohumlama yaptıran işletmelerde ortalama deneyim 21 yıl yaptırmayanlarda ise 17 yıl (Kaaya ve ark., 2005), Kanada'da ise suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan işletmelerde ortalama deneyim süresi 25 yıl olarak tespit edilmiştir (Howard ve Cranfield, 1995).

Eğitim düzeyi, bireyin çevresindeki gelişmeleri izleme, sorunlarını kavrama ve çözmesi ile (Yıldırım, 1994), yeniliklerin benimsenmesi ve uygulanmasını pozitif yönde etkilemektedir (Aksoy ve ark., 2011). Suni tohumlama yaptıran işletmelerde ortalama eğitim süresi 4.9 yıl yaptırmayan işletmelerde ise ortalama 4.1 yıl olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Kaaya ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan işletmelerde ortalama eğitim süresi sırasıyla 11.6 yıl ve 9.1 yıl olarak tespit edilmiştir.

İşletmelerin işletme arazi miktarı suni tohumlama yaptıran işletmelerde ortalama 32.8 dekar, yaptırmayan işletmelerde ise 21.4 dekar olarak tespit edilmiştir. Suni

tohumlama yaptıran işletmelerle suni tohumlama yaptırmayan işletmeler arasındaki ortalama işletme arazisi farkı istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1). Kanada ve Uganda'da yapılan benzer çalışmalarda suni tohumlama yaptıran işletmelerde ortalama işletme arazi sırasıyla 134 ve 51 dekar, yaptırmayan işletmelerde ise sırasıyla 220 ve 75 dekar olarak tespit edilmiştir (Howard ve Cranfield, 1995; Kaaya ve ark., 2005).

İşletmelerin sahip oldukları inek sayısı, suni tohumlama yaptıran işletmelerde ortalama 4.5 baş, suni tohumlama yaptırmayan işletmelerde ise ortalama 3.0 baş olarak tespit edilmiştir. İşletmeler arasındaki bu fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1). Bu sonuçlara göre suni tohumlama yaptıran süt sığırcılığı işletmelerindeki ortalama inek sayısı, suni tohumlama yaptırmayan işletmelere göre daha fazladır.

İncelenen işletmelerde inek başına ortalama süt verimi 9.1 kg olup, bu sonuç suni tohumlama yaptıran işletmelerde 10.3 kg, yaptırmayan işletmelerde ise 7.4 kg'dır. Suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan süt sığırcılığı işletmelerinde inek başına ortalama süt verimindeki fark istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1). Yapılan benzer bir çalışmada, inek başına süt verimi suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan işletmelerde sırasıyla 9.2 kg, 2.3 kg olarak tespit edilmiştir (Quddus, 2012). Bu sonuçlara göre, suni tohumlama yaptıran işletmelerde inek başına ortalama süt veriminin suni tohumlama yaptırmayan işletmelere göre daha yüksek olduğu söylenebilir. Benzer sonuçlar laktasyon süt verimi için de geçerlidir.

Süt sığırcılığında kullanılan yemlerin yapısı, kalitesi ve miktarı, hayvanların sağlıklı bir şekilde yaşamını devam ettirmesi, verim vermesi ve ekonomik bir üretimin gerçekleşmesi bakımından oldukça önemlidir (Denli ve ark., 2014). Araştırmada suni tohumlama yaptıran işletmelerde işletme başına yıllık ortalama 3988.7 kg süt yemi kullanılırken, suni tohumlama yaptırmayan işletmelerde 1578.4 kg süt yemi kullanılmaktadır. Bu sonuca göre, suni tohumlama yaptıran işletmelerin yaptırmayan işletmelere göre daha yoğun bir besleme yaptıkları söylenebilir. Suni tohumlama yaptıran ve yaptırmayan süt sığırcılığı işletmelerinde yıllık ortalama süt yemi kullanımındaki fark istatistik açıdan anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1). Benzer bir çalışmada, suni tohumlama yaptıran işletmelerin %87.7'si suni tohumlama yaptırmayan işletmelerinde %34.8'i beslemede süt yemini (konsantr yem) kullandıkları tespit edilmiştir (Kaaya ve ark., 2005).

İncelenen işletmelerde ortalama sağım süresi 7.5 aydır. Suni tohumlama yaptıran işletmelerde bu süre 7.7 ay iken yaptırmayan işletmelerde 7.1 ay olarak tespit edilmiştir. Ortalama sağım süreleri arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 1). Bölgede yapılan benzer çalışmalarda sağım süresi 264.5 gün (Dedeoğlu, 2005), 249.5 gün (İlban, 2010) 189.8 gün (Aksoy ve Yavuz, 2011) ve 6.2 ay (Aksoy ve ark., 2014) olarak belirtilmiştir.

Lojistik regresyon analizinde kullanılan değişkenlere ait istatistiki özetler Çizelge 2'de verilmiştir.

Lojistik regresyon analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre suni tohumlama yapma ile üreticilerin yaşı, eğitim seviyesi, işletmenin sahip olduğu arazi büyüklüğü, işletmenin yıllık üretmiş olduğu süt miktarı, kooperatif üyeliği ve tarım il ve ilçe

Çizelge 1. Süt sığırcılığı işletmelerine ait tanımlayıcı istatistikler

Demografik Yapı	Suni tohumlama yaptırma	N	Ortalama	St. Sapma	P değeri
Yaş	Evet	46	44.7	10.2	0.865
	Hayır	35	44.3	9.3	
Deneyim	Evet	46	13.5	9.6	0.009***
	Hayır	35	19.4	10.2	
Eğitim (Yıl)	Evet	46	4.9	2.5	0.161
	Hayır	35	4.1	2.7	
Ailedeki birey sayısı	Evet	46	8.4	2.7	0.684
	Hayır	35	8.1	2.7	
İşletmecilik Yapısı	Suni tohumlama yaptırma	N	Ortalama	St. Sapma	P değeri
İşletme arazi (da)	Evet	46	32.8	28.0	0.049**
	Hayır	35	21.4	21.2	
Sağılan inek sayısı	Evet	46	4.5	2.3	0.003***
	Hayır	35	3.0	1.6	
Süt verimi (kg/baş/gün)	Evet	46	10.3	3.5	0.000***
	Hayır	35	7.4	3.4	
Laktasyon süt verimi (kg/baş/yıl)	Evet	46	2411.1	894.2	0.000***
	Hayır	35	1578.4	759.8	
Süt yemi kullanımı (kg/yıl)	Evet	46	3988.7	4816.3	0.002***
	Hayır	35	1220.6	1416.6	
Sağım süresi (Ay)	Evet	46	7.7	0.7	0.000***
	Hayır	35	7.1	0.6	

*: 0.10, **: 0.05, ***: 0,01 düzeyinde anlamlıdır

müdürlükleriyle irtibatlı olması arasında pozitif, işletmecinin deneyim süresi ve işletmenin ilçeye olan uzaklığı arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir.

Regresyon analiz sonuçlarına göre, işletmecinin yaşı ile suni tohumlama yaptırma arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İşletmecinin yaşının 1 yıl artması suni tohumlama yaptırma olasılığını %3.03 oranında arttırmaktadır (Çizelge 3). Uganda'da yapılan benzer bir çalışmada işletmecinin yaşının bir yıl artması suni tohumlama yaptırma olasılığını %4.8 oranında arttırdığı tespit edilmiştir (Kaaya ve ark., 2005). İşletmeci yaşı ile suni tohumlama yaptırma arasında pozitif ilişkinin olduğu (Howard ve Cranfield, 1995; Tambi ve ark., 1999; Kaaya ve ark., 2005), işletmeci yaşı ile suni tohumlama yaptırma arasında negatif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Sezgin ve

ark., 2008; Sezgin, 2010; Aksoy ve Yavuz, 2011; Howley ve ark., 2012).

İşletmecinin süt sığırcılığı faaliyetindeki deneyimi ile suni tohumlama yaptırma arasında negatif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. İşletmecinin deneyiminin bir yıl artması suni tohumlama yaptırma olasılığını %3.47 oranında azaltmaktadır (Çizelge 3). İşletmecinin deneyim süresi arttıkça suni tohumlamanın dezavantajlarını (zamanında veteriner gelmemesi nedeniyle kızgınlığın geçmesi, döl tutmama olasılığı, suni tohumlama maliyeti vb.) öne sürerek suni tohumlama yaptırmak istemeyebilir. Kanada (Howard ve Cranfield, 1995) ve Uganda'da (Kaaya ve ark., 2005) yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar bulunurken, Kenya'da (Tambi ve ark., 1999) yapılan çalışmada karşıt sonuçlar bulunmuştur.

Çizelge 2. Değişkenlerin tanımlanması ve istatistiki özetler

Bağımsız değişkenler	Ortalama	St. Sapma
Yaş	44.55	9.71
Deneyim (yıl)	16.03	10.25
Eğitim görülen süre (yıl)	4.60	2.58
İşletme arazi miktarı (da)	27.90	25.92
Süt üretim miktarı (kg/yıl)	8714.25	7480.80
İlçe merkezine uzaklık (km)	18.64	2.80
Kooperatife üyelik (1: Üye, 0: Üye değil)	0.456	0.501
Tarım il ve ilçe müdürlükleriyle irtibat (1: Var, 0: Yok)	0.4198	0.4965
Bağımlı değişken		
Suni tohumlama yaptırma durumu (1: Evet, 0: Hayır)	0.5679	0.4985

İşletmenin sahip olduğu arazi miktarı ile suni tohumlama yaptırma arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. İşletme arazisinin 10 dekar artması suni tohumlama yaptırma olasılığını %5.9 oranında arttırmaktadır (Çizelge 3). Kanada ve İrlanda'da yapılan çalışmalarda işletme arazisinin 10 dekar artmasının suni tohumlama yaptırma olasılığını sırasıyla %4.0 ve %6.0 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Howard ve Cranfield, 1995; Howley ve ark., 2012). İşletmenin bir yılda üretmiş olduğu süt miktarı ile suni tohumlama yapma arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İşletmenin yılda üretmiş olduğu süt miktarının 1000 kg artması işletmenin suni tohumlama yaptırma olasılığını %3.0 oranında arttırmaktadır (Çizelge 3). Uganda'da yapılan çalışmada toplam süt üretimi ile suni tohumlama yaptırma arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Kaaya ve ark., 2005).

İşletmenin ilçeye uzaklığı ile suni tohumlama yaptırma arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İşletmenin ilçeye uzaklığının 1 km artması suni tohumlama yaptırma olasılığını %6.8 oranında azaltmaktadır (Çizelge

3). İşletmelerin ilçe merkezine uzak olması, suni tohumlama hizmeti veren veterinerlerden yeteri kadar faydalanamamasına neden olmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesinde yapılan benzer bir çalışmada işletmenin ilçeye uzaklığının 1 km artmasının suni tohumlama yapma olasılığını %10.0 oranında azalttığı tespit edilmiştir (Aksoy ve Yavuz, 2011). Demir (2009), çalışmasında işletmenin il merkezine olan uzaklığı ile suni tohumlama yaptırma arasında negatif ve anlamlı bir ilişki belirlemiştir. Murage ve Ilatsia (2011), çalışmalarında, suni tohumlama yaptırma ile suni tohumlamayı yapacak kişiye olan uzaklık arasında negatif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

İşletmelerin kooperatife üye olması ile suni tohumlama yaptırma arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur. İşletmelerin kooperatife üyeliği suni tohumlama yaptırma olasılığını üye olmayanlara göre %39.1 oranında arttırmaktadır (Çizelge 3). Erzurum ilinde yapılan benzer bir çalışmada işletmelerin kooperatife üye olmasının suni tohumlama yaptırma olasılığı arttırdığı tespit edilmiştir (Sezgin, 2010).

Çizelge 3. Lojistik regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Std. Hata	P değeri	Marjinal etki
Sabit	-0.893	4.158	0.829	
Yaş	0.228	0.098	0.020**	0.0303
Deneyim	-0.261	0.094	0.005***	-0.0347
Eğitim	0.257	0.182	0.158	0.0341
İşletme arazisi	0.045	0.023	0.051*	0.0059
Süt üretim miktarı	0.00025	0.0001	0.073*	0.0003
İlçeye uzaklık	-0.514	0.225	0.022**	-0.0683
Kooperatife üyelik	3.019	1.392	0.030**	0.3916
Tarım il ve ilçe müd. irtibat	0.370	1.230	0.763	0.0482

McFadden R-Squared: 0.707 Loglikelihood: -16.225 $X^2(8)$: 78.3418***

***: % 1, **: % 5 ve *: %10 düzeyinde anlamlıdır

Üreticilerin eğitim seviyesi ve işletmelerin tarım il ve ilçe müdürlükleriyle irtibatlı olmasıyla suni tohumlama yaptırma arasında pozitif ancak anlamsız bir ilişki belirlenmiştir (Çizelge 3). Kanada'da yapılan çalışmada üreticilerin tarımsal yayım toplantılarına katılmaları ile suni tohumlama yaptırma arasında pozitif fakat anlamsız bir ilişki tespit edilmiştir (Howard ve Cranfield, 1995). Eğitimle suni tohumlama yaptırma arasında Aksoy ve Yavuz (2011), pozitif ve anlamlı, Demir (2009), pozitif ve anlamsız bir ilişki tespit etmiştir.

4. Sonuç

Araştırma sonuçlarına göre, iki işletmeden biri suni tohumlama yaptırılmaktadır. Suni tohumlama yaptırma işletmelerle yaptırmayan işletmeler arasında özellikle işletmecilik yapısı bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Suni tohumlama yaptırma işletmelerin, arazi büyüklüğü, sağılan inek sayısı, inek başına günlük ortalama süt verimi, laktasyon süt verimi, sağım süresi ve işletme başına yıllık ortalama süt yemi kullanım miktarı bakımından suni tohumlama yaptırmayan işletmelere göre daha iyi durumda oldukları söylenebilir.

Suni tohumlama yaptırma üzerine, üreticilerin yaşı, eğitim seviyesi, işletmenin sahip olduğu arazi büyüklüğü, işletmenin yıllık üretmiş olduğu süt miktarı, kooperatif üyeliği ve tarım il ve ilçe müdürlükleriyle irtibatlı olması arasında pozitif, işletmecinin deneyimi ve işletmenin ilçeye olan uzaklığı arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir.

Araştırma sonuçları dikkate alındığında, suni tohumlamanın yaygınlaşması, düşük verimli yerli ırkların oranının azaltılması ve karlı bir hayvancılığın sağlanabilmesi; suni tohumlamanın karlı bir hayvancılık için gerekli olduğunun bilincine varmış (eğitilmiş, örgütlü ve tarımsal yeniliklere açık), suni tohumlama hizmetini nasıl alacağını araştıran (tarım il ve ilçe müdürlükleriyle irtibatlı) üreticilerle mümkün olabilecektir. Bu nedenle destekleme politikalarının oluşturulmasında belirtilen kriterlerin dikkate alınarak belirlenmesi, suni tohumlamanın benimsenmesi ve uygulanmasını olumlu yönde etkileyebilecektir.

Kaynaklar

- Akkaya, Ş., Pazarlıoğlu, M.V. 1998. Ekonometri II. Erkam Matbaacılık, 519s, İstanbul.
Aksoy, A., Güler, O.İ., Terin, M. 2014. Erzurum İli Damızlık

- Sığır Yetiştiricileri Birliği'ne üye olan ve olmayan üreticilerin belirli özellikler açısından karşılaştırılması. Gaziosmanpaşa Üniv. Ziraat Fak. Derg., 31(3): 82-90.
- Aksoy, A., Külekçi, M., Yavuz, F. 2011. Analysis of the factors affecting the adoption of innovations in dairy farms in Erzurum province, Turkey. African Journal of Agricultural Research, 6(13): 2966-2970.
- Aksoy, A., Terin, M., Keskin, A. 2012. Türkiye Süt Sığırcılığında İslah ve Destekleme Politikalarının Bölgesel Etkileri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 43(1): 59-64.
- Aksoy, A., Yavuz, F. 2011. Büyükbaş Hayvan Üreticilerinin Suni Tohumlama Yaptırma Kararlarını Belirleyicileri Üzerine Bir Analiz: Doğu Anadolu Bölgesi Örneği. Atatürk Üniversitesi İİBF Dergisi, 10 Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu Özel Sayısı 33-42.
- Akyol, Ç.V. 2011. Türkiye Hayvancılığında Suni Tohumlamanın Durumu. <http://www.internethaber.com/turkiye-hayvanciliginda-suni-tohumlamanin-durumu-11136y.htm> (22.06.2015).
- Dana, S.S., Kandbid, B.R. 1998. Impact of knowledge on attitude of livestock owners towards artificial insemination in cattle. Indian Veterinary Journal, 75: 572-573.
- Dedeoğlu, M. 2005. Emek Tarımsal Kalkınma Kooperatifine Ortak İşletmelerin Ekonomik Açısından Değerlendirilmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Van.
- Demir, N. 2009. Destekleme Politikalarının Hayvancılık Sektörü Üzerine Etkilerinin Bölgesel Karşılaştırmalı Analizi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Dr. Tezi) Erzurum.
- Denli, M., Tutkun, M., Sessiz, A. 2014. Diyarbakır İli Süt Sığırcılığı İşletmelerindeki Besleme Uygulamaları. Hayvansal Üretim, 55(2): 22-26.
- Erkuş, A., Eliçin, A., Özçelik, A., Turan, A., Tanrıvermiş, H., Gündoğmuş, E. 1996. Tekirdağ İli Tarım İşletmelerinde İthal ve Kültür Melezi Süt Sığırları İle Üretim Yapan İşletmelerde Süt Sığırcılığı Faaliyetlerinin Karşılaştırmalı Ekonomik Analizi. Ziraat Yüksek Mühendisleri Birliği ve Vakfı Yayınları No.14, Ankara. 138.
- Gamborg, C., Sandoe, P. 2005. Sustainability in farm animal breeding. A review. Livestock Production Science, 92: 221-231.
- Gökçen, H. 1998. Dünya'da ve Türkiye'de Suni Tohumlamanın Tarihçesi. Performans Dergisi Sayı 5. <http://www.hazimgokcen.net/veterinerlik/dunyada-ve-turkiyede-suni-tohumlamanin-tarihcesi/> (22.06.2015).
- Greene, W. H. 2008. Econometric Analysis. Sixth Edition. Pearson Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey USA.
- GTHB, 2015a. <http://www.tarim.gov.tr/sgb/Belgeler/SagMenuVeriler/HAYGEM.pdf> (08.06.2015).
- GTHB, 2015b. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Tarimsal-Destekler> (23.06.2015).
- Gujarati, N.D. 1995. Basic Econometrics. Third Edition. McGraw-Hill USA.
- Howard, W.H., Cranfield, J. 1995. Ontario Beef Producers' Attitudes About Artificial Insemination. Canadian Journal of Agricultural Economics, 43: 305-314.
- Howley, P., Donoghue, C.O., Heanue, K. 2012. Factor Affecting Farmers' Adoption of Agricultural Innovations: A Panel Data Analysis of the Use of Artificial Insemination among Dairy Farmers in Ireland. Journal of Agricultural Science, 4 (6):171-179.
- İlban, B. 2010. Van İli Merkez İlçede Kültür-Melez Süt Sığırcılığı Yapan İşletmelerin Ekonomik Analizi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Van.
- Kaaya, H., Bashaasha, B., Mutetikka, D. 2005. Determinants of utilisation of Artificial Insemination Services Among Ugandan Dairy Farmers. African Crop Science Conference Proceedings 7: 561-567.
- Murage, A.W., Ilatsia, E.D. 2011. Factors that determine use of breeding services by smallholder dairy farmers in Central Kenya. Tropical Animal Health and Production 43, 199-207.
- Özer, M. 2004. Nitel Değişkenli Ekonometrik Modeller Teori ve Bir Uygulama. Nobel Yayın Dağıtım, No:667 İstanbul.
- Quddus, M.A. 2012. Adoption of dairy farming technologies by small farm holders: practise and constraints. Bangladesh Journal of Animal Science, 41(2): 124-135.
- Sezgin, A. 2010. Hayvancılığa Yönelik Yeniliklerin Benimsenmesinde Kitle İletişim Araçlarının Etkisinin Analizi: Erzurum İli Örneği. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg., 16(1): 13-19.
- Sezgin, A., Yurttaş, Z., Yavuz, F. 2008. Erzurum İlinde Uygulanan Hayvancılığa Yönelik Çiftçi Eğitimi Projelerinin Karşılaştırmalı Analizi. Tarım Ekonomisi Dergisi, 14(2):75-85.
- Tambi, N.E., Mukhebi, W.A., Maina, W.O., Solomon, H.M. 1999. Probit Analysis of Livestock Producers' Demand for Private Veterinary Services in the High Potential Agricultural Areas of Kenya. Agricultural Systems, 59: 163-176.
- Terin, M. 2014. Avrupa Birliği'ne Tam Üyeliğin Türkiye Sütçülük Sektörüne Muhtemel Bölgesel Etkilerinin Analizi. Atatürk Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü (Dr. Tezi) Erzurum.
- TÜİK, 2014. Seçilmiş Göstergelerle Van 2013. Yayın No:4318, Ankara.
- TÜİK, 2015. <http://tuikapp.tuik.gov.tr/hayvancilikapp/hayvancilik.zul> (23.06.2015).
- Yavuz, F. 2001. Ekonometri Teori ve Uygulama, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 185, 196 s, Erzurum.
- Yavuz, F. 2011. Erzurum Büyükbaş Hayvan Islahı Projesi Çiftçi El Kitabı. 4. Baskı, Erzurum.
- Yıldırım, H. 1994. Adana İli Seyhan ve Yüreğir İlçelerinde Tarım Sektöründe Mesleki Örgütlenme ve Sorunları Üzerine Bir Araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Adana.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Research / Araştırma

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 260-267

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.260-267



Efficiency and its determinants in the agro-food industry of Samsun Province, Turkey

Mehmet Bozoğlu^{a*}, Bekir Mazgal^b, Vedat Ceyhan^a

^aOndokuz Mayıs University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, 55139 Atakum, Samsun, Turkey, ^bForestry and Water Affairs, Regional Directorate of Meteorology, 60200 Tokat, Turkey

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

Geliş/Received 18/09/2015

Kabul/Accepted 03/11/2015

ABSTRACT

The aim of this study is to explore efficiency and its determinants in the agro-food industry in Samsun Province, Turkey. Using data collected from 49 firms, the data envelopment analysis method was used to estimate efficiency measures. The results of efficiency analysis reveal that the mean technical, allocative, and cost efficiencies are 0.90, 0.89, and 0.81, respectively. However, the results indicate that the inefficient firms would have had to lower costs by 19% to perform as well as other similar firms. Having a brand, applying marketing strategies, and establishing cooperation positively influence on the economic efficiency. However, there is a negative relationship between capacity use ratio and the efficiency. To enhance the efficiency in the agro-food industry, decision makers should focus on sound management, preventing unproductive investments and overcapacity, encouraging trademarking, market research, and ensuring cooperation among the agro-food firms.

Keywords:

Agro-food industry
Data envelopment analysis
Determinants of
inefficiency
Efficiency analysis
Samsun
Turkey

Samsun İlinde tarıma dayalı sanayide etkinlik ve etkili faktörler

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin Samsun ilindeki tarıma dayalı sanayide etkinlik ve etkili faktörlerin araştırılmasıdır. Etkinlik sınırları, 49 firmadan elde edilen veriler kullanılarak ve veri zarflama yöntemi uygulanarak ölçülmüştür. Etkinlik analizi sonuçları, ortalama etkinlik, dağıtım etkinliği ve ekonomik etkinliğin sırasıyla 0.90, 0.89 ve 0.81 olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, etkinlik analizi etkin olarak çalışmayan firmaların benzer nitelikteki etkin firmalara göre maliyetlerini %19 oranında azaltabileceklerini göstermektedir. Ticari markaya sahip olunması, pazarlama stratejisinin uygulanması ve diğer firmalarla işbirliğine gidilmesi, ekonomik etkinliği pozitif olarak etkilemektedir. Buna karşın, kapasite kullanma oranıyla ekonomik etkinlik arasında negatif bir ilişki söz konusudur. Tarıma dayalı sanayi işletmelerinde etkinliğin artırılması için, iyi yönetim, verimsiz ve aşırı yatırımların önlenmesi, ticari markalaşmanın teşvik edilmesi, pazar araştırmaları, tarıma dayalı firmalar arasında işbirliğinin sağlanması konularına odaklanılmalıdır.

Anahtar Sözcükler:

Tarıma dayalı sanayi
Veri zarflama analizi
Etkinsizliğin belirleyicileri
Etkinlik analizi
Samsun
Türkiye

© OMU ANAJAS 2015

1. Introduction

Agro industry is a crucial sector, especially for developing economies in which many agricultural crops may not undergo necessary processing or be utilized locally because of insufficient capacities in agro-food industries (Gurler et al., 2000). Agro-food firms also play an important economic role in buying from domestic markets and settling in rural areas for proximity to input markets.

Due to the importance of the agro-food industry, there have been increasing numbers of studies in Turkey. Thus, the effects of agro-industry on agricultural production had

been examined in Turkey (Çetin, 1993; Şengül, 1998; Şengül and Erkan, 1999). Arıkbay (1993) assessed prevailing technology levels and changes in the industry, a topic also investigated by Bingöl (1992) who focused on the vegetable oil industry and technological developments at the national level. From the perspective of policy, Gülse (1996) and Tuncer (1989) investigated Turkey's agro-industrial policies and their effects on the sector.

Several studies have also looked at the structural, financial, and marketing characteristics at local, regional, and sub-sectoral scales (Aksoy and Inan, 1996; Altın and Orhan, 1999; Azabağaoğlu et al., 2003). One region of

particular interest is that encompassed by the Southeastern Anatolia Project (GAP), which has considerable development possibilities (Tuncer, 1989; Karlı and Çelik, 1998; Karlı et al., 1999; Karkacier et al., 2001; Karlı, 2002). At more local levels, studies have described the current situation and problems, as well as presented proposals related to the flour, milk, fruit, hazelnut, and dairy processing industries (Tuncer, 1989; Karlı and Çelik, 1998; Aksoyak et al., 1999; Karlı et al., 1999; Karkacier et al., 2001; Karlı, 2002; Azabağaoğlu et al., 2003).

Some studies have also investigated efficiency and productivity, generally based on classic measures for agro-industry. For example, Tarıkahya (1991) compared productivity and technical features among flour factories, Bingöl (1992) examined input use and productivity problems of the vegetable processing industry in the Aegean and Marmara regions and later revealed (Bingöl, 1993) input problems and partial and total factor productivity in the fruit processing industry, Demirci (2001) analyzed performances and total factor productivity in sugar factories. Several studies have also addressed efficiency and (or) competitiveness in the agro-food sector of different countries (Apezteguía and Garáte, 1997; Doucouliagos and Hone, 2000; Oustapaidis et al., 2000; Margono and Sharma, 2006; Sena, 2006; Pérez et al., 2007; Van der Vlist et al., 2007; Latruffe, 2010; Puticová and Mezera, 2011; Reddy and Bantilan, 2012; Furesi et al., 2013). However, no previous studies have examined firm-level economic efficiency and its determinants within Turkey's agro-food industry.

Clarifying firm and subsector-level economic efficiency and its determinants can help in the design of appropriate policy measures aimed at improving the productivity of Turkey's agro-food industry through improving efficiency. With this in mind, our objective are to calculate the firm-level economic efficiency of agro-food industry in Samsun, to identify important factors causing efficiency differentials among those firms, and to infer policy implications based on the economic efficiency scores and their determinants.

This paper is organized as follows. Section 1 describes the scope of this paper as well as its place and importance within the related literature. Section 2 presents the data and the data envelopment model, and Section 3 discusses the research results. Section 4 reveals the conclusions.

2. Materials and Methods

This study was conducted in Samsun Province, located on the northern Black Sea coast of Turkey. Agricultural sector is of great importance in Samsun economy. Agricultural sector accounts for 52.5% of total employment and 8.5% of GDP. Samsun encompasses an area of 957.900 ha and 39.1% of which (374.226 ha) is cultivated land (Altındağ, 2015). Only 24.3% of the arable land is irrigated. In Samsun, there are 104.000 farms and their average land is 4.4 hectares. About 40% of agricultural land consists of low plains. These plains give huge production potentials to the province. Samsun has a mild climate, with an average temperature of 14.2 °C and average annually rainfall of 664.9 mm. Because of convenient arable land and climate conditions, crops range and production

potential are very high in the research area. Cereals, fruits and vegetables cover 40.9%, 25% and 8.6% of the cultivated land, respectively. The common agricultural crops grown are hazelnut, wheat maize, rice, oil seeds and tobacco (Altındağ, 2015). In respect to settlement and agricultural land, Samsun province is more appropriate for agro-food investments than other provinces in the region. However, industry sector has not been developed enough in the region. There were 3.251 enterprises in the industry sector of Samsun and they employed 10.457 people. The sub-sector of food, beverage and tobacco consists of 15.6% of the enterprises and 27.6% of employment (GS, 2011). Thanks to common agricultural produce, agro-food industry for flour, hazelnut, rice, milk, sugar and tobacco has been established in the province.

There are totally 73 private agro-food factories (23 rice, 19 flour, 17 hazelnut, 6 milk and 2 fodder processing factories, 6 tea and legumes packaging factories) which obtain their inputs directly from agricultural sector. The agro-food industry consists of completely small and medium enterprises (SMEs) and their marketing activities limited generally at local or regional levels. These SMEs have generally low productivity and profitability levels. The 9th Development Plan of Turkey aims to realize rural development by developing agro-food industry and using resources efficiently. Therefore, in order to make agricultural sector efficient, it is expected to encourage integration between agriculture and industry sectors (GNAT, 2011). Samsun province is one of the priority provinces for realizing economic development of the country. The agro-food industry was also determined by the Province Development Strategy as a leading sector for economic development. Considering other sector, agro-food industry has a high employment creation and development potential (GS, 2011). Agro-food industries are labor intensive sector and need less capital than other industries. Developing of agro-food industry can provide important contributions to regional development by increasing contract farming, orienting farms to markets and decreasing marketing problems, processing agricultural crops, creating adding value and migration from rural areas. Therefore, it is important to explore that whether the agro-based industries run effectively and, if not, what reasons for the inefficiency.

To calculate efficiency measures, the data envelopment analysis (DEA) was used to define efficiency in a relative sense as the distance between observed input-output combinations and a best-practice frontier. DEA is one of several techniques that can be used to calculate a best practice production frontier (Coelli et al., 1998; Kumbhakar and Lovel, 2000). The Farrell input-orientated measure of efficiency was used as a measure of efficiency. Farrell (1957) proposed that the efficiency of a firm consists of two components: "technical efficiency" (TE), which reflects the ability of a firm to obtain maximal output from a given set of inputs, and "allocative efficiency" (AE), which reflects the ability of a firm to use the inputs optimal proportions, given their respective prices and the production technology. These two measures are then combined to provide a measure of "economic efficiency" (EE). The Farrell measure equals 1 for efficient firms on the frontier and then decreases with inefficiency.

Based on the suggestion by Charnes et al. (1978), we

assumed that each agro-food firm gains income (Y_i) using multiple inputs (x_i^*) and that each firm (i) can set its own set of weights for both inputs and output. The input-based cost efficiency for the i -th firm can be obtained by solving the following linear programming (LP) problem:

$$\begin{aligned} & \text{Minimize}_{\lambda, x_i^*} w_i^T x_i^* \\ & \text{Subject to} \quad -y_i + Y\lambda \geq 0, \\ & \quad \quad \quad x_i^* - X\lambda \geq 0, \\ & \quad \quad \quad \lambda \geq 0, \end{aligned} \quad (1)$$

where w_i is a vector of input prices for the i -th agro-food industry firm, superscript T is the transpose function, and x_i^* is the cost-minimizing vector of input quantities for the i -th agro-food firm calculated by LP, given input prices w_i and output level Y_i and λ is a $N \times 1$ vector of constant. Eq. (1) represents cost minimization under constant returns to scale (CRS) technology. The total cost efficiency or economic efficiency (EE) of the i -th agro-food firm is calculated as:

$$EE = w_i^T x_i^* / w_i^T x_i \quad (2)$$

where EE is the ratio of the minimum cost to the observed cost for the i -th firm, given input prices and CRS technology. Coelli et al. (1998) showed that the allocative efficiency was calculated residually as:

$$AE = CE / TE \quad (3)$$

Coelli et al. (1998) noted that the CRS model is only appropriate when a firm is operating at an optimal scale. However, factors such as imperfect competition and financial constraints may lead to operation at a non-optimal scale. Many of the studied agro-food firms had been operated under the conditions of imperfect competition and size and fell below the borrowing limits set by financial institutions in the research area; thus, Eq. (1) was transformed to a variable returns to scale (VRS) technology model by adding the convexity constraint $\sum \lambda = 1$, which eliminates scale effects from the analysis (Banker et al., 1984). Then, the efficiency of the firm was calculated by using Eq. (2), replacing the numerator with the minimum cost of the firm under VRS technology. The TE scores can be decomposed into two components: "pure technical efficiency (PTE)", which reflects the ability of a firm to obtain maximal outputs at an optimal scale, and "scale efficiency (SE)", which reflects the distance of an observed firm from the most productive scale size. Scale efficiency is the ratio of the minimum cost of the firm under CRS technology to the minimum cost under VRS technology. Efficiency measures under CRS and VRS were calculated using the DEAP 2.1 program developed by Coelli (1996). We chose a two-stage approach to explore inefficiency determinants. A Tobit regression of DEA economic efficiency estimates on potential determinants was conducted, because the efficiency estimates were truncated at 0 and 1. The Tobit model is given as follows:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \sum_{i=1}^N \beta_i X_i + u_i \text{ if } u_i > -\beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_i X_i \quad (4)$$

$$Y_{ij} = 0 \quad \text{if } u_i \leq -\beta_0 - \sum_{i=1}^N \beta_i X_i,$$

where Y_{ij} represents measures of economic efficiency for agro-food firm j , X_i represents explanatory variables that influence the economic efficiencies of the firms, N is the number of explanatory variables, and β and u are parameters of the model and random error term, respectively (Ramanathan, 1998).

The data used in the study were collected via personal interviews with the agro-food firms in Samsun Province. Out of 59 rice, flour and hazelnut processing factories, we interviewed with 49 agro-food processing enterprises (20 rice, 17 flour, and 12 hazelnut factories) that were privately owned and obtained their inputs directly from agricultural sector.

Economic efficiency was modeled by a multiple input and single output framework. Output value in dollars was used to measure output, assuming the existence of a perfectly competitive market structure. Some previous empirical studies have similarly used the monetary value as the dependent variable (Aigner et al., 1977; Battese and Coelli, 1988). The efficiency analysis included four inputs which are labor (annual working units, AWU), energy cost (\$/year), working capital (\$/year), and covered area of the firm (m^2).

The variables included in the Tobit analysis can be divided into three broad groups: personal characteristics of the operators (education and experience), firm characteristics (type of ownership, capacity use ratio, ratio of family labor, existence of marketing strategies, existence of a working plan, percentage of firms planning new investment, percentage of making market research), and access to institutions (credit use, existence of research and development [R&D] investment, and existence of cooperation). Type of ownership was represented by values of 0 and 1, reflecting ownership by individuals or a corporation, respectively. Other dummy variables were as follows: having a brand (having=1, not having=0), applying marketing strategies (applying=1, not applying=0), conducting market research (conducting=1, not conducting=0), planning future investment (planning=1, not planning=0), having R&D investment (having=1, not having=0), and establishing cooperation (cooperating=1, not cooperating=0).

3. Results and Discussion

The basic characteristics of sample agro-food firms were given in Table 1. The agro-food firms had output values of \$19 million, on average, with the minimum being \$0.4 million and the maximum \$51 million. To reach that level of output value, the firms used approximately 35 AWU of labor, \$42,220 of energy, \$18 million of working capital per year, and 1310 m^2 of covered area. Costs of labor and buildings amounted to \$5.99/h and \$270/ m^2 , respectively. The interest rate was taken as 0.26 for

Table 1. Descriptive statistics of variables used in the DEA and Tobit models

Variables	Mean	St. deviation	Minimum	Maximum
<u>DEA model</u>				
Output (\$ million/year)	19.26	3.00	0.40	111.11
Labor (AWU)	35.27	27.66	8.00	120.00
Energy cost (\$1000/year)	42.22	102.82	3.70	666.67
Working capital (\$ million/year)	17.78	27.86	0.41	111.11
Area covered by the firm (1000 m ²)	1.31	0.91	0.22	4.50
<u>Tobit Model</u>				
<u>Personal characteristics</u>				
Education level of operators (year)	9.53	3.70	5.00	15.00
Experience of operators (year)	13.71	6.42	1.00	28.00
<u>Firm characteristics</u>				
Type of firm ownership (%)	57.06	-	-	-
Capacity use ratio (%)	37.00	25.00	9.00	100.00
Existence of marketing strategies (%)	22.00	-	-	-
Firms planning new investment (%)	28.80	-	-	-
Firms making market research (%)	40.70	-	-	-
<u>Access to institutions</u>				
Credit use (\$1000/year)	625.11	1416.44	2.96	4444.45
Existence of R&D investment (%)	15.30	-	-	-
Existence of cooperation (%)	28.60	-	-	-

monetary inputs in the data envelopment model. While firm operators generally had low education levels, they had moderate levels of experience in their works. Most of the firms were owned as a company and had considerably low capacity use ratios. Approximately 41% of the firms conducted market research. However, only 22% of the firms applied marketing strategies, and only 29% of the firms planned their future investments. Levels of R&D investment and cooperation were also low, as was credit use, which averaged approximately \$625,000.

Table 2 presents efficiency measures for the agro-food firms. The efficiency analysis indicated that overall economic efficiency ranged from 0.56 to 1, with an average of 0.81 and standard deviation of 0.12. On average, inefficient firms would have needed to lower costs by 19% to perform as well as the best-practice firms. The hazelnut

firms showed higher economic efficiency than the flour firms ($p < 0.05$). The differences between rice and hazelnut and flour firms were not statistically significant ($ps > 0.05$). While the most efficient firms were in the hazelnut processing sector, excessive capacity was also occurred in this sector. In the 2004–2005 marketing season, hazelnut prices and profitability increased because of low yield and administrative high prices. However, insufficient and weak organization of the firms affected efficiency negatively.

The relative levels of allocative and technical measures indicate that the primary source of economic inefficiency was allocative. Almost 90% of the firms were allocatively inefficient. These firms employed the wrong input mix, given input prices, so that their costs were 11% higher than the cost-minimizing level. No statistically significant difference was observed between sectors in terms of

Table 2. Efficiency measures for the agro-food firms

Efficiency measures	Rice (n = 20)		Flour (n = 17)		Hazelnut (n = 12)		Average (n = 49)	
	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation	Mean	Standard deviation
Overall	0.811 ^{ab}	0.126	0.758 ^a	0.110	0.883 ^b	0.079	0.810	0.118
Allocative	0.875 ^a	0.077	0.906 ^a	0.064	0.913 ^a	0.084	0.895	0.075
Technical	0.927 ^b	0.087	0.837 ^a	0.096	0.967 ^b	0.041	0.905	0.096
Pure technical	0.751 ^a	0.090	0.756 ^a	0.105	0.940 ^b	0.068	0.799	0.122
Scale	0.810 ^a	0.111	0.903 ^b	0.118	0.972 ^b	0.055	0.882	0.120

Note: The different letters above the mean of efficiency measures reflect that there is statistically significance differences among the sub-sectors at the 5%.

allocative efficiency scores ($p > 0.05$). The estimated technical efficiency measures for the firms varied from 0.67 to 1, with an average of 0.91. This result suggests that the firms could reduce their input use by 9% without a reduction in output value. For 63% of the firms, the technical efficiency coefficient was higher than the mean. The technical efficiency measures for rice and hazelnut firms were statistically higher than that of flour firms ($p < 0.05$; Table 2). While Apeztequia and Gárate (1997) found that the efficiency levels vary from 0.68 to 0.93 for Spanish agrofood industry, Doucouliagos and Hone (2000 estimated technical efficiency scores as relatively high levels (0.83-0.97) for Australian dairy processing industry in the period of 1970-1996. However, Yodfiatfinda et al. (2012) estimated the average technical efficiency scores of constant return to scale and variable return to scale for the large scale enterprises of the Malaysian food processing industry in the period of 2000-2006 as 0.68 and 0.95, respectively. Decomposition of the technical efficiency

measures showed that pure technical inefficiency resulted from management failures that was the primary cause of technical inefficiency. Pure technical efficiency averaged 0.799 (Table 2), while scale efficiency averaged 0.88 with a standard deviation of 0.12. Pure technical efficiency in hazelnut firms was higher than that in rice and flour firms.

Table 3 provides descriptive statistics of the scale-related variables such as output value, firm size, working capital, energy cost, labor use, and capacity use ratio. Scale-efficient firms had larger output values and working capital. Analysis of the individual firms indicated that 14% had constant returns to scale (CRS), whereas 78% had increasing returns to scale (IRS), and 8% had decreasing returns to scale (DRS), on average. Rice firms showed IRS, while half of the hazelnut firms had CRS and the other had half IRS. Among the flour firms, IRS was common, with only two having CRS. In addition, the scale-efficient firms used less labor and energy than the DRS firms.

Table 3. Summary of returns to scale results for the agro-food firms

Variables	Sector											
	Rice (n = 20)			Flour (n = 17)			Hazelnut (n = 12)			Average		
	IRS	CRS	DRS	IRS	CRS	DRS	IRS	CRS	DRS	IRS	CRS	DRS
Number of firms	20	–	–	12	2	3	6	6	–	38	7	4
Output (million \$/year)	1.50	–	–	3.02 ^a	19.26 ^b	18.52 ^b	53.33*	74.07*	–	10.37 ^a	65.93 ^b	22.22 ^a
Area covered by firm (1000 m ²)	0.80	–	–	1.15 ^a	2.65 ^{ab}	2.87 ^b	1.79	1.58	–	1.07 ^a	1.47 ^a	3.28 ^b
Working capital (\$ million/year)	1.39	–	–	2.83 ^a	17.03 ^b	17.04 ^b	50.37	69.63	–	9.63 ^a	60.00 ^b	20.74 ^a
Energy cost (\$1000/year)	10.44	–	–	28.76 ^a	353.70 ^b	187.65 ^{ab}	17.53*	23.21*	–	17.35 ^a	25.71 ^a	307.41 ^b
Labor (AWU)	12.95	–	–	29.50 ^a	75.00 ^b	74.00 ^b	57.50*	66.33*	–	25.61 ^a	61.14 ^b	85.50 ^c
Capacity use ratio (%)	0.16	–	–	0.40 ^a	0.71 ^b	0.74 ^b	0.27	0.28	–	0.25 ^a	0.30 ^a	0.81 ^b

¹The different letters above the figures reflect that there is statistically significance differences among the return the scales (IRS, CRS, and DRS).

*indicates that there is a difference between the firms having increasing returns to scale and the firms having constant returns to scale at the 10% significance level.

Table 4 presents the results of the Tobit model on the relationship between economic efficiency and its determinants. The likelihood ratio test statistic, which tested the hypothesis that all variables included in the model were statistically nonsignificant, was rejected at the 1% level. All variables evaluated in the “firm characteristics” group, with the exception of future investment and the capacity use ratio, had positive signs. The coefficient of applying marketing strategies was positive, indicating that firms that applied marketing strategies were more efficient than those that did not ($p < 0.05$). Likewise, the positive result for having a brand implied that those firms tended to be more efficient ($p < 0.01$). The capacity use ratio had a negative sign, implying that firms with lower capacity use ratios were more efficient ($p < 0.05$). However, the variables of ownership type, conducting market research, and future investment were not statistically significant ($p > 0.10$). The education level and experience level of the operator indicated that more educated and more experienced operators were more efficient than the others. However, neither of the variables was statistically significant

($p > 0.10$). Lachaal et al. (2004) revealed also that an increase in the share of skilled labor contributes to higher efficiency levels of production in the Tunisian agrofood firms.

All variables related to institutional groups positively influenced economic efficiency. For example, the coefficient for cooperation with other institutions suggested that this practice increases firm efficiency ($p < 0.05$). Using credit and having R&D investment were also associated with greater efficiency, although these variables were not statistically significant ($p > 0.10$).

Table 5 presents a comparison of efficiency measures between economically efficient and inefficient firms based on survey results. The results of comparative efficiency analysis showed that economically efficient agro-food industry firms had much higher output values and relatively high levels of working capital ($p < 0.01$). In addition, a relatively high percentage of efficient firms had a brand and applied marketing strategies and established cooperation with other firms ($p < 0.10$). The efficient firms had also lower energy costs and lower capacity use ratios compared to the inefficient firms ($p < 0.10$).

Table 4. Efficiency determinants in the Tobit model

Variable	Estimated coefficient	Standard error
<i>Personal characteristics of operators</i>		
Education level of operators (years)	0.437	0.601
Experience of operators (years)	0.421	0.333
<i>Firm characteristics</i>		
Type of firm ownership (%)	0.196	0.443
Capacity use ratio (%)	-0.323*	0.152
Firms having a trademark (%)	0.172**	0.483
Firms applying marketing strategies (%)	0.884*	0.445
Firms conducting marketing research (%)	0.468	0.491
Firms planning new investment (%)	-0.141	0.616
<i>Access to institutions</i>		
Credit use (\$1000/year)	0.175	0.311
Firms investing in R&D (%)	0.111	0.103
Firms establishing cooperation (%)	0.123*	0.517
Log likelihood	26.559**	

* and ** denote that the parameters are statistically significant at the 5% and 1% levels, respectively.

Table 5. Differences between economically efficient and inefficient agro-food firms

Characteristics	Economically efficient firms (n = 5)	Economically inefficient firms (n = 44)
<i>Personal characteristics of operators</i>		
Education level of operators (years)	8.60 (3.29)*	9.14 (3.75)
Experience of operators (years)	14.80 (6.60)	13.59 (6.54)
Operators knowing a foreign language (%)	–	9.00
<i>Firm characteristics</i>		
Output (\$ million/year)**	59.13 (53.17)	14.61 (23.17)
Labor (AWU)	44.80 (23.50)	34.18 (28.11)
Energy cost (\$1000/year)*	25.03 (13.92)	44.18 (68.36)
Working capital (\$ million/year)**	52.76 (49.59)	13.73 (21.88)
Firm size (m ²)	1360.00 (694.98)	1300.45 (942.38)
Type of firm ownership (number of companies/total firms)	40.00	59.00
Capacity use ratio*		
Ratio of family labor	0.30 (0.99)	0.31 (0.12)
Firms having a trademark* (%)	0.04 (0.04)	0.06 (0.08)
Firms applying marketing strategies* (%)	100.00	75.00
Firms following a working plan (%)	80.00	75.00
Firms planning new investment (%)	20.00	43.00
Firms conducting market research (%)	20.00	19.00
	40.00	31.81
<i>Access to institutions</i>		
Credit use (\$ 1000/year)	–	843.90 (1192.20)
Firms investing in R&D (%)	20.00	7.00
Firms establishing cooperation* (%)	60.00	25.00

* Figures in the parentheses indicate the standard error.

*, ** and *** donate that the parameters are statistically significant at the 5% and 1% levels, respectively.

4. Conclusions

In this paper, we presented an approach for estimating economic efficiency and the results of such an analysis for individual agro-food firms in Samsun Province. The DEA method was used to estimate the economic efficiency of

agro-food firms and then applied the Tobit model to examine the determinants of economic efficiency. As the first study to use the DEA approach to estimate the economic efficiency of agro-food firms in Turkey, this report provides several important insights into the long-term vitality of Turkey's agro-food industry. Our results

indicate 81% efficiency among the studied agro-food firms and suggest that inefficient firms should lower their costs by 19%. Of the firms, 90% had allocative inefficiencies and this allocative inefficiency is the primary source of economic inefficiency. Trademarking, marketing, R&D strategies, and cooperation positively affected economic efficiency, whereas the investment plans of entrepreneurs and capacity use ratio in the sector negatively affected economic efficiency. Technical efficiency averaged 91%, suggesting that firms could decrease their input use by 9%. Pure technical inefficiency resulted from management failures was the primary cause of technical inefficiency. Hazelnut processing firms were managed more efficiently than flour and rice firms. Efficient firms were generally geared toward the export market, which may have made them more efficient.

In order to increase future economic efficiency of the firms, both operators of the firms and policy makers should focus on developing sound management, preventing unproductive investments, decreasing overcapacity and production costs, and encouraging trademarking, conducting marketing research, cooperation, and pursuing export opportunities. Globalization has increased the importance of sound firm management, and our results suggest that poor management had a main negative impact on economic efficiency. Sound management could help ensure optimum input use, and managers should consider how best to maximize returns and minimize costs. Governmental and professional organizations such as the Ministry of Industry and Trade as well as industry, trade, and business organizations should set up training courses on firm management. Family firms should also be encouraged to hire expert managers.

Despite of the overcapacity in the sub-agro-food sectors, some firms were planning new future investments. Entrepreneurs should analyze the feasibility of the sector before making new investments and avoid unproductive investment. The government policies should courage productive investments for the sector. Increasing competition and effective government controls on product quality and standardization, as well as on environmental and fiscal necessities, could help decrease the idle capacity in the sector.

Developing of market research strategies could help to maintain agro-food firms and increase their market shares. State aid to encourage marketing research, cooperation, and trademarking should also be improved. Globalization obligates both vertical and horizontal cooperation for increasing competitiveness. Enlarging and cooperating existing agro-food firms could result in higher economic efficiency through economies of scale.

Furthermore, the adoption of advanced production technology has played a critical role in expanding and enhancing the efficiency of the industry. Smaller firms may be hindered by a lack of human and financial resources, but larger firms may be better situated to adopt new technologies. Moving up the value-added chain and improving efficiency are clearly main paths that the agro-food sector in Samsun could pursue to maintain and improve market competitiveness.

References

- Aigner, D.J., Lovell, C.K., Schmidt, P. 1977. Formulation and estimation of stochastic frontier production function model specifications. *Journal of Productivity Analysis*, 7: 399-415.
- Aksoy, Ş., Inan, H. 1996. Sector Analysis of Vegetal Oil and Margarine Industry: Economic Structure, Straits and Solutions in the Trakya Region. Turkish Scientific and Technical Institution Report No. 1312, Ankara.
- Aksoyak, Ş., Direk, M., Küçükçongar, M., Güven, E. 1999. Current status of flour and its end product industry in Turkey and the structure of the industry in Konya Province. Paper presented in Symposium on Problems of Cereals Agriculture in the Central Anatolia and Solution Approaches. pp. 734-747, Konya.
- Altın, S., Orhan, K.Y. 1999. Financing, marketing, investment and production of manufacturing industry in İçel, Denizli and Gaziantep provinces. Paper presented in Symposium on Development of Industry in İçel Province. İçel Commerce and Trade Union, pp. 41-61, İçel.
- Altındöğür, M. 2015. Samsun Tarımsal Yapısındaki Değişim (2000-2015). Ziraat Mühendisleri Odası, Samsun.
- Apezteguía, B.I., Garate, M.R. 1997. Technical efficiency in the Spanish agrofood industry. *Agricultural Economics*, 17: 179-189.
- Arıkbay, C. 1993. Effects of agro-food industry on employment in the Aegean Region. National Productivity Center Publication No. 546, Ankara.
- Azabağaoğlu, M.Ö., Gaytancıoğlu, O., Kubaş, A., Erbay, R. 2003. Analysis of the marketing structure of the dairy industry in the Trakya Region and the determination of emerging issues with multidimensional scaling. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 117-122.
- Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30: 1078-1092.
- Battese, G., Coelli, T. 1988. Prediction of firm level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Economics*, 47: 37-49.
- Bingöl, Ş. 1992. Productivity problems and input use in Turkish vegetable processing industry sector. National Productivity Center Publication No. 456, Ankara.
- Bingöl, Ş. 1993. Input and productivity problems of fruit processing industry. National Productivity Center Publication No. 485, Ankara.
- Charnes, A., Cooper, W.W., Rhodes, E. 1978. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6): 429-444.
- Coelli, T. 1996. A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program. CEPA Working Paper 96/08, University of New England, Armidale, Australia.
- Coelli, T., Rao, D.S.P., Battese, G.E. 1998. An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA.
- Çetin, B. 1993. Production and marketing problems of tomato growing by contract farming for industry in Bursa Province. *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University*, 9: 47-54.
- Demirci, S. 2001. Performance analysis of sugar factories and total factor productivity: an application of the Malmquist index. Agricultural Economics Research Institute Publication No. 66, Ankara.
- Doucoulagos, H., Hone, P. 2000. The efficiency of the Australian dairy processing industry. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 44 (3): 423-438.
- Farrel, M.J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120 (3): 253-290.

- Furesi, R., Madau, F.A., Pulina, P. 2013. Technical efficiency in the sheep dairy industry: an application on the Sardinian (Italy) sector. *Agricultural and Food Economics*, 1:4.
- GNAT (The Grand National Assembly of Turkey), 2011. 9th Development Plan. Available from URL: <http://pbk.tbmm.gov.tr/dokumanlar/kalkinmaplani-9-genel-kurul.pdf> [accessed on November 26, 2011].
- Gülse, S. 1996. Structural changes and applied policies of agro-food industry in Turkey. Master Thesis (Unpublished), Gaziosmanpaşa University Graduate School of Natural and Applied Sciences, Tokat.
- Gürler, A.Z., Kizilaslan, N., Kizilaslan, H. 2000. Agro-food Industries and Industrial Agriculture. Gaziosmanpasa University Publication No: 47, Tokat.
- GS (The Governship of Samsun), 2011. Economic Structure of Samsun. Available from URL: http://www.samsun.gov.tr/ey_sanayii.asp/ [accessed on October 14, 2011].
- Karkacier, O., Gülse, H., Göktolga, Z.G. 2001. South-East Anatolia Project and agro-food industry. Presented in Second Congress on the South-East Anatolia Project and Industry, Chamber of Mechanical Engineers Publication No. 284, Ankara.
- Karlı, B. 2002. Development, problems and solution strategies of agro-food enterprises in the region of South-East Anatolia Project. *Agricultural Economics Research Institute Publication No. 47*, Ankara.
- Karlı, B., Çelik, Y. 1998. Evaluation trend of investments with incentive of agro-food industry in the Region of South-East Anatolia Project. *Journal of Ekin*, 6:47–51.
- Karlı, B., Çelik, Y., Gerger, F. 1999. The structure, problems and solutions of agro-food industry enterprises in Şanlıurfa Province. Paper presented in First Agricultural Congress on the South-East Anatolia Project, 1: 371–380, Şanlıurfa.
- Kumbhakar, S.C., Lovel, C.A.K. 2000. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Lachaal, L., Chebil, A., Dhehibi, B. 2004. A panel data approach to the measurement of technical efficiency and its determinants: some evidence from the Tunisian agro-food industry. *Agricultural Economics Review*, 5(1): 15-23.
- Latruffe, L. 2010. Competitiveness, productivity and efficiency in the agriculture and agri-food sectors. *OECD Food, Agriculture and Fisheries Working Papers No. 30*, Available from URL: <http://dx.doi.org/10.1787/5km91nkd6t6t6d6-en> [accessed on November 24, 2011].
- Margono, H., Sharma, S.C. 2006. Efficiency and productivity analysis of Indonesian manufacturing industries. *Journal of Asian Economics*, 17: 979-995.
- Oustapapidis, K., Vlachvei, A., Notta, O. 2000. Efficiency and market power in Greek food industries. *Amer.J.Agr.Econ*, 82: 623-629.
- Pérez, J.P., Gil, J.M., Sierra, I. 2007. Technical efficiency of meat sheep production systems in Spain. *Small Ruminant Research*, 69: 237–241.
- Putićová, M., Mezera, J. 2011. Competitiveness of the Czech food industry. *Agric. Econ.-Czech*, 57 (9): 413-421.
- Ramanathan, R. 1998. *Introductory Econometrics: With Applications*. 4th Edition, Forth Worth: The Dryden Press.
- Reddy, A.A., Bantilan, M.C.S. 2012. Competitiveness and technical efficiency: determinants in the groundnut oil sector of India. *Food Policy*, 37: 255-263.
- Sena, V. 2006. The determinants of firms' performance: can finance constraints improve technical efficiency? *European Journal of Operational Research*, 172: 311–325.
- Şengül, H. 1998. Structural relationships between agriculture and textile sectors: an input-output analysis. GAP Regional Development Administration of Turkish Republic, Ankara.
- Şengül, H., Erkan, O. 1999. Structural relations between cotton production and the textile industry in the Southeastern Anatolia Project Region. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 483–491.
- Tarıkahya, N. 1991. Productivity comparison in the flour factories. *National Productivity Center Publication No. 446*, Ankara.
- Tuncer, H. 1989. Agro-food industry policies in the region of South-East Anatolia Project. Paper presented in Symposium on Agriculture and Agro-food Industries, and Their Finance, p. 221-233, Şanlıurfa.
- Van der Vlist, A.J., Withagen, C., Folmer, F. 2007. Technical efficiency under alternative environmental regulatory regimes: the case of Dutch horticulture. *Ecological Economics*, 63: 165–173.
- Yodfiatfinda, Mad Nasir, S., Zainalabidin, M., Md Ariff, H., Zulkornain, Y., Alias, R. 2012. The empirical evaluation of productivity growth and efficiency of LSEs in the Malaysian food processing industry. *International Food Research Journal*, 19(1): 287-295.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 268-274

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.268-274



Eksplant kaynakları ve bitki büyüme düzenleyicilerinin ketencik (*Camelina sativa* L. Crantz)'de sürgün ve bitki oluşumuna etkileri üzerinde bir araştırma

Merve GÖRE, Orhan KURT*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 55139 Atakum, Samsun

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

Geliş/Received 20/05/2015

Kabul/Accepted 27/11/2015

ÖZET

Bu araştırma; Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Biyoteknoloji Araştırma-Uygulama Laboratuvarında yürütülmüştür. Araştırmada bitki materyali olarak Vniimk-17 ve Ames-26686 ketencik çeşitleri, eksplant kaynağı olarak Kök, I. Boğumarası, II. Boğumarası, I. Yaprak ve II. Yaprak, besi ortamı olarak; fide besi ortamı (MS), kallus ve sürgün oluşum ortamı (i. MS+0.5 mg/l BAP, ii. MS+1 g/l BAP, iii. MS+0.5 g/l NAA, iv. MS+1 g/l NAA, v. MS+0.5 g/l BAP+0.5 g/l NAA, vi. MS+0.5 g/l BAP+1 g/l NAA, vii. MS+1 g/l BAP+0.5 g/l NAA ve viii. MS+1 g/l BAP+1 g/l NAA), Köklendirme ortamları (i. MS+1 g/l IAA, ii. 1/2MS+0.5 g/l IAA, iii. MS+1 g/l IBA, iv. MS+0.2 g/l IBA+4 g/l Charcol) kullanılmıştır. Araştırma sonucu oluşan kallus sayısı değerlendirildiğinde; çeşit bakımından Vniimk-17 çeşidi, Ames-26686 çeşidine göre daha fazla sayıda kallus oluşumuna sahip olduğu, eksplant bakımından her iki çeşitte de en fazla sayıda kallus oluşumunun kök eksplantından, besi ortamı bakımından en fazla sayıda kallus oluşumunun MS+1.0 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında, çeşit, eksplant kaynağı ve besi ortamı interaksiyonu bakımından ise en fazla sayıda kallus her iki çeşitte de kök eksplantının bütün besin ortamlarında elde edilmiştir. Sürgün sayısı değerlendirildiğinde; çeşit bakımından Ames-26686 çeşidi, Vniimk-17 çeşidine göre daha fazla sayıda sürgün oluşturduğu, eksplant bakımından her iki çeşitte de en fazla sayıda sürgün oluşumu 2. Boğumarası eksplantından, besi ortamı bakımından en fazla sayıda sürgün oluşumu Ames-26686 çeşidinde MS+1.0 mg/l NAA ve Vniimk-17 çeşidinde MS+0.5 mg/l NAA besi ortamında, çeşit, eksplant kaynağı ve besi ortamı interaksiyonu bakımından ise en fazla sayıda sürgün oluşumunun her iki çeşitte de 2. boğumarası eksplantının MS+1 mg/l NAA ihtiva eden besi ortamında elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:

Explant
Kallus Oluşumu
Ketencik
Sürgün Gelişimi

Research to establish effects of explant sources and plant growth regulators on camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) tiller and plant induction

ABSTRACT

This research was conducted in the Biotechnology and Research Application Laboratory Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, Samsun-Turkey. In this study Vniimk-17 and Ames-26686 camelina varieties used as a plant material. The root, first internode, 2nd internode, first leaf and 2nd leaf were used as source of explants. Three different media, for plantlets (MS), for callus and tiller induction (i. MS+0.5 mg/l BAP, ii. MS+1 g/l BAP, iii. MS+0.5 g/l NAA, iv. MS+1 g/l NAA, v. MS+0.5 g/l BAP+0.5 g/l NAA, vi. MS+0.5 g/l BAP+1 g/l NAA, vii. MS+1 g/l BAP+0.5 g/l NAA ve viii. MS+1 g/l BAP+1 g/l NAA) and rooting media (i. MS+1 g/l IAA, ii. 1/2MS+0.5 g/l IAA, iii. MS+1 g/l IBA, iv. MS+0.2 g/l IBA+4g/l Charcol) used. Research results shows that Vniimk-17 variety had produced more number of callus as compared with Ames-26686 variety. In both varieties maximum numbers of callus were observed in root explants. Maximum number of callus were counted MS+1.0 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA growth media in both genotypes. The data represent that in both varieties, explant sources and medium maximum number of callus were observed in root explant in all growth medium. The Ames-26686 variety produce more shoot as compared with Vniimk-17 genotype. Ames-26686 genotype produce maximum shoot in MS+1.0 mg/l NAA medium while Vniimk-17 produce maximum shoots in MS+0.5 mg/l NAA medium. Maximum number of shoot were obtained from 2nd internode in MS+1.0 mg/l NAA medium in both varieties.

Keywords:

Explant
Callus induction
Camelina
Tiller regeneration

1. Giriş

Ketencik (*Camelina sativa* L. Crantz), Brassicaceae familyası içinde yer alan ve yaygın olarak bilinen 7 *Camelina* türünden birisi olup (Davis, 1965; Göre, 2015), *Camelina* cinsi içinde ekonomik önemi olan tek türdür. Omega-3 yağ asitlerinin bitkisel kaynaklardan temin edilmesi fikrinin ön plana çıkmasıyla ketencikğin önemi, yakın yıllarda artmıştır. Yazlık çeşit tohumlarının % 42, kışlık çeşit tohumlarının ise % 45 oranında yağ ihtiva eder (Zubr, 1997). Ketencik yağındaki yağ asitlerinin % 90'ından fazlasını doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin önemli bir kısmını ise (yaklaşık % 58) çoklu doymamış yağ asitleri oluşturulan, % 35-45'ini linolenik asit (C18:3n-3; Omega-3 yağ asidi) ve % 15-20'ini linoleik asit (C18:2n-6; Omega-6 yağ asidi) oluşturmaktadır. Tekli doymamış yağ asitlerinin oranı yaklaşık % 36 olup, bu yağ asitleri öncelikle oleik asit (C18:1n-9) ve eicosenoik asit (C20:1n-9)'ten oluşmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin oranı ise % 6 civarındadır.

Ketencik yağı, yarfıstığı ve kolzadan daha az, keten, soya fasulyesi, ayçiçeği ve pamuktan daha fazla tekli doymamış yağ asidi bulundurlar. Diğer taraftan ketencik yağı ketenden daha az, pamuk, yarfıstığı ve kolzadan daha fazla, soya fasulyesi ve ayçiçeğine yakın oranda çoklu doymamış yağ asidi ihtiva etmektedir. Ketencik yağının doymuş ve doymamış yağ asitleri kompozisyonu ayçiçeğine benzer, fakat ayçiçeğinden önemli derecede daha yüksek oranda Omega-3 ihtiva etmektedir.

Ketencik, çeşitlere bağlı olarak değişmekle birlikte yağda yüksek eicosenoik asit oranına sahiptir. Bunun potansiyel değeri veya dezavantajı, şimdilik, kesin olarak ortaya konulamamıştır. Ketencik çeşitlerinin çoğu % 2-4 erusik asit (C22:1n-9) içermekte olup, bu oran kolzada kaliteli yemeklik yağ için kabul edilen maksimum % 2 sınırından daha yüksektir. Bununla birlikte % 0 erusik asit ihtiva eden ketencik çeşitleri de son yıllarda geliştirilmiştir.

Biyoteknolojik yöntemler; klasik yöntemlerle başarılabilen birçok uygulamanın yapılabilmesine, daha kısa sürede homozigot hatların elde edilmesine ve gen ya da gen gruplarının izole edilerek organizmalar arasında aktarımını sağlayarak, ıslah sürecinin kısaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Klasik ıslahta başarı, seleksiyona ve seleksiyon da geniş bir genetik varyasyonun oluşturulmasına bağlıdır. Bunun sağlanması için uygun özellikler taşıyan gen havuzuna ihtiyaç vardır. Gen havuzunun oluşturulmasında kullanılan önemli bir yöntemden birisi de doku kültür yöntemidir (Kurt, 2011).

Bitkilerin vejetatif ve generatif organları gibi değişik kısımları kimyasal (besin maddeleri, hormonlar ve vitaminler) ve fiziksel (ışık, sıcaklık ve nem) gereksinimler sağlandığında, in vitro koşullarda, yeni bir bitkiyi oluşturabilme potansiyeline sahiptirler. Totipotensi olarak tanımlanan bu yetenek sayesinde kültüre alınan bitki hücrelerine ya da dokularına gen aktarımı yapılabilmekte ve aktarılan geni taşıyan transgenik bitkiler elde edilebilmektedir (Arı, 2001; Kurt, 2011). Ancak sistemin sağlıklı ve verimli olarak çalışması bakımından her bitki türü için farklılaşma yeteneğinin ortaya konabileceği uygun eksplant kaynağının, gerekli hormon kombinasyonunun ve besin kompozisyonunun belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu düşünceden hareketle ketencik bitkisinde, bitki

organlarından alınan eksplantlardan kallus oluşumunu ve bu kalluslardan sağlıklı bitkileri elde etmesini sağlayan bir sistemi geliştirmek ve geliştirilecek bu sistemi de daha sonra yapılacak araştırmalarda, bilhassa gen transferi çalışmalarında, kullanmak amacıyla bu araştırma yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Biyoteknoloji Araştırma-Uygulama laboratuvarında yürütülen araştırmada bitki materyali olarak Vniimk-17 ve Ames-26686 ketencik çeşitleri kullanılmıştır. Kullanılan çeşitler Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilmiştir. Araştırmada besi ortamı olarak; eksplant alınacak steril bitkileri yetiştirmek için fide besi ortamı (MS)(Murashige ve Skoog, 1962), kallus oluşumu için kallus besi ortamları (i. MS+0.5 mg/l BAP, ii. MS+1 g/l BAP, iii. MS+0.5 g/l NAA, iv. MS+1 g/l NAA, v. MS+0.5 g/l BAP+0.5 g/l NAA, vi. MS+0.5 g/l BAP+1 g/l NAA, vii. MS+1 g/l BAP+0.5 g/l NAA, viii. MS+1 g/l BAP+1 g/l NAA) ve Köklendirme ortamları (i. MS+1 g/l IAA, ii. 1/2MS+0.5 g/l IAA, iii. MS+1 g/l IBA, iv. MS+0.2 g/l IBA+4g/l Charcol) kullanılmıştır. Sterilizasyon amacıyla ketencik tohumları çok küçük olduğu için tohum sterilizasyonunda gazlı bezden yararlanılmıştır. Steril kabin içinde, gazlı beze sarılı olan tohumlar, cam petri içinde, 1 dakika % 70'lik etanol ile çalkalanmış, sonra 3 kez steril sudan geçilerek durulanmıştır. Daha sonra gazlı beze sarılı tohumlar, içerisinde % 20'lik çamaşır suyu bulunan petri içerisine aktarılıp manyetik karıştırıcı üzerinde 20 dakika karıştırılmıştır. Süre sonunda tohumlar 3-5 kez steril sudan geçilerek durulanmıştır. Durulanmış tohumlar steril kurutma kağıtlı 9 cm çapındaki petrilere konularak üzerindeki suların uzaklaştırılması sağlanmış (Kurt ve ark., 2008a; 2008b).

Sterilize edilmiş tohumlar, % 2.5 şeker, 7.6 g/l agar ve pH'sı 5.8 olan fide besi ortamına, her kavanozda 10-12 tohum olacak şekilde ve her çeşitten 8 kavanoz olmak üzere ekilmiştir. Kavanozlar, tohumların çimlenip, fidelerin 3 yaprak oluşturduğu döneme kadar 16/8 saat aydınlık/karanlık fotoperiyot sağlayan, 26 °C sabit sıcaklığa sahip iklim odasında bekletilmişlerdir.

Eksplant olarak 21 günlük fidelerin her birinden steril kabin içerisinde, bir bisturi yardımı ile 1) Kök (Kök tacında kesilerek bütün kök aksarı), 2) 1. Boğum arası (1. boğum ile 2. boğum arasında kalan 1 cm'lik kısım), 3) 2. Boğumarası (2. boğum hemen üzerinden alınan 1 cm'lik kısım), 4) I. Yaprak (fidedeki alttan I. Yaprak) ve 5) II. Yaprak (fidedeki alttan II. Yaprak) olmak üzere 5 farklı eksplant alınmıştır. Alınan eksplantlar, 9 cm çapında, cam petrilere ekilmiştir. Alınan eksplantlar, 9 cm çapında, cam petrilere ekilmiştir. Ekimde; her eksplant kaynağı 5 tekerrür ve her tekerrüre 10 eksplant olarak ekilmiştir. Ekim sonrası parafilm ile sarılan petrilere fide yetiştirme ortamı olarak da kullanılan iklim odasına aktarılmışlardır.

Kallus oluşum ortamında farklılaşan kallusların oluşturduğu sürgünler, magenta kaplarındaki köklendirme ortamlarına aktarılmıştır. Aktarma öncesi, bir arada bulunan sürgünler dikkatlice birbirinden ayrılmıştır. Magenta kapları etiketlendikten sonra fide yetiştirme ortamı olarak

kullanılan iklim odasına aktarılmışlardır.

2.1. Verilerin elde edilmesi

Araştırma bölünen bölünmüş parseller deneme desenine göre yürütülmüştür. Araştırmada kallus ve sürgün responslarını belirlemek amacıyla; kallus frekansı (oluşan kallus sayısı/toplam oluşan kallus sayısıX100), kallus oluşum oranı (oluşan kallus sayısı/toplam eksplant sayısıX100), sürgün frekansı (oluşan birim sürgün sayısı/toplam oluşan sürgün sayısıX100), eksplant başına sürgün oluşum oranı (oluşan sürgün sayısı/toplam eksplant sayısıX100) ve kallus başına sürgün oluşum oranı (oluşan sürgün sayısı/toplam kallus sayısıX100) belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1 Kallus responsu

Besi ortamına ekilen eksplantlardan oluşan kallus sayılarına ilişkin veriler Çizelge 1'de, kallus oluşumuna ilişkin resim Şekil 1'de verilmiştir. Çizelge 1'in incelenmesinden de anlaşılacağı gibi denemede besi ortamına ekilen toplam 3200 eksplanttan, toplam 3048 adet kallus oluşumu gözlenmiştir. Deneme bazında değerlendirildiğinde; kallus oluşum oranının % 95.3 (3048/3200) olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kallus sayıları dikkate alınarak hesaplanan eksplant başına kallus oluşum oranı çeşitlere göre değerlendirildiğinde; eksplant başına kallus oluşum oranının Ames-26686 çeşidinde % 93.8 (1500/1600) ve Vniimk-17 çeşidinde % 96.8 (1548/1600) olduğu saptanmıştır.

Elde edilen kallus sayıları dikkate alınarak hesaplanan eksplant başına kallus oluşum oranı eksplant bazında değerlendirildiğinde; eksplant başına kallus oluşum oranının kök eksplantında % 99.7 (638/640), II. Boğum arası eksplantında % 95.5, I.Boğum arası eksplantında % 95.3, I. Yaprak eksplantında % 93.1 ve II. Yaprak eksplantında % 92.7 olduğu saptanmıştır. Elde edilen kallus sayıları dikkate alınarak hesaplanan eksplant başına kallus oluşum oranı besi ortamlarına göre değerlendirildiğinde; eksplant başına kallus oluşum oranının MS+1.0 mg/l BAP+1.0 mg/l /NAA besi ortamında % 99.0 (396/400), MS+0.5 mg/l BAP+0,5 mg/l NAA besi ortamında % 97.5, MS+0.5 mg/l besi ortamında % 97.3, MS+1.0 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında % 96.8, MS+0.5 mg/l BAP besi ortamında % 96.5, MS+0.5 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 96.3, MS+1.0 mg/l BAP besi ortamında % 95.0 ve MS+1 mg/l NAA besi ortamında % 83.8 olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen kallus sayıları dikkate alınarak hesaplanan kallus frekansı çeşitlere göre değerlendirildiğinde; kallus frekansının Vniimk-17 çeşidinde % 50.8 (1548/3048) ve Ames-26686 çeşidinde % 49.2 (1500/3048) olduğu saptanmıştır. Elde edilen kallus sayıları dikkate alınarak hesaplanan kallus frekansı eksplant durumuna göre değerlendirildiğinde; kallus frekansının kök eksplantında % 21.93, II. Boğumarası eksplantında % 20.04, I.Boğumarası eksplantında % 20.02, I.Yaprak eksplantında % 19.55 ve II. Yaprak eksplantında % 19.45 olduğu belirlenmiştir. Elde edilen kallus sayıları dikkate alınarak

hesaplanan kallus frekansı besi ortamı dikkate alınarak değerlendirildiğinde; kallus frekansının MS+1.0 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 12.99 (396/3048), MS+0.5 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında % 12.79, MS+0.5 mg/l NAA besi ortamında % 12.76, MS+1.0 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında % 12.69, MS+0.5 mg/l BAP besi ortamında % 12.66, MS+0.5 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 12.63, MS+1.0 mg/l BAP besi ortamında % 12.46 ve MS+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 10.99 olduğu saptanmıştır.

Kallus oluşumu için en iyi besi ortamının MS ortamı olduğunu (Khatun ve ark., 2003), MS ortamına ilave edilen bitki büyüme düzenleyicilerinin konsantrasyonlarının ve kombinasyonlarının bitki rejenerasyonunda rol oynadığı (Molnár ve Ördög, 2005), eşit oksin/sitokinin oranının organize olmamış hücrel çöğalmayı ve kallus oluşumunu (Yamaguchi ve ark., 2003), yüksek oksin ihtiva eden ortamların genel olarak kallus oluşumunu daha fazla teşvik ettiği (Miller ve Skoog, 1953; Nitsch, 1968; Pierik, 1987), farklı eksplant kaynaklarından kallus oluşumunda MS ortamına 1 mg/l NAA (Tattersall ve Millam, 1998; Turhan ve ark., 2009), BAP (5 mg/l) sabit tutularak 2,4-D, IAA, IBA, 2,4,5-T ve picloram gibi oksinler (0.5-2 mg/l) ilave edildiğinde eksplantlar üzerinde yalnızca kallus oluşumunun gözlendiği (Klimaszewska ve Keller, 1985), kullanılan BAP ve NAA konsantrasyonlarının bitki genotipine bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği (Dunwell, 1981), MS+2 mg/L NAA+5 mg/L BAP besi ortamında daha fazla kallus oluşumunun gözlendiği (Akçam-Oluk ve Yürekli, 2001) ortaya konmuştur. Kallus oluşumu bakımından bu araştırmada elde edilen bulgular, bu alanda daha önce yapılan araştırmalar sonucu ortaya konan bulgular ile uyum içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

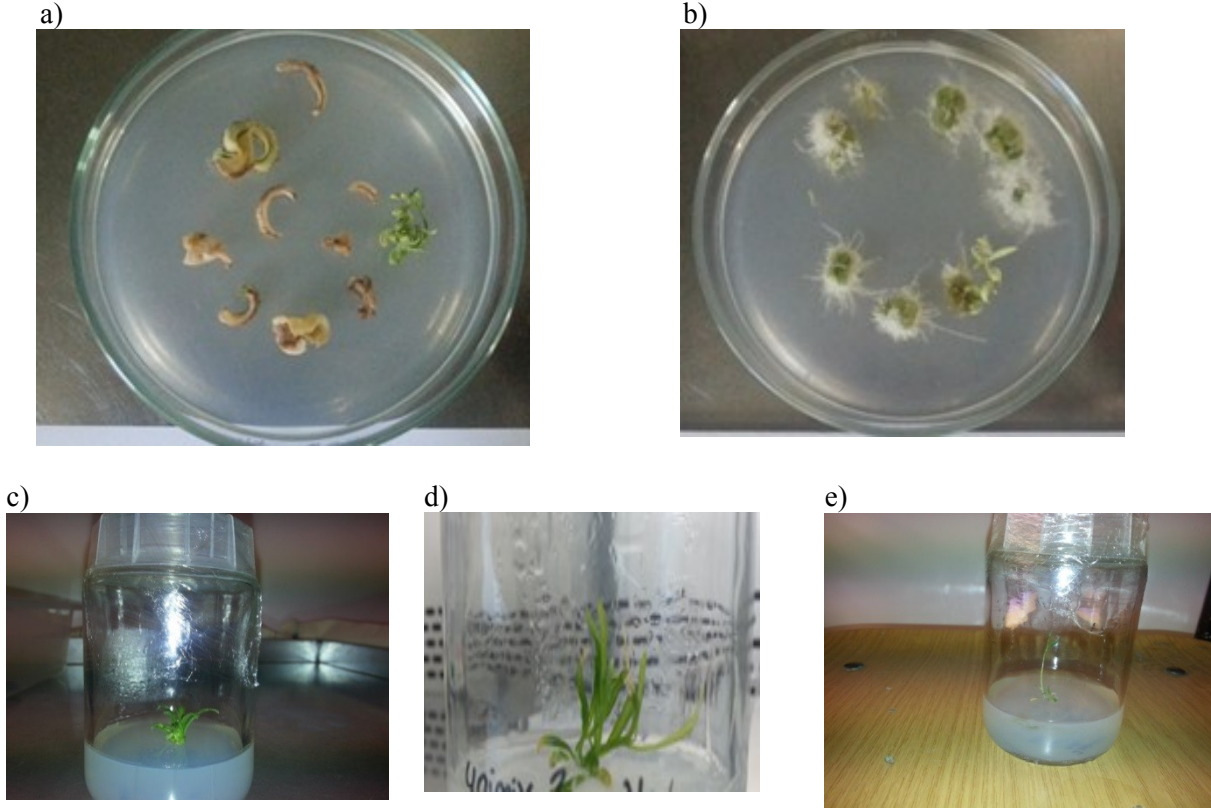
3.2 Sürgün responsu

Besi ortamına aktarılan sürgün sayılarına ilişkin veriler Çizelge 1'de, sürgün oluşumuna ilişkin resim, Resim 1'de verilmiştir. Çizelge 1'nin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi denemede besi ortamına ekilen toplam 3200 eksplanttan toplam 3048 kallus elde edilmiş olup, bu kalluslardan toplam 779 adet sürgün oluşumu gözlenmiştir. Deneme bazında değerlendirildiğinde; eksplant başına sürgün oluşum oranının % 24.3 (779/3200) olduğu saptanmıştır (Çizelge 1). Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan eksplant başına sürgün oluşum oranı çeşit bazında değerlendirildiğinde; eksplant başına sürgün oluşum oranının Ames-26686 çeşidinde % 27.8 (444/1600) ve Vniimk-17 çeşidinde ise % 21.0 (335/1600) olduğu saptanmıştır. Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan eksplant başına sürgün oluşum oranı eksplant kaynağı bazında değerlendirildiğinde; eksplant başına sürgün oluşum oranı 2. Boğumarası eksplantında % 44.0 (281/640), I. Boğumarası eksplantında % 33.1 (212/640), II. Yaprak eksplantında % 22.5 (144/640), I. Yaprak eksplantında % 15.8 (101/640), kök eksplantında % 6.4 (41/640) olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan eksplant başına sürgün oluşum oranı besi ortamı bazında değerlendirildiğinde; eksplant başına sürgün oluşum oranı MS+0.5 mg/l NAA besi ortamında % 66.8 (267/400), MS+1.0 mg/l NAA besi

Çizelge 1. Ketencik çeşitlerinin kallus sayılarına (adet) ve sürgün sayılarına (adet) ilişkin veriler

Eksplant Kaynakları	ÇEŞİTLER																			
	AMES-26686						VNIIMK-17													
Kök	318*			21**		320*						20**								
1.BA	304			127		306						85								
2.BA	301			157		310						124								
1.Y	286			61		310						40								
2.Y	291			78		302						66								
Toplam	1500			444		1548						635								
Besi Ortamları																				
MS+0,5 mg/l BAP	193*			33**		193*						30**								
MS+1,0 mg/l BAP	189			21		191						20								
MS+0,5 mg/l NAA	194			123		195						144								
MS+1,0 mg/l NAA	144			134		191						79								
MS+0,5 mg/l BAP+ 0,5 mg/l NAA	194			0		196						0								
MS+0,5 mg/l BAP+ 1,0 mg/l NAA	196			43		189						13								
MS+1,0 mg/l BAP+ 0,5 mg/l NAA	192			52		195						29								
MS+1,0 mg/l BAP+ 1,0 mg/l NAA	198			38		198						20								
Toplam	1500			444		1548						635								
Eksplant KaynağıXBesi Ortamı																				
MS+0,5 mg/l BAP	40*	0**	39	8	40	20	39	0	35	5	40	0	38	14	39	15	40	0	36	1
MS+1,0 mg/l BAP	40	0	40	10	39	7	35	2	35	2	40	0	38	7	38	10	38	3	37	0
MS+0,5 mg/l NAA	40	11	40	45	39	51	38	15	37	1	40	14	39	36	40	39	39	29	37	26
MS+1,0 mg/l NAA	40	10	26	17	32	53	16	16	32	38	40	6	36	19	39	41	36	0	40	13
MS+0,5 mg/l BAP+ 0,5 mg/l NAA	40	0	39	0	38	0	39	0	38	0	40	0	39	0	38	0	40	0	39	0
MS+0,5 mg/l BAP+ 1,0 mg/l NAA	40	0	40	16	39	12	39	9	38	9	40	0	36	2	38	4	37	4	38	3
MS+1,0 mg/l BAP+ 0,5 mg/l NAA	38	0	40	13	35	6	40	20	37	13	40	0	40	5	38	9	40	0	37	15
MS+1,0 mg/l BAP+ 1,0 mg/l NAA	40	0	40	18	39	8	40	2	39	10	40	0	40	2	40	6	40	4	38	8
Toplam	318	21	304	127	301	157	286	64	291	78	320	20	306	85	310	124	310	40	302	66

Aynı karakter için *Kallus sayısı; **Sürgün sayısı; 1BA=I. Boğumarası, 2.BA= II. Boğumarası, 1Y= I. Yaprak, 2Y= II. Yaprak



Şekil 1. Kallus ve Sürgün Oluşumu;

Kallus Oluşumu a) Vniimk-17, 2. Yaprak, MS+0.5 mg/l BAP ve b) Ames-26686 2. Boğumarası, 0.5 mg/l NAA Sürgün Oluşumu c) Vniimk-17, 2. Yaprak, MS+1.0 mg/l BAP, d) Vniimk-17, 2. Boğumarası, 0.5 mg/l BAP+1 mg/l NAA, e) Ames-26686, 2. Boğumarası, MS+0.5 mg/l NAA

ortamında % 53.3 (213/400), MS+1.0 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında % 20.3 (81/400), MS+0.5 mg/l BAP besi ortamında % 16.8 (67/400), MS+1.0 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 14.5 (58/400), MS+0.5 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 14.0 (56/400), MS+1.0 mg/l BAP besi ortamında % 10.3 (41/400) olduğu, MS+0.5 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında ise sürgün oluşumu gözlenmediği belirlenmiştir. Araştırmada kallus oluşum ortamında toplam 3048 kallus elde edilmiş olup bu kalluslardan toplam 779 tane sürgün oluşumu gözlenmiştir. Bu verilere dayanarak kallus başına sürgün oluşum oranının % 25.5 (779/3048) olduğu saptanmıştır. Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan kallus başına sürgün oluşum oranı çeşit bazında değerlendirildiğinde; kallus başına sürgün oluşum oranının Ames-26686 çeşidinde % 29.6 (444/1500) ve Vniimk-17 çeşidinde % 21.6 (335/1548) olduğu saptanmıştır. Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan kallus başına sürgün oluşum oranı eksplant bazında değerlendirildiğinde; kallus başına sürgün oluşum oranının 2. Boğumarası eksplantında % 46.0 (281/611), I. Boğumarası eksplantında % 34.8 (212/610), II. Yaprak eksplantında % 24.3 (144/593), I.Yaprak eksplantında % 17.0 (101/596) ve kök eksplantında % 6.5 (41/638) olduğu saptanmıştır. Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan kallus başına sürgün oluşum oranı besi ortamları bazında değerlendirildiğinde; kallus başına sürgün oluşum oranının MS+0,5 mg/l NAA besi ortamında % 68.6

(267/389), MS+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 63.6 (213/335), MS+1.0 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında % 21.0 (81/387), MS+0.5 mg/l BAP besi ortamında % 17.4 (67/386), MS+1,0 mg/l BAP+1,0 mg/l NAA besi ortamında % 14.6 (58/396), MS+0.5 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 14.5 (56/385) ve MS+1.0 mg/l BAP ortamında % 10.8 (41/380) olduğu, MS+0.5 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında sürgün oluşumu gözlenmediği belirlenmiştir.

Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan sürgün frekansı çeşitler bazında değerlendirildiğinde; sürgün frekansının Ames-26686 çeşidinde % 57.0 (444/779) ve Vniimk-17 çeşitlerinde ise % 43.0 (335/779) olduğu saptanmıştır. Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan sürgün frekansı eksplant kaynağı bazında değerlendirildiğinde; sürgün frekansının 2. Boğumarası eksplantında % 36.0 (281/779), I. Boğumarası eksplantında % 27.2 (212/779), II. Yaprak eksplantında % 18.5 (144/779), I. Yaprak eksplantında % 13.0 (101/779) ve kök eksplantında % 5.2 (41/779) olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sürgün sayıları dikkate alınarak hesaplanan sürgün frekansı besi ortamı dikkate alınarak değerlendirildiğinde; MS+0.5 mg/l NAA besi ortamında % 34.3 (267/779), MS+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 27.3 (213/779), MS+1.0 mg/l BAP+0,5 mg/l NAA besi ortamında % 10.4 (81/779), MS+0.5 mg/l BAP besi ortamında % 8.6 (67/779), MS+1,0 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında % 7.4 (58/779), MS+0.5 mg/l

BAP+1.0 mg/l NAA ortamında % 7.2 (56/779) ve MS+1.0 mg/l BAP ortamında % 5.3 (41/779) olduğu, MS+0.5 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında sürgün oluşumu gözlenmediği belirlenmiştir.

Bitki rejenerasyonunda genotipler arasındaki farklılık, bitki bünyesindeki hormon seviyesindeki farklılıkla ilgili olabilir. Nitekim Bitki büyüme düzenleyicileri konsantrasyonları ve kombinasyonlarının bitki rejenerasyonunu yönettiği birçok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur (Narasimhulu ve Chopra, 1987; Molnár ve Ördög, 2005; D'Onofrio ve Morini, 2006; Yemets ve ark., 2013). Özellikle oksin/sitokinin oranı, in vitro morfogenez işlemlerde rejenerasyonu sağlayan en önemli faktör olarak görülmektedir (Christianson ve Warnick, 1983). Nishi ve ark. (1967)'e göre oksin bulunmayan ortamda kalluslardan çok sayıda sürgün oluşumunun yulafta gözlenmesine karşın çeltikte ise sürgün oluşumu ve bütün bitki oluşumu olmadığı, sadece kök oluşumunun başarılı olduğunu, Gless ve ark. (1998) göre oksin içeren ortamda eksplantların kallus oluşumu ve sürgün rejenerasyonunu başarıyla sağladığı ortaya konmuştur. Hormonların etkilerine ilişkin bu çalışmada elde edilen bulgular, daha önceki çalışmalarda ortaya konmuş olan bulguları teyit eder niteliktedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışma sınırlı sayıda in vitro çalışmanın yapılmış olduğu ketencik bitkisinde farklılaşma ve gelişme potansiyelini belirlemesi bakımından genotip, eksplant kaynağı, besi ortamı ve bunların ikili ya da üçlü kombinasyonlarının etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir. 1) Araştırma sonucu Ames-26686 çeşidinin, Vniimk-17 çeşidine göre daha az sayıda kallus oluşumuna sahip olduğu, 2) her iki çeşitte de en fazla sayıda kallus oluşumu kök eksplantından, en az sayıda kallus II. Yaprak eksplantından elde edildiği, 3) her iki çeşitte de en fazla sayıda kallus oluşumu MS+1.0 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında elde edildiği, 4) çeşit, eksplant kaynağı ve besi ortamı bir arada değerlendirildiğinde; en fazla sayıda kallus her iki çeşitte de kök eksplantının bütün besin ortamlarında, iki çeşidin toplamı dikkate alındığında ise kök eksplantının sadece MS+1.0 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA ve MS+1.0 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamında elde edildiği, 5) Ames-26686 çeşidinde, Vniimk-17 çeşidine göre daha fazla sayıda sürgün oluşumu gözlemlendiği, 6) en fazla sayıda sürgün oluşumu her iki çeşitte de II. Boğumarası eksplantından elde edildiği, 7) her iki çeşitte de MS+0,5 mg/l BAP+0.5 mg/l NAA besi ortamında sürgün oluşumu gözlenmediği, 8) en fazla sürgün sayısı Ames-26686 çeşidinde MS+1,0 mg/l NAA besi ortamında, Vniimk-17 çeşidinde ise MS+0.5 mg/l NAA besi ortamında elde edildiği, 9) iki çeşidin toplamı dikkate alındığında en fazla sürgün sayısı kök, I. Boğumarası ve I. Yaprak eksplantlarından MS+0.5 mg/l NAA besi ortamında, II. Boğum arası ve II. Yaprak eksplantlarında ise MS+1.0 mg/l NAA besi ortamında elde edildiği, 10) en fazla sürgün sayısı II. Boğumarası eksplantının MS+1.0 mg/l NAA besi ortamında 53 adet ile Ames-26686 ve 41 adet ile Vniimk-

17 çeşidinde elde edildiği saptanmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara dayanarak aşağıdaki öneriler yapılabilir. i. Kallus oluşumu ve sürgün farklılaşması dikkate alındığında daha avantajlı olan Ames-26686 çeşidinin kullanılması, ii. Kallus oluşumu ve sürgün farklılaşması dikkate alındığında eksplant kaynağı bakımından daha avantajlı olan II. Boğumarası eksplantının kullanılması, iii. kallus oluşum ortamı olarak MS+1.0 mg/l BAP+1.0 mg/l NAA besi ortamının, sürgün gelişim ortamı olarak da MS+0.5 mg/l NAA veya MS+1.0 mg/l NAA besi ortamının kullanılması ve iv. köklendirme açısından, eksplant kaynağı, hormon kompozisyonu ve bunların kombinasyonlarını ihtiva eden araştırmalar yapılması önerilebilir.

Teşekkür

Bu makale Ondokuz Mayıs Üniversitesi PYO.ZRT.1904.012. nolu proje ile ve TÜBİTAK Öncelikli Alanlar Birimi tarafından desteklenen Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır. Desteklerinden dolayı Ondokuz Mayıs Üniversitesi ve TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akçam, E., Yürekli, K.A. 2001. Regeneration Through Callus Cultures of *Cantharanthus roseus* (L.) G. Don. Pak. J. Pl. Sci., 7(1-2): 67-73.
- Arı, Ş., 2001. Doğrudan Gen Aktarım Teknikleri. Bitki Biyoteknolojisi II. Özcan, S., Gürel, E., Babaoğlu, M., S.Ü. Basımevi, 160-189s, Konya.
- Christianson, M.L., Warnick, D.A. 1983. Competence and Determination in The Process of in Vitro Shoot Organogenesis. Dev. Biol., 95(2): 288-293.
- Davis, P.H. 1965. Flora of Turkey and East Islands Endinburg Vol 1. University of Edinburg.
- D'Onofrio, C., Morini, S. 2006. Somatic Embryo, Adventitious Root and Shoot Regeneration in in-vitro Grown Quince Leaves as Influenced by Treatments of Different Length with Growth Regulators. Scientia Horticulturae, 107: 194-199.
- Dunwell, J.M. 1981. In Vitro Regeneration from Excised Leaf Discs of Three Brassica Species. J. Exp. Bot., 129, 789-799.
- Gless, C., Lorz, H., Jahne-Gartner, J. 1998. Transgenic Oat Plants Obtained at high Efficiency by Microprojectile Bombardment of Leaf Base Segments. J Plant Physiol., 152: 151-157
- Göre, M. 2015. Eksplant Kaynakları ve Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin Ketencik [*Camelina sativa* (L.) Crantz]'de Sürgün ve Bitki Oluşumuna Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi., s: 1.
- Khatun, M.M., Ali, H.M., Desamero N.V. 2003. Effect of Genotype and Culture Media on Callus Formation and Plant Regeneration from Mature Seed Scutella Culture in Rice. Plant Tissue Cult., 13(2):99-107.
- Klimaszewska, K., Keller, W.A. 1985. High Frequency Plant Regeneration from Thin Cell Layer Eksplants of *Brassica napus*. Plant Cell Tiss. Org. Cult., 4: 183-197.
- Kurt, O., Aydın, E., Seyis, F. 2008a. Farklı Somatik Eksplantların Çeltik (*Oryza sativa* L. cv. Taipei-309)'te Kallus ve Bitkicik Oluşumuna Etkisi. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi, 1(1): ISSN:1308-3961.
- Kurt, O., Akay, H., Gülümser, A. 2008b. Farklı Somatik Eksplantların Çeltik (*Oryza sativa* L. cv. Pusur)'te Kallus ve Bitkicik Oluşumuna Etkisi. Ülkesel Tahıl Sempozyomu, p: 714-718 2-5 Haziran 2008, Konya.

- Kurt, O. 2011. Bitki Islahı Ders Kitabı. OMU, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 43, Samsun.
- Miller, T., Skoog, F. 1953. In Vitro Culture of Higher Plants. Am. J. Bot., 40: 768-773.
- Molnár, Z., Ördög, V. 2005. Microalgal and Cyanobacterial Extracts in The Tissue Cultures of Higher Plants (pea, tobacco, beet). Proceedings of the 8th Hungarian Congress on Plant Physiology and the 6th Hungarian Conference on Photosynthesis, 49(1-2): 39-40.
- Murashige, T., Skoog, F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures. Physiol Plant., 15: 473-497.
- Narasimhulu, S.B., Chopra, V.L. 1987. Species Spesific Shoot Rejuvenation Respone of Cotylodony Eksplants of Brassicas. Plant Cell Rep., 7: 104-106.
- Nishi, T., Yamada, Y., Takahashi, E. 1967. Organ Redifferentiation and Plant Restoration in Rice Callus. Department of Agricultural Chemistry, Kyoto University, Kyoto, Japan, Nature, 219: 508-509.
- Nitsch, C. 1968. Induction in Vitro de la Floraison Chez Une Plante de Jours Courts; *Plumbago indica* L. Annls So. Nat. Bot., 9: 1-92.
- Pierik, R.L.M., 1987. In Vitro Culture of Higher Plants. Rev. Gen. Bot., 72. 697-792.
- Tattersall, A., Millam, S. 1998. Establishment and in Vitro Regeneration Studies of the Potential Oil Crop Species *Camelina sativa*. Plant Cell Tissue Organ Cult., 55: 147-149.
- Turhan, H., Kılıç, G., Türkmen, O.S., Egesel, C. 2009. The Effects of Some Growth Regulators on Callus Induction of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proceedings of the Second International Conference on Reserach People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences, Lozenec, Bulgaria, 1: 196-199.
- Yamaguchi, M., Kato, H., Yoshida, S., Yamamura, S., Uchimiya, H., Umeda, M. 2003. Control of in Vitro Orgaogenesis by Cyclin-Dependent Kinase Activities in Plants. PNAS, 100(13): 8019-8023.
- Yemets, A.I., Yu, N.B., Shysha, E.N., Rakhmetov, D.B., Blume, Y.B. 2013. Establishment of in Vitro Culture, Plant Regeneration, and Genetic Transformation of *Camelina sativa*. Cytology and Genetics, 47(3): 138-144.
- Zubr, J. 1997. Oil-seedcrop: *Camelina sativa*. Industrial Crops and Products, 6: 113-119.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 275-280

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.275-280



Farklı coğrafi lokasyonlardan toplanan bazı yabancı tek yıllık yonca türlerinin verim ve besinsel özellikleri

İbrahim Aydın, Ferat Uzun*, Duygu Algan

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 55139, Samsun, Türkiye

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

Geliş/Received 15/05/2015

Kabul/Accepted 25/11/2015

ÖZET

Türkiye doğal florasının en yaygın baklagil türlerinden olan tek yıllık yonca türleri, toprak verimliliğini iyileştirmek ve devam ettirmek ve hem de meraların ıslahı için önemli bir doğal kaynaktır. Bununla birlikte tek yıllık yonca türleri hakkında var olan bilgi birikimi oldukça azdır. Bu çalışmada, Orta Karadeniz Bölgesi doğal alanlarında kendiliğinden yetişen yabancı tek yıllık yonca türlerinin (36 *Medicago polymorpha* L., 33 *Medicago arabica* L., 30 *Medicago lupulina* L., 38 *Medicago minima* L., 25 *Medicago rigidula* L. ve 34 *Medicago orbicularis* L.) bazı tarımsal ve besin değerleri belirlenmiştir. İncelenen özellikler bakımından türler arasında önemli farklılıklar görülmüştür. Genel olarak diğer medik türleri ile karşılaştırıldığında *Medicago polymorpha* L. ve *Medicago rigidula* L. sırasıyla daha yüksek ve daha düşük değerlere sahip olmuşlardır. Türlerin kuru ot, ham protein, asit ve nötral çözültide çözünmeyen lif oranı, sindirilebilir kuru madde oranı, kuru madde alım oranı, nispi yem ve metabolik enerji değerleri sırasıyla; 41.58 ve 68.46 g bitki⁻¹, % 19.42 ve % 23.04, % 27.89 ve % 36.06, % 39.71 ve % 48.20, % 60.81 ve % 67.17, % 2.53 ve 3.05, 118.75 ve 157.32 ile 8.34 ve 9.42 MJ kg⁻¹ arasında değişmiştir. Her bir tür içinde oldukça yüksek varyasyonlar olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, çalışılan bölgede medik ıslahı için zengin genetik kaynaklar bulunduğunu, verim ve besinsel değerler bakımından *Medicago orbicularis* L., *Medicago polymorpha* L. ve *Medicago arabica* L. genotipinin tercih edilebileceğini göstermiştir.

Anahtar Sözcükler:

Kalite

Tek yıllık yonca

Verim

Yem değeri

Yield and nutritive values of some wild annual medic species collected from different geographical location

ABSTRACT

Annual medics, the most common legumes in Turkey natural flora, are important resources in a ley farming to restore and maintain soil fertility and also to improve rangelands. However, existing knowledge about agronomical and nutritional properties of these species is not adequate. In this study, some agronomical and feed values of some wild medic species (36 *Medicago polymorpha* L., 33 *Medicago arabica* L., 30 *Medicago lupulina* L., 38 *Medicago minima* L., 25 *Medicago rigidula* L. and 34 *Medicago orbicularis* L.), which spontaneously occurring in natural areas of Middle Black Sea Region, were determined. There were significant differences among species in terms of studied parameters. In general, *Medicago polymorpha* L. and *Medicago rigidula* L. had the higher and lower values, respectively compared to other medic spp. Hay yield, crude protein, acid and neutral detergent fiber, digestible dry matter, dry matter intake ratio, relative feed value and metabolizable energy of species were changed between 41.58 and 68.46 g plant⁻¹, 19.42 and 23.04%, 27.89 and 36.06%, 39.71 and 48.20%, 60.81 and 67.17%, 2.53 and 3.05%, 118.75 and 157.32, 8.34 and 9.42 MJ kg⁻¹, respectively. There were also quite high variations within each species. The results of the present study indicated that there were rich genetic resources for medics improvement in the studied region and *Medicago orbicularis* L., *Medicago polymorpha* L. and *Medicago arabica* L. can preference to other species in terms of agronomical and nutritional traits.

Keywords:

Quality

Annual medic

Yield

Feed value

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Ülkemiz kaba yem ihtiyacının karşılanmasında en yüksek katkıyı meralarımız sağlamaktadır (TÜİK, 2015). Ancak meralardan faydalanmada hayati bir öneme sahip olan hukuki, idari ve teknik yapılanmanın günün şartlarına göre güncellenmesindeki gecikme, bu doğal kaynağın en başta bitkisel varlığı olmak üzere yıpranması ve zayıflamasıyla neticelenmiştir (Şahinoğlu ve Uzun, 2003). Bu da meralarımızın potansiyellerinin çok altında bir üretim ortaya koymasına sebebiyet vermiştir. Bu durum meralarımızın acilen ıslahı zaruretini ortaya çıkarmıştır. Geline nokta, hukuki ve idari eksiklik giderilmiş ancak çok uzun bir süreçte zayıf düşen meraların teknik olarak ıslahında halihazırda kayda değer bir gelişme sağlanamamıştır. Bu nedenle eldeki bütün imkanlar seferber edilerek gelinen noktanın bir ileri aşaması olan meralarımızın ıslahı hususuna yoğunlaşılması gerekmektedir.

Meraların ıslahında, amenajman kurallarının düzenlenmesi başta olmak üzere bir çok yöntem vardır (Aydın ve Uzun, 2002). Özellikle klimaks bitki örtüsünün neredeyse tamamını kaybetmiş ve hatta mera yüzeyinin çoğunluğunu çıplak alanların oluşturduğu, yer yer kum fırtınalarının sıradan bir vaka olarak görüldüğü başta İç Anadolu Bölgesi meralarının bitki örtüsünün zenginleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Yapılan bazı çalışmalar göstermiştir ki, bu özellikteki meralarda dinlendirme (Alnoğlu, 1971; Alpay, 1970), gübreleme ve yabancı ot mücadelesi uygulamaları tek başına istenilen sonuçları verememektedir (Büyükburç, 1980). Toprak varlığı bakımından hatırı sayılır bir kayıp yaşamış olan böyle meralarımızda hüküm süren sıcaklık derecelerinin yüksek, düşen yağışların miktar olarak az ve dar bir zaman aralığında gerçekleşmesi, bu alanlarda gerek suni mera oluşturma, gerekse üstten yapılacak tohumlama çalışmalarında yem bitkisi türlerinin seçiminde alternatifleri oldukça azaltmaktadır. Böyle meraların ıslahında öncelikle toprak özelliklerini iyileştirecek, hızlı gelişme ve yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip, ülkemiz doğal florasının da yerli bitkileri olan tek yıllık yoncalar, diğer bazı baklagil yem bitkilerine göre avantajlı olabilir (Davis, 1970; Crawford, 1970; Cocks ve Ehrman, 1987; Crawford ve ark., 1989; Tükel ve Hatipoğlu, 1999; Walsh ve ark., 2001). Nitekim Occumpaugh et al. (1998), tüm dünyanın geleneksel olarak çok yıllık bitkilere odaklanmasına rağmen, sınırlı yağış alan meralarda tek yıllık yoncaların çok yıllıklara göre daha başarılı olabileceklerini bildirmiştir. Shrestha ve ark. (1998), ABD'nin Michigan eyaletinde *Medicago truncatula* L., *Medicago polymorpha* ve *Medicago scutellata* ile yaptıkları çalışmada, bu türlerden yaygın yoncaya eşdeğer veya daha fazla verim alındığını belirtmektedir. Agronomik olarak belirtilen avantajları yanında, tek yıllık yoncaların besin değerlerinin de oldukça yüksek olduğunu belirten Arcioni ve ark. (1985), *Medicago orbicularis*, *Medicago scutellata* ve *Medicago arabica* türlerinin % 73-78 arasında sindirilme ve % 19'dan fazla ham protein oranlarına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada Muir ve ark. (2000, 2005 ve 2007), ise, çalıştığı tek yıllık yonca türlerinin ham protein oranlarının % 14.6 ile 24.6 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir.

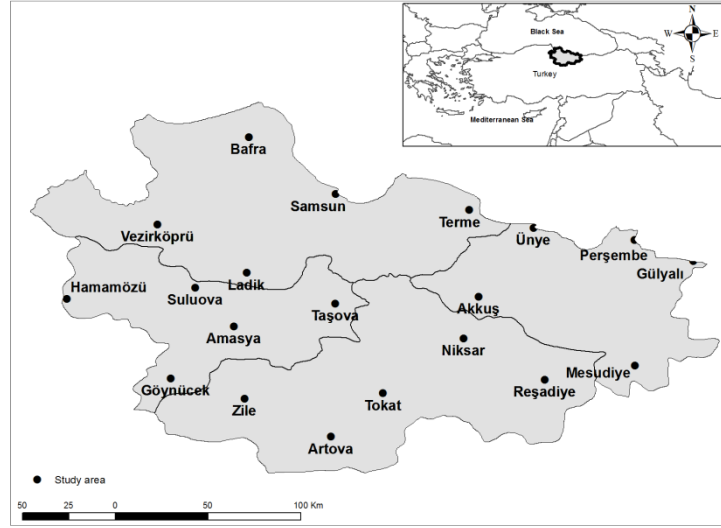
Bu türler ayrıca, belirtilen ekolojilerde kışlık tahıllarla birlikte ekilerek (Lay farming) hem kaba yem üretimine katkı sağlayabilirler hem de toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini geliştirebilirler (Crawford ve ark., 1989; Walsh ve ark., 2001).

İçerisinde ülkemizin de yer aldığı Akdeniz havzasının doğal florasından toplanıp ıslah edilerek geliştirilen medik çeşitleri, Avustralya'dan ABD'ye kadar dünyanın birçok ülkesinde -özellikle ülkemizin kurak ve yarı kurak iklim bölgelerine benzeyen yörelerinde- bu amaçla etkin bir şekilde kullanılmaktadır (White ve White, 1984). Bununla birlikte küçük ölçekte ve az sayıda yapılan bazı çalışmalar hariç, ülkemizin doğal florasında kendiliğinden yetişen mediklerin yabancı formlarının tanımlanarak kayıt altına alındığını, bu bitkilerle ilgili yeterli agronomik ve ıslah çalışmalarının yapıldığını söylemek mümkün değildir (Aydın ve Uzun, 2001; Uzun ve Aydın, 2004). Halbuki bu türlere ait genotiplerin doğal floradan toplanmaları, tanımlanmaları ve akabinde ıslah edilerek değerlendirilmeleri ülkemiz için hayati bir öneme haizdir. Bu noktadan hareketle bu çalışmanın amacını, *Medicago polymorpha*, *Medicago arabica*, *Medicago lupulina*, *Medicago minima*, *Medicago rigidula* ve *Medicago orbicularis* türlerine ait tek yıllık yonca türlerinin doğal florada en fazla görüldüğü bölgelerden biri olan Orta Karadeniz Bölgesi'nden toplanması, bazı agronomik ve besinsel özelliklerinin tespit edilmesi oluşturmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Denemede, *Medicago polymorpha* L., *M. arabica* L., *M. lupulina* L., *M. minima* L., *M. rigidula* L. ve *M. orbicularis* L. olmak üzere 6 tek yıllık yonca türü yer almıştır. Bu türlere ait tohumlar, Orta Karadeniz Bölgesi doğal florasından 20 ilçede 2'şer durak olmak üzere toplam 40 lokasyondan toplanmıştır (Samsun ilinde Merkez, Bafra, Vezirköprü, Terme ve Ladik; Amasya ilinde Merkez, Suluova, Göynücek, Taşova ve Hamamözü; Tokat ilinde Merkez, Artova, Niksar, Zile ve Reşadiye; Ordu ilinde Ünye, Gülyalı, Mesudiye, Akkuş ve Perşembe). Tohumların toplandıkları lokasyonlar Şekil 1'deki haritada verilmiştir.

Tohum toplama işlemi 2007 ve 2008 yılında Haziran ve Temmuz aylarında yapılmıştır. Her bir durakta, belirtilen türlere ait meyveler ayrı ayrı toplanmıştır. Toplanan meyveler, öncelikle tohum böceği zararına karşı fumigasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu işlemden sonra 5 gün havalandırılan meyvelerin içerisinden elektrikli harman makinesiyle tohumlar çıkartılmıştır. Daha sonra bu tohumlar +4 °C'de soğuk hava deposunda muhafaza edilmiştir. Eylül ayı ortasında sert tohum özelliğini kırmak için materyaller 15 sn süreyle zımparalanmıştır. Tohumlar, Ekim ayının ilk haftasında torf ile doldurulan violle (her viol gözüne 1 tohum gelecek şekilde) ekilmiştir. Viollerdeki fideler çıkış işleminden sonra yağmurlama olarak sulanmıştır. Elde edilen fideler 7-8 cm kadar geliştiği Kasım ayının ilk haftasında, her bir türe ait 20 fide, deneme alanındaki 16 metre uzunluktaki sıralara, sıra arası ve sıra üzeri mesafeleri 80 x 80 cm olacak şekilde şaşırtılmıştır. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği sınırları içerisinde ve 120 m'lik bir rakım değerine sahip olan deneme alanının toprak yapısı killi ve pH'sı



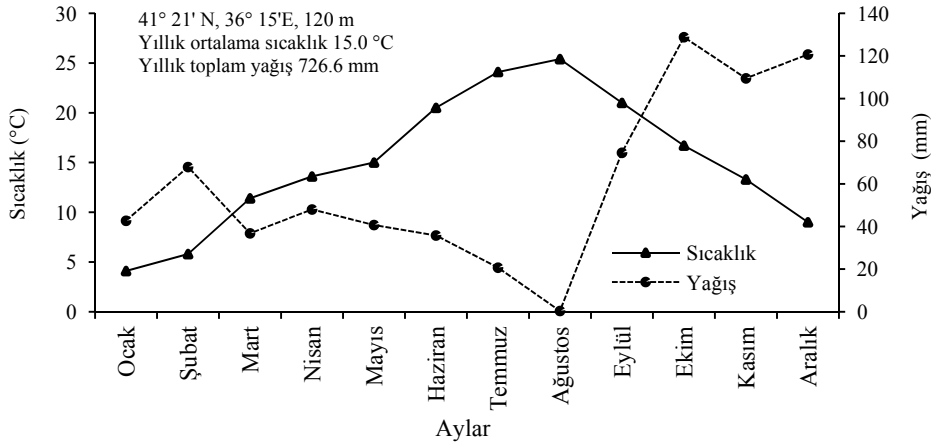
Şekil 1. Tek yıllık yonca tohumlarının toplandığı lokasyonlar

nötrdür. Kireçsiz, hafif tuzlu olan deneme yeri topraklarının, fosfor bakımından yetersiz, potasyum ve organik madde yönünden ise zengin olduğu belirlenmiştir.

Bakım işlemi olarak, arazide yabancı ot temizliği yapılmıştır. Deneme kuru şartlarda sürdürülmüştür.

Denemenin yürütüldüğü alanın uzun yıllar ortalama

sıcaklık değeri 14.2 °C iken, denemenin yürütüldüğü 2008 yılında ise bu değer 15.0 °C olmuştur. Uzun yıllar ortalaması olarak yıllık yağış toplamı 670.2 mm, 2008 yılında ise 726.6 mm olarak tespit edilmiştir. Samsun iline ait 2008 yılı iklimatik diyagramı Şekil 2’de verilmiştir (Anon., 2008).



Şekil 2. Samsun ili 2008 yılına ait sıcaklık ve yağış değerleri

Haziran ayı ortalarında % 50 çiçeklenme evresinde hasadı yapılan her bir genotipin yaş ağırlığı belirlendikten sonra bu materyalden alınan 300 g’lık numuneler kase kağıdına konularak 78 °C’de sabit ağırlığa gelene kadar kurutulmuştur. Elde edilen kuru madde ağırlıkları, yaş ağırlığa oranlanarak kuru madde oranları bulunmuştur. Her bir numunenin kuru madde oranları ile hasattaki yaş ağırlıkları çarpılarak her bir genotipin bitki başına kuru ot verimi hesaplanmıştır.

Kurutulan örnekler daha sonra 1 mm’lik elekten geçecek şekilde öğütülmüş ve bu örneklerde ham protein, asit çözültide çözünmeyen lif (ADF) ve nötral çözültide çözünmeyen lif (NDF) oranları, Foss NIRSystem Model 6500 Win ISI II v1.5 cihazında IC-0904FE kalibrasyon programı kullanılarak belirlenmiştir (Hoy ve ark., 2002).

Sindirilebilir kuru madde oranı (SKM) (%) = $88.9 - (0.779 \times \%ADF)$; Vücut ağırlığının yüzdesi olarak kuru

madde tüketimi (KMT) (%) = $120 / (\%NDF)$; Nispi yem değeri = $(SKM \times KMT) / 1.29$; Metabolik enerji (ME) (MJ/kg) = $0.17 \times \%SKM - 2.0$; formüllerinden hesaplanmıştır (Moore ve Undersander, 2002).

Denemeden elde edilen veriler tekrarlamaya sayısı eşit olmayan “Tesadüf Parselleri Deneme Deseni”ne göre, SPSS 17.0.V (SPSS Inc., 2008) programında analiz edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Genotiplerin ortalaması olarak, bitki başına en yüksek kuru ağırlıklar, *M. lupulina*, *M. orbicularis* ve *M. polymorpha* türlerinden (sırasıyla 68.46, 65.29 ve 62.27 g bitki⁻¹) elde edilmiştir. Bitki başına kuru ot verimi açısından en düşük değer ise 41.58 g bitki⁻¹ ile *M. rigidula* türünde belirlenmiştir (Çizelge 1). Bitki başına kuru ot verimi

açısından türler arasında görülen bu farklılık, her bir türün kendi içerisinde de tespit edilmiştir. Bitki başına kuru ot verimi açısından türlerin CV değerleri % 16.93 ile % 31.44 arasında değişerek, incelenen özellikler bakımından tür içi varyasyonun en yüksek olduğu özellik olarak dikkat çekmiştir. Tür içi varyasyonun en yüksek olduğu değer % 31.44 ile *M. rigidula*'da, en düşük değer ise % 16.93 ile *M. polymorpha*'da görülmüştür. Elde edilen bu verilere göre, tek yıllık yoncalarda öncelikle hangi türde çalışmaların yoğunlaştırılacağı kararının doğru bir şekilde verilmesi yanında, her bir türe ait popülasyonlar içerisinde de geniş varyasyonlar göz önünde tutularak, isteğe uygun genotiplerin seçimine de önemle eğilinmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Genotiplerin ortalaması olarak, tek yıllık yoncalardan *M. orbicularis* ve *M. arabica* türlerinin ham protein oranları (sırasıyla %23.04 ve 22.28) diğerlerinden daha yüksektir. En az ham protein oranları ise %19.42, 20.09 ve 20.42 ile *M. rigidula*, *M. minima* ve *M. polymorpha* türlerine aittir (Çizelge 1). Arcioni ve ark., 1985; Sevimay ve Kendir, 1997 ve Muir ve ark. (2005), tek yıllık yonca türlerinde ham protein oranının % 14-24 arasında değişim gösterdiğini belirtmektedirler. Bilindiği üzere otun protein içeriği, bitkinin genetik yapısı ve yetiştiği ortamın azot içeriği ve daha başka faktörlere göre değişiklik gösterebilmektedir. Redfean ve ark. (2012), içerdikleri ham protein oranına göre 6 kalite sınıfına ayırdıkları ve "Prime" olarak adlandırdıkları en yüksek kaliteye sahip kuru otların ham protein oranını "% 19' dan yüksek" olarak bildirmişlerdir. İçerdikleri ham protein oranlarına göre kuru otların kalitesini sınıflandıran bu cetvele göre, denemede yer alan türlerin tamamının en üst sınıfa girdikleri görülmektedir. Bilindiği üzere hayvanların başta adale olmak üzere vücut

gelişimi ve süt verimlilikleri için çok önemli olan proteinin en ekonomik olarak temin edildiği kaynak, baklagiller familyasına mensup yem bitkileridir (Aydın ve Uzun, 2005).

Çalışmada ham protein oranı açısından asıl farklılık, türler arasından daha ziyade, her bir türün kendi içerisindeki genotipler arasında görülmüştür (Çizelge 1). Nitekim aynı türe ait genotipler arasındaki varyasyon katsayısı 10.77 ile 16.57 arasında değişim göstermiştir. *Medicago polymorpha* türü % 16.57 ile kendi içerisinde en fazla varyasyon gösteren tür olurken, *Medicago lupulina* ise % 10.32 ile en az varyasyon gösteren tür olmuştur. Elde edilen veriler, ham protein oranı açısından genotipler arasındaki varyasyonun yüksek olması, kuru ot veriminde olduğu gibi ıslah çalışmalarında tür içi seleksiyon çalışmalarının önemini ön plana çıkarmıştır.

Bitki familyaları arasında büyük farklılıklar görülen ve bitkilerin gelişme evrelerinin ilerlemesiyle gittikçe yükselen bir değer gösteren ADF ve NDF içerikleri, yemlerin hayvansal ürüne dönüşüm ve hayvanlar tarafından alınabilirliğinin en önemli göstergeleridir (Undersander and Moore, 2008). ADF içeriği açısından tek yıllık yonca türleri % 27.89 ile 36.06 arasında değişen değerlere sahip olmuşlardır. Genotiplerin ortalaması olarak *M. minima* türünden elde edilen ADF oranı % 36.06 ile en yüksek olmuştur. *M. orbicularis*, *M. arabica* ve *M. polymorpha* türlerinin ADF oranları ise (sırasıyla % 27.89, 28.80 ve 29.22) en az olmuştur. Türlerin ADF oranlarına ilişkin % CV değerleri ise 8.70 ile 13.21 arasında değişmiştir (Çizelge 1).

Tek yıllık yonca türlerinde genotiplerin NDF içerikleri % 39.71 ile 48.20 arasında değişmiştir. En yüksek NDF içeriği *M. minima* ve *M. rigidula* (sırasıyla % 48.20 ve

Çizelge 1. Tek yıllık yonca türlerine ait verim ve besin özelliklerine ait değerler

Türler	Kuru Ağırlık (g bitki ⁻¹)		Ham Protein (%)		ADF (%)		NDF (%)	
	Ort.±Sd	CV%	Ort.±Sd	CV%	Ort.±Sd	CV%	Ort.±Sd	CV (%)
<i>M. polymorpha</i> L. (n=36)	62.27±10.54 ^{ab*}	16.93	20.42±3.38 ^{cd}	16.57	29.22±3.38 ^d	11.57	40.75±4.09 ^c	10.04
<i>M. arabica</i> L. (n=33)	60.42±13.33 ^{bc}	22.06	22.28±3.02 ^{ab}	13.57	28.80±2.51 ^d	8.70	39.71±3.47 ^c	8.73
<i>M. lupulina</i> L. (n=30)	68.46±12.48 ^a	18.23	21.91±2.26 ^{bc}	10.32	32.92±3.43 ^c	10.42	44.52±3.60 ^b	8.09
<i>M. minima</i> L. (n=38)	51.06±13.89 ^c	27.20	20.09±2.62 ^d	13.04	36.06±4.76 ^a	13.21	48.20±5.51 ^a	11.42
<i>M. rigidula</i> L. (n=25)	41.58±13.26 ^d	31.44	19.42±2.79 ^d	14.37	33.13±3.15 ^{bc}	9.50	46.95±4.41 ^a	9.39
<i>M. orbicularis</i> L. (n=34)	65.29±13.85 ^{ab}	21.21	23.04±2.48 ^a	10.77	27.89±2.43 ^d	8.73	40.79±3.27 ^c	8.02

Türler	Sindirilebilir Kuru Madde Oranı (%)		Kuru Madde Tüketimi (%)		Nispi Yem Değeri		Metabolik Enerji (MJ kg ⁻¹)	
	Ort.±Sd	CV%	Ort.±Sd	CV%	Ort.±Sd	CV%	Ort.±Sd	CV%
<i>M. polymorpha</i> L.	66.14±2.63 ^a	3.98	2.97±0.29 ^a	9.78	152.95±20.32 ^{ab}	13.29	9.24±0.45 ^a	4.85
<i>M. arabica</i> L.	66.47±1.95 ^a	2.94	3.05±0.29 ^a	9.40	157.32±19.47 ^a	12.38	9.30±0.33 ^a	3.57
<i>M. lupulina</i> L.	63.26±2.67 ^b	4.22	2.71±0.21 ^b	7.79	133.28±15.46 ^c	11.60	8.75±0.45 ^b	5.19
<i>M. minima</i> L.	60.81±3.71 ^c	6.10	2.53±0.41 ^c	16.02	118.75±13.59 ^d	11.44	8.34±0.63 ^c	7.57
<i>M. rigidula</i> L.	63.09±2.45 ^b	3.89	2.58±0.22 ^c	8.52	126.28±14.70 ^b	11.64	8.73±0.42 ^b	4.78
<i>M. orbicularis</i> L.	67.17±1.90 ^a	2.82	2.96±0.24 ^a	7.98	154.40±15.80 ^{ab}	10.24	9.42±0.32 ^a	3.42

*Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur. ADF ve NDF: Asit ve nötral çözümlenebilir lif oranı

46.95) türlerinden elde edilmiştir. *M. arabica*, *M. 40.75* ve *40.79* olan NDF içerikleri diğerlerine göre daha düşük olmuştur. NDF içeriği açısından % CV değerleri 8.02 ile 11.42 arasında değişkenlik göstermiştir. Redfearn ve ark. (2012), içerdikleri ADF ve NDF oranına göre 6 kalite sınıfına ayırdıkları ve “Prime” ve onun hemen altında “Birinci Sınıf” olarak adlandırdıkları kuru otların ADF ve NDF oranlarının cetvel değerlerini sırasıyla “<% 31” ile “% 31-35” ve “<% 40” ile “% 40-46” olarak bildirmişlerdir. Bu kalite cetveline göre denemede yer alan tek yıllık yonca türlerinden *M. orbicularis*, *M. arabica* ve *M. polymorpha*’nın diğer 3 türe göre daha kaliteli oldukları, ADF içeriklerine göre “Prime” sınıfında yer aldıkları görülmektedir. Adı geçen bu türler NDF içerikleri yönünden de en iyi değerleri göstermişlerdir. NDF içeriği bakımından *M. arabica* % 39.71’lik değeriyle yine en üst sınıf kalite değeri olan “Prime” sınıfında yer almıştır. *M. minima* ise % 48.20’lik NDF içeriğiyle diğer türlere göre daha alt kalite sınıfında yer almıştır.

Kaba yemlerin kalite göstergelerinin en önemlilerinden biri olan sindirilebilir kuru madde oranları bakımından en yüksek değerler; *M. orbicularis*, *M. arabica* ve *M. polymorpha* (% 67.17, 66.47 ve 66.14), en düşük değer ise *M. minima*’da (% 60.81) tespit edilmiştir.

Çiftlik hayvanlarının diyet programlarının oluşturulmasında çok önemli kriterlerden olan kuru madde alım oranı ve kaba yemlerin metabolik enerji değerleri bakımından da türler ve her bir türün kendi içerisindeki genotipler arasında çok önemli ($P<0.01$) farklılıklar belirlenmiştir. Nitekim, denemede yer alan türlerin kuru madde alım oranları % 2.53 ile 3.05 arasında değişmiştir. Kuru madde alım oranı en yüksek değere sahip türler % 3.05, 2.97 ve 2.96’lık oranlarla sırasıyla *M. arabica*, *M. polymorpha* ve *M. orbicularis* olmuştur. *M. minima* ve *M. rigidula* ise % 2.53 ve 2.58 ile en düşük değerlere sahip olmuşlardır. Türlerin metabolik enerji değerleri açısından da sindirilebilir kuru madde ve kuru madde alım oranlarında olduğu gibi *M. arabica*, *M. polymorpha* ve *M. orbicularis* türleri 9.24, 9.30 ve 9.42 MJ kg⁻¹’lik değerlerle en yüksek performansı gösteren türler olmuştur. Metabolik enerji değerleri bakımından en düşük değere 8.34 MJ kg⁻¹ ile *M. minima* sahip olurken onu 8.73 ve 8.75 MJ kg⁻¹’lik değerlerle *M. rigidula* ve *M. lupulina* izlemiştir.

Kuru ot ticaretinde, kuru otun fiyatının belirlenmesinde en önemli kriter olan nispi yem değerleri (Redfearn ve ark., 2012) bakımından da görüntü değişmemiş; *M. arabica*, *M. orbicularis* ve *M. polymorpha* türleri sırasıyla 152.95, 154.40 ve 157.32’lik değerlerle en üst kalite, *M. minima*, *M. rigidula* ve *M. lupulina* ise 118.75, 126.28 ve 133.28’lik değerlerle en alt kalite derecesine sahip olmuşlardır.

4. Sonuç

Elde edilen sonuçlara göre, verimlilik ve besin değerleri birlikte değerlendirildiğinde, denemede yer alan tek yıllık yoncalardan öne çıkan türler; *M. orbicularis*, *M. polymorpha* ve *M. arabica* olmuştur. Bu türlerin kalite sınıflandırmalarında en üst sınıflarda yer almaları, kaliteli kaba yem üretiminde ne kadar önemli olduklarını ve üzerlerine daha fazla eğilimesi gerekliliğini göz önüne sermiştir. Denemeden elde edilen diğer bir önemli sonuç

polymorpha ve *M. orbicularis* türlerinin sırasıyla % 39.71, ise, çalışılan türlerin başta kuru ağırlık ve ham protein oranları olmak üzere kendi içerisinde yüksek derecede varyasyon gösterdiği ve bu anlamda tür içi seleksiyon çalışmalarının ne kadar önemli olduğudur. Son olarak çalışılan bölgenin yabancı bitkisel materyaller açısından oldukça zengin bir gen havuzuna sahip olduğu söylenebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir (TOVAG 1070087).

Kaynaklar

- Alimoğlu, N. 1971. Devamlı otlama ve çeşitli sürelerde dinlendirmenin mera vejetasyonuna etkileri üzerinde araştırmalar. Çayır-Mera ve Zootekni Arş. Ens. Yayın No: 16, Ankara.
- Alpay, O. 1970. Çamkoru ve Aladağ mıntıklarında otlak ekimi araştırmaları. Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Yayın No: 43, Ankara.
- Anonim, 2008. Samsun Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları. Available from URL: <http://www.mgm.gov.tr/tahmin/il-veliceler.aspx?m=samsun/> [Ulaşım: 10 Nisan 2015].
- Arcioni, S., Falcinelli, M., Francia, U., Lorenzetti, F., Varonesi, F. 1985. Qualitative evaluation of spontaneous forage legumes growing in Central Italy. Proceedings of the XV International Grassland Cogress, 1049–1050, 24-31 August, Kyoto.
- Aydın, I., Uzun, F. 2001. Effect of some applications on germination rate of gelemen clover seeds gathered from natural vegetation in Samsun. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4 (2): 181-183.
- Aydın, İ., Uzun, F. 2002. Çayır-Mera Amenajmanı ve Islahı. OMÜ, Ziraat Fak., Ders Kitabı No: 9, Samsun.
- Aydın I., Uzun, F. 2005. Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield, forage quality and the botanical composition. European Journal of Agronomy, 23: 8-14.
- Büyükbuç, U. 1980. Ankara ili Yavrucak köyü meralarının gübreleme ve dinlendirme yolu ile ıslahı olanakları üzerinde bir araştırma (Doçentlik tezi). Çayır-Mera ve Zootekni Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Cocks, P.S., Ehrman, T.A.M. 1987. The geographic origin of frost tolerance in Syrian pasture legumes. J. Appl. Ecol., 24: 673-683.
- Crawford, E.J. 1970. Variability in a large Mediterranean collection of introduced lines of *Medicago truncatula*. Proceedings of the XI International Grasslands Congress, 188-192, 13-23 April, Australia.
- Crawford, E.J., Lake, A.W.H., Boyce, K.G. 1989. Breeding annual *Medicago* species for semiarid conditions in Southern Australia. In: Brady, N.C. (Ed.), Advances in Agronomy, Academic Press, Inc., 399-437.
- Davis, P.H. 1970. Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol. 8, Edinburg University Press, Edinburgh.
- Hoy, M.D., Moore, K.J., George, J.R., Brummer, E.C. 2002. Alfalfa yield and quality as influenced by establishment method. Agr. J., 94: 65-71.
- Muir, J.P. 2000. Agronomic characteristics of native and naturalized cool season legumes collected in Texas. (Online), Available from URL: http://forageresearch/tamu.edu/2000/native_naturalized_legumes.pdf verified/ [Ulaşım: 10 Nisan 2015].
- Muir, J.P., Ocumpaugh, W.R., Butler, T.J. 2005. Trade-offs in forage and seed parameters of annual *Medicago* and *Trifolium* species in North-Central Texas as affected by harvest

- intensity. *Agron J.*, 97: 118-124.
- Muir, J., Lambert, B., Newman, Y. 2007. Defining Forage Quality. Available from URL: <http://hdl.handle.net/1969.1/87461/> [Ulaşım: 13 Nisan 2015].
- Moore, J.E. Undersander, D.J. 2002. Relative forage quality: An alternative to relative feed value and quality index. Proc 13th Annual Florida Rumin. Nutr. Symp., University of Florida, USA, 16-32.
- Redfearn, D., Zhang, H., Caddel, J. 2012. Forage quality Interpretations. Oklahoma Cooperative Extension Service. PSS-2117, Pp: 4, Available from URL: http://pss.okstate.edu/publications/publications-master-list/copy_of_publications/forages/PSS-2117web.pdf [Ulaşım: 12 Mayıs 2015].
- Sevimay, C.S., Kendir, H. 1997. Bazı tek yıllık yonca tür ve varyetelerinin ot, tohum ve protein verimi üzerine araştırmalar. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2: 31-37.
- Shrestha, A., Hesterman, O.B., Squire, J.M., Fisk, J.W., Sheaffer, C.C. 1998. Annual medics and bersem clover as emergency forages. *Agron. J.*, 90: 197-201.
- SPSS, Inc. 2008. SPSS for Windows. Release, 17.0 Copyright SPSS Inc., Chiago, USA.
- Şahinoğlu, O., Uzun, F. 2006. Yedinci yılında mera kanunu uygulamaları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü*, 12(1-2): 95-100.
- TÜİK, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. Available from URL: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001, [Ulaşım: 22 Mayıs 2015].
- Tükel, T., Hatipoğlu, R. 1999. Çayır mera ekolojisi, Çayır-mera amenajman ve ıslahı. Tarım ve Köy İşleri Bak., Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Çayır Mera Yem Bitkileri ve Havza Geliştirme Daire Başkanlığı, Ankara.
- Undersander, D., Moore, J.E. 2008. Relative Forage Quality. Focus on Forage. Extension Service of the University of Wisconsin, Vol:4, No:5, Available from URL: <http://www.uwex.edu/ces/forage/pubs/rfq.htm> [Ulaşım: 22 Mayıs 2015].
- Uzun, F., Aydın, I. 2004. Improving germination rate of *Medicago* and *Trifolium* species. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3(6): 714-717.
- Van Soest, P.J. 1973. Composition and nutritive value of forages. The Science of grassland Agriculture Iowa State University Press, Ames, IA.
- Walsh, M.J., Delaney, R.H., Groose, R.W., Krall, J.M. 2001. Performance of annual medic species (*Medicago* spp.) in Southeastern Wyoming. *Agron. J.*, 93: 1249-1256.
- White, L.M., Wight, J.R. 1984. Forage yield and quality of dryland grasses and legumes. *J. Range Manage.*, 37: 233-236.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 281-286

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.281-286



Bazı yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin Tokat-Kazova şartlarında verim ve verim özelliklerinin incelenmesi

Güngör Yılmaz*, Ahmet Kınay

Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: gungor.yilmaz@gop.edu.tr

Geliş/Received 03/06/2015

Kabul/Accepted 08/12/2015

ÖZET

Bu araştırma, Tokat-Kazova şartlarında 2013 ve 2014 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmanın amacı, bazı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin verim ve verim özelliklerinin incelenmesidir. Araştırmada, 14 hibrit yağlık ayçiçeği çeşidi (Hornet, LG-5580, Bosfora, Reyna, Oleko, Tarsan-1018, Aitana, Sirena, 2525, Tunca, Paktol, P44646, LG-5400 HO, P-4223) kullanılmıştır. Araştırmada, bitki boyu, tabla çapı, tablada tane sayısı, bin tane ağırlığı, tohum verimi, yağ oranı ve yağ verimi özellikleri incelenmiştir. Çalışmada incelenen tüm özellikler bakımından çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli ($p<0.05$ ve $p<0.01$) bulunmuştur. En yüksek verime LG-5580 (605 kg/da), Sirena (607 kg/da) ve P4223 (608 kg/da) çeşitleri, en yüksek yağ içeriğine ise Aitana (% 44.5), Sirena (% 44.4) ve Hornet (% 44.0) çeşitlerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, dekara en yüksek tohum ve yağ verimine sahip olan Sirena çeşidinin Tokat/Kazova yöresi için önerilebilir bir çeşit olduğu belirlenmiştir. Buna ilaveten LG-5580, Hornet ve Reyna çeşitlerinin de yüksek verimli ve istatistiksel yönden Sirena ile aynı grupta yer almasından dolayı önerilebileceği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler:

Çeşit
Helianthus annuus L.
Tohum verimi
Tokat
Yağ oranı
Yağlık ayçiçeği

Determination of yield and yield components some sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties in Tokat-Kazova conditions

ABSTRACT

This experiment was conducted during 2013 and 2014 growing seasons in Tokat-Kazova province of Turkey. The purpose of this study is determine of yields and yield components in some sunflower cultivars. In this study was used 14 hybrid (Hornet, LG-5580, Bosfora, Reyna, Oleko, Tarsan-1018, Aitana, Sirena, 2525, Tunca, Paktol, P44646, LG-5400 HO, P-4223) sunflower cultivars. Plant height, head diameter, number of seed in head, 1000 seeds weight, seed yield, oil rates and oil yield were examined. Statistically significant ($p<0.05$ and $p<0.01$) variations were observed in all variables studied. The highest seed yields, LG-5580 (605 kg/da), Sirena (607 kg/da) and P4223 (608 kg/da) cultivars, the highest oil content, Aitana (% 44.5), Sirena (% 44.4) and Hornet (% 44.0) cultivars were determine. Based on the result of this research, the highest seed yields and oil content was obtained in Sirena varieties for Tokat-Kazova locations. In additions, LG-5580, Hornet and Reyna varieties suggested in this province.

Keywords:

Cultivar
Helianthus annuus L.
Seed yield
Tokat
Oil content
Sunflower

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Türkiye’de en çok üretimi yapılan yağ bitkisi ayçiçeğidir. Son yıllarda gittikçe artan yağ ihtiyacını karşılayabilmek için başta ayçiçeği olmak üzere diğer yağlı tohumlu bitkilerin üretim miktarlarında artışlar görülmektedir. Türkiye’de 2013 yılında ayçiçeği ekim alanı 610 bin ha olup, yaklaşık 1.5 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2014a). Tokat ve yöresinde son

yıllarda ayçiçeği ekim alanı artış göstermiş 2013 yılında yaklaşık 47 bin ton ayçiçeği üretilmiştir. Ayçiçeği, Tokat’ın farklı bölgelerinde sulu ve kuru şartlarda üretilmekte olup genellikle sulanarak yetiştirilmektedir (Anonim, 2014b).

Tüm kültür bitkilerinde olduğu gibi ayçiçeğinin birim alan verimine, başta genotipik özellikler olmak üzere, ekolojik faktörler ve tarımsal uygulamalar etki etmektedir. Farklı bölgelerde yetiştirilen genotiplerin verim ve kalite özellikleri de farklılık gösterebilmektedir. Ayçiçeğinin

adaptasyon yeteneğinin fazla olmasına karşın, aynı çeşitlerin değişen ekolojilere tepkileri farklı olmakta ve buna bağlı olarak elde edilen verim ve verim özellikleri de değişiklik gösterebilmektedir (Baydar, 2000).

Türkiye’de yetiştirilmekte olan yağlık ayçiçeği çeşitlerinin tamamına yakını hibrit çeşitlerdir. Hibrit ayçiçeği çeşitlerinin stabilitesi, hibrit olmayanlara göre daha yüksek olduğundan bu çeşitlerin genotip x çevre etkileşimleri daha düşük olmakta ve bu yüzden stabil yüksek verimler elde edilebilmektedir. Böylece ayçiçeğinde birim alandan elde edilen verimin artmasıyla daha fazla üretim yapılabilmektedir (Göksoy, 1999). Verim stabilitesi yüksek çeşitlere rağmen, belli aralıklarla her yöre için yüksek tohum ve yağ verimine sahip, hastalık ve zararlılara dayanıklı, yörenin çevre şartlarıyla uyumlu çeşitlerin belirlenmesi amacıyla yapılacak çalışmalar önem taşımaktadır (Karaaslan, 2001; Önder ve ark., 2001; Güvercin ve ark., 2002; Tunçtürk ve ark., 2005).

Ayçiçeği yetiştiriciliğinde bölgeye uygun çeşit kullanımı, diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi verim ve kaliteyi etkileyen temel unsurlardandır. Türkiye’de Van, Tekirdağ-Kırklareli, Diyarbakır, Çukurova, Çorum ekolojilerinde yapılan çeşitli çalışmalarda elde edilen verimler 76-411 kg/da, yağ oranı ise %33-48 arasında değişiklik göstermiştir (Arslan ve ark., 2003; Karaaslan ve ark., 2010; Kara ve Başalma, 2011; Çil ve ark., 2011; Karakaş ve Arslanoğlu, 2013). Özellikle ayçiçeğinin yetiştirildiği bölgelerin şartlarından çok etkilenmesi çeşitlerin verim ve verim özellikleri üzerinde çok büyük farklılıklar ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayçiçeği yetiştiriciliğinde sulama yapıp yapılmamasına göre elde edilen tohum verimi ve yağ oranı değerleri çok büyük farklılıklar göstermektedir. Ayçiçeği yetiştiriciliği sulanan alanlarda yapıyorsa, tohum verimi artmakta ve buna bağlı olarak da yağ verimleri yükselmektedir. Nitekim Tokat-Erbaa şartlarında Şahin (2015) tarafından sulamalı ve sulamasız olarak 14 farklı ayçiçeği çeşidiyle yapılan çalışmada, sulamalı şartlarda ortalama 332.1 kg/da verim alınırken, sulamasız şartlarda bu değer 273.0 kg/da olmuştur. Aynı çalışmada sulamalı şartlarda en yüksek verim 406.1 kg/da ile sirena ve tunca çeşitlerinden alınırken, sulamasız şartlarda ise en yüksek verim 345.8 kg/da ile hornet çeşidinden alınmış olup, çeşitlerin ortalaması itibarıyla sulamalı şartlar alınan verim, sulamasız şartlardan %21.6 daha fazla olmuş, bu değer bazı çeşitlerde (Reyna) % 42.8’e kadar çıkmıştır.

Ayçiçeğinin yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonu çeşitlerin genetik farklılıklarının yanında yetiştirildikleri ekolojilerden de yüksek oranda etkilenmektedir (Kandil ve ark., 1990). Ayçiçeği yağ asitlerinin çoğunluğu doymamış yağ asitleri olup, bunların da büyük oranının çoklu doymamış yağ asitleri olması yağın oksidasyonu yönünden bir dezavantajdır. Ancak son yıllarda geliştirilen yeni çeşitlerin tekli doymamış yağ asitleri artırılırken çoklu doymamış yağ asitleri oranı azaltılmaktadır. Bu da üretilecek yağın muhafazasını kolaylaştırmakta ve yağın raf ömrünü uzatmaktadır. Bu tip çeşitlere genellikle oleik tip ayçiçeği çeşitleri denilmektedir. Bu çalışmada da iki tane oleik tip ayçiçeği çeşidine (Oleko ve LG-5400-HO) yer verilmiştir.

Ayçiçeği, Tokat yöresi ürün deseninde yer alan önemli ana ürünlerden biri olup, gün geçtikçe üretimi artmaktadır.

Tokat hem yağlık hem de çerezlik ayçiçeği üretimine uygun bir yerdir. Er (2015) tarafından Kazova şartlarında 24 farklı çerezlik ayçiçeği genotipiyle yapılan bir çalışmada dekara tohum veriminin 217.0-512.9 kg/da arasında değiştiğini ve ortalama verimin 350.0 kg/da olduğunu bildirmiştir. Tokat’ta yaygın olarak yapılan ayçiçeği üretimi yağlık amaçlı olup, üreticiler, genellikle özel firmaların verdiği veya ayçiçeğinin bölgede en önemli alıcısı olan Karadeniz Birlik’in önerdiği çeşitleri kullanmaktadır. Ancak, çok sayıda olan bu çeşitlerden hangilerinin daha üstün özelliklere sahip olduğuyula ilgili bilgiler ihtiyacı duyulmaktadır. Ayrıca, sadece üretici için değil sanayici için de hangi çeşit veya çeşitlerin daha yüksek yağ içeriğine sahip olduğunun belirlenmesi de önem arz etmektedir. Ayçiçeği, Tokat için önemli bir ürün olmasına rağmen, bu bölgede üzerinde az sayıda bilimsel çalışma yapılan bitkilerden biridir. Bu çalışma ile son yıllarda piyasada artan ayçiçeği çeşitlerinin hangilerinin Tokat’ta daha yüksek performans göstereceği belirlenmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu araştırma 2013 ve 2014 yıllarında Tokat-Kazova şartlarında yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak yurt içinden (Karadeniz Birlik, bazı tohumluk firmaları (Limagrain, Biotek, Agromar) ve Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü) temin edilen 14 adet ticari hibrit (Hornet, LG-5580, Bosfora, Reyna, Oleko, Tarsan-1018, Aitana, Sirena, 2525, Tunca, Paktol, P44646, LG-5400 HO, P-4223) yağlık ayçiçeği çeşidi kullanılmıştır. Bu çeşitlerden 12’si linoleik, ikisi (Oleko ve LG-5400-HO) oleik tip çeşitlerdendir.

Çalışmaların yürütüldüğü alanların toprak yapısı tınlı, hafif tuzlu, hafif alkali ve organik madde bakımından fakir bir toprak özelliğine sahiptir (Karaman ve Brohi, 2004). Araştırmanın yürütüldüğü Mart-Ağustos ayları arasında ortalama sıcaklıklar 2013 yılında 19-24 C0, 2014 yılında 15-25 C0 arasında değişmiştir. Çalışmanın birinci yılının vejetasyon dönemindeki (Nisan-Ağustos/2013) toplam yağış miktarı 87 mm iken, ikinci yılın (2014) Nisan-Ağustos döneminde ise 115 mm olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2014c).

2.2. Yöntem

Araştırma, Tokat-Kazova şartlarında Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak sulamalı koşullarda yürütülmüştür. Parseller 6 m boyunda 4 sıradan oluşmuştur. Ekim işlemleri 2013 yılında 10 Nisan, 2014 yılında ise 25 Mart tarihlerinde yapılmıştır. Ekim sıklığı 70x20 cm (Sağlam ve Önemli, 2005) olacak şekilde ayarlanarak, dekara saf 12 kg N, 6 kg P ve 6 kg K uygulaması yapılmıştır (Koç ve Noyan, 1996). Azotun yarısı ekimle birlikte diğer yarısı ise tabla oluşum başlangıcında elle parsellere uygulanmıştır. Sulama, kritik gelişme dönemi olan tabla oluşum başlangıcından itibaren topraktaki nemin ve kök bölgesinin ıslanma durumuna göre her iki yılda da 3’er kez damlama sulama şeklinde ve her sulama 3-4’er saat süreyle yapılmıştır. Araştırma süresince gerekli bakım işlemleri yapılarak gözlemler alınmıştır.

Araştırmada incelenen özellikler Şahin (2015) ve Er (2015)'ten yararlanılarak belirlenmiştir. Fizyolojik olarak olgunlaşan tablalar ilk yıl 30 Ağustos 2013, ikinci yıl ise 20 Ağustos 2014 tarihlerinde tablalar hasat edilerek harman edilmiştir. Harman edilen tanelerin nem oranı %8'e sabitlenerek tane verimleri hesaplanmıştır. Her parselden elde edilen materyalin yağ oranı soxhlet cihazında kuru madde üzerinden belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen tüm veriler SPSS 20 istatistik paket programı ile denemenin kuruluş yöntemine göre varyans analizlerine tabi tutulup, sonuçlar Duncan testine göre karşılaştırılmış (Fernandez ve ark., 2013) ve sonuçları yorumlanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Tokat/Kazova şartlarında 14 hibrit yağlık ayçiçeği çeşidiyle yapılan bu çalışmadan elde edilen iki yıllık veriler

homojen olduğu için değerlendirmeler birleştirilmiş yıllar üzerinden yapılmıştır. Araştırmada, bitki boyu 123 cm (P44646) ile 153 cm (P-4223) arasında değişim göstermiştir. En uzun ve en kısa olan çeşitlerin dışındaki çeşitler istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Bitki boyu genelde genetik bir özellik olmasının yanında çevre koşullarına bağlı olarak da farklılık gösterebilmektedir. Çalışma sulamalı olarak yapıldığı için vejetasyon süresi uzamış ve buna bağlı olarak da bitki boyları uzun olmuştur. Ancak yatma gibi herhangi bir olumsuzlukla karşılaşmamıştır. Ayçiçeğinde bitki boyu hasat için önem arz etmekte olup, dallanmayan, kısa boylu, sağlam gövdeli çeşitler olması makineli hasat için daha uygun olmaktadır. Yıllar itibariyle çeşitlere bakıldığında bitki boylarında değişimler olmuş ancak her iki yılda da benzer gruplarda yer almışlardır.

Çalışmada, tabla çapı 21-25 cm arasında değişmiştir. En

Çizelge 1. Farklı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin bitki boyu ve tabla çapı değerleri

Çeşitler	Bitki boyu (cm)**						Tabla çapı (cm)**					
	2013		2014		2013-2014		2013		2014		2013-2014	
Hornet	147	abc	141	abc	144	ab	22	a-d	23	def	23	ab
LG-5580	143	b-e	153	ab	148	ab	22	b-e	25	bcd	23	ab
Bosfora	142	b-e	136	a-d	139	abc	19	e	23	f	21	b
Reyna	153	a	142	abc	147	ab	22	b-e	24	def	23	ab
Oleko	145	a-d	124	cd	134	abc	25	a	26	ab	25	a
Tarsan-1018	138	cde	118	d	128	bc	21	cde	24	b-e	23	ab
Aitana	133	e	123	cd	128	bc	20	de	22	f	21	b
Sirena	141	b-e	132	bcd	137	abc	21	cde	25	bcd	23	ab
2525	133	e	131	bcd	132	bc	24	ab	27	a	25	a
Tunca	142	b-e	129	cd	136	abc	23	abc	23	def	23	ab
Paktol	136	de	138	a-d	137	abc	21	cde	25	abc	23	ab
P44646	122	f	124	cd	123	c	21	cde	23	ef	22	b
LG-5400 OH	147	abc	128	cd	137	abc	23	abc	24	c-f	23	ab
P-4223	149	ab	157	a	153	a	24	ab	26	ab	25	a
Ortalama	141		134		137		22		24		23	
LSD	11.4		26.1		17.4		3.1		1.8		2.62	
DK (%)	3.5		7		3.5		4.6		3.2		4.7	

DK: Değişim katsayısı, **p<0.01

geniş tabla çaplarına Oleko, 2525 ve P-4223 çeşitleri sahip olurken en küçük tabla çapı ise Bosfora ve Aitana çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Ayçiçeğinde tabla çapı, başta çeşit özelliği olmak üzere, ekolojik koşullara, yetiştirme tekniklerine, toprak yapısına, sulama uygulanıp uygulanmamasına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Gürbüz ve ark., 2003; Arıoğlu, 2007). Tüm çeşitlerin tabla çapları ikinci yıl, birinci yıla göre daha geniş olmuştur. Bunun en önemli nedeninin ise ikinci yıl yağış miktarının ilk yıla göre daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim çalışmanın ikinci yılının vejetasyon döneminde yağın toplam yağışın, ilk yıldan yaklaşık %50 daha fazla olduğu belirtilmiştir.

(Anonim, 2014c). Çalışmanın ilk yılında yağışların yetersiz kaldığında sulama yapılmış olmasına rağmen, ikinci yıl oluşan yağışların etkinliği tabla çapı gibi diğer özelliklere de olumlu yönde yansımıştır. Konuyla ilgili, Şahin (2015), sulamalı şartlarda 14 farklı ayçiçeği çeşidinin tabla çapı ortalamasını 23.5 cm olarak belirlerken, sulamasız şartlarda bu değer 20.1 cm'ye düştüğünü belirlemiştir. Aynı araştırmacı sulamanın bitki boyu ve tabla çapını ortalama %16.9 oranında arttırdığını da belirtmiştir. Tabla çapının büyük olması ile tabladaki tane sayısı arasında genelde doğru bir orantı bulunmakta olup bu özellik tohum verimini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu çalışmada da en yüksek verim veren çeşitlerin tabla çapları da en büyükler arasında

yer almıştır.

Ayçiçeğinde tablada tane sayısı ve bin tane ağırlığı verimi doğrudan etkileyen faktörlerdendir. Bu çalışmada tabladaki tane sayısı en az LG-5400 OH (1066 adet/tabla) çeşidinde, en fazla ise P-4223 (1897 adet/tabla) çeşidinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Reyna, Oleko, Aitana ve

Tunca çeşitleri de istatistiki olarak en fazla tablada tane sayısına sahip olan P-4223 çeşidiyle aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 2). Ayçiçeğinde tablada tane sayısı daha çok çeşit özelliği olmasına rağmen, sulama, çevre şartları, besleme gibi faktörler de bu özellik üzerinde etkili olabilmektedir.

Çizelge 2. Farklı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin Tokat/Kazova şartlarındaki bin tane ağırlıkları ve tabladaki tane sayıları değerleri

Çeşitler	Bin tane ağırlığı (gr)**			Tablada tane sayısı (adet/tabla)**		
	2013	2014	2013-2014	2013	2014	2013-2014
Hornet	90 bc	80 bcd	85 b-e	1332 def	1362 bcd	1347 d
LG-5580	82 def	80 bcd	81 de	1655 ab	1676 ab	1666 b
Bosfora	80 ef	82 abc	81 de	1281 ef	1245 cd	1263 de
Reyna	76 fg	80 bcd	78 ef	1670 ab	1523 bc	1596 ab
Oleko	83 c-f	83 abc	83 cde	1568 bcd	1297 bcd	1432 abc
Tarsan-1018	89 bcd	91 a	90 ab	1210 f	1317 bcd	1263 de
Aitana	78 fg	79 cd	78 ef	1434 b-f	1431 bc	1432 abc
Sirena	86 b-e	83 abc	85 b-e	1348 c-f	1341 bcd	1345 d
2525	97 a	90 ab	93 a	1269 ef	1222 cd	1246 de
Tunca	97 a	82 abc	90 ab	1592 bc	1361 bcd	1476 abc
Paktol	88 bcd	91 a	89 abc	1577 bc	1178 cd	1378 cd
P44646	72 g	74 cd	73 f	1468 b-e	1200 cd	1334 d
LG-5400 OH	90 b	84 abc	87 a-d	1187 f	945 d	1066 e
P-4223	76 fg	71 d	74 f	1883 a	1911 a	1897 a
Ortalama	85	82	83	1462	1358	1410
LSD	8.4	11.8	6.07	286.6	486	218.8
DK (%)	4.1	6.1	4.1	7.4	12.7	7.5

DK: Değişim katsayısı, **p<0.01

Araştırmada bin tane ağırlığı 73-93 g arasında değişmiş ve en yüksek değer 2525 çeşidinde olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Ayçiçeğinde 1000 tohum ağırlığı, çeşide ve yetiştirme şartlarına göre değişiklik gösterebilmektedir (İlbaş ve ark.,1996; Özer ve ark., 2004). Yağlık ayçiçeği çeşitlerinde 1000 tohum ağırlığı 35-120 g arasında değişmekte olup, bin tohum ağırlığı 120 g'dan fazla olan çeşitler genellikle çerezlik olarak kullanılan çeşitlerdir (Atakişi, 1991; Turan ve Göksoy, 1998). Tokat şartlarında Er (2015) tarafından 24 farklı çerezlik ayçiçeği genotipiyle yapılan bir çalışmada 1000 tohum ağırlıklarının ortalama 151.2 g olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmanın yapıldığı Tokat/Kazova'nın toprak verimliliğinin iyi olması, denemenin sulu şartlarda yürütülmesi, tozlanma döneminde yüksek nem veya sıcaklık gibi olumsuzlukların olmaması tohumların tamamına yakının döllenebilmesine ve tam olarak dolmasına bağlı olarak 1000 tohum ağırlıkları yüksek olmuştur. Bu da çalışmadan elde edilen verim değerlerini doğrudan etkilemiştir. Şahin (2015), sulamasız şartlarda 65.4 g olarak belirlediği 1000 tohum ağırlığının, sulamalı şartlarda 80.9 g'a yükseldiğini, sulamanın tablada tane sayısını %14.8, 1000 tohum ağırlığını ise % 23.8 oranında arttırdığını bildirmiştir. Yürütülen çalışmada tabladaki tane sayısı ile 1000 tohum ağırlığı arasında ters bir ilişkinin olduğu da dikkat çekmiştir. Nitekim, 1000 tohum ağırlığı diğer çeşitlerden daha yüksek olan 2525 (93 g), LG 5400 OH (87 g) çeşitlerinin tablalarındaki tohum

sayıları sırasıyla 1246 ve 1066 iken, 1000 tohum ağırlığı düşük olan P4223 (74 g), çeşidinde 1897 tohum/tabla olmuştur.

Tokat/Kazova şartlarında yağlık ayçiçeği çeşitleriyle yürütülen bu araştırmada elde edilen verilere göre en yüksek tohum verimi LG-5580 (605 kg/da), Sirena (607 kg/da) ve P4223 (608 kg/da) çeşitlerinden elde edilmiştir. Hornet, Reyna, Tunca ve Paktol çeşitleri de istatistiki olarak en yüksek tohum verimine sahip çeşitlerle aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 3). Ayçiçeğinde verim, genotip, çevre koşulları, iklim faktörleri ve yetiştirme tekniği uygulamalarından önemli derecede etkilenmektedir. Nitekim bu çalışmada da çevre koşulları ve yapılan tarımsal uygulamaların aynı olması sonucunda elde edilen verim değerleri çeşitlerin genetik özelliklerine bağlı olarak farklılıkları ortaya çıkarmıştır. Bu çalışmada, yüksek sayılabilecek verimlerin alınmasında, genotipik performansların yanısıra, çevre faktörlerinin uygun olması ve kritik gelişme dönemlerinde damla sulama yöntemiyle sulamaların yapılarak, bitkilere herhangi bir stresin yaşatılmamasının önemli payının olduğu düşünülmektedir. Nitekim Şahin (2015) sulamanın ayçiçeğinde dekara tohum verimini çeşitlere göre değişmekle birlikte %8.0-43.0 arasında arttırabildiğini bildirmiştir. Özellikle çeşitlerin tabla çapı, tabladaki tane sayısı ve bin tane ağırlıklarındaki değişimlere bağlı olarak verimlerinin de değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Bu üç özellik bakımından üstün

Çizelge 3. Farklı yağlık ayçiçeği çeşitlerinin Tokat/Kazova şartlarındaki tohum verimi, yağ oranı ve verimi değerleri

Çeşitler	Tohum Verimi (kg/da)**			Yağ oranı (%)**			Yağ verimi (kg/da)**		
	2013	2014	2013-2014	2013	2014	2013-2014	2013	2014	2013-2014
Hornet	589 ab	545 de	567 abc	44 b	44 a	44 a	261 a	238 bcd	250 ab
LG-5580	578 ab	632 abc	605 a	44 b	42 ab	43,3 ab	256 a	268 ab	262 ab
Bosfora	426 c	469 fg	447 de	43 c	43 ab	42,9 abc	183 cd	200 e	192 cd
Reyna	551 ab	635 ab	593 ab	42 cd	42 bc	42 a-d	232 ab	266 abc	249 ab
Oleko	542 ab	466 fg	504 cd	35 g	33 f	33,5 e	187 cd	152 g	169 de
Tarsan-1018	498 bc	569 b-e	533 bc	40 e	38 d	39,2 d	199 bc	218 de	209 c
Aitana	502 bc	553 cde	528 bc	46 a	43 ab	44,5 a	233 ab	236 cd	234 b
Sirena	552 ab	663 a	607 a	45 ab	44 a	44,4 a	249 a	289 a	269 a
2525	514 bc	513 ef	513 c	41 de	41 c	41,1 bcd	212 bc	210 de	211 c
Tunca	631 a	559 b-e	595 ab	42 d	39 d	40,3 cd	262 a	217 de	240 b
Paktol	559 ab	562 b-e	561 abc	34 g	33 ef	33,6 e	189 cd	188 ef	189 cd
P44646	441 c	418 g	430 e	41 de	39 d	40,3 cd	182 cd	165 g	173 d
LG-5400 OH	449 c	398 g	423 e	36 f	34 e	34,9 e	161 d	136 fg	148 e
P-4223	613 a	604 a-d	608 a	34 g	33 ef	33,5 e	210 bc	197 e	204 c
Ortalama	532	542	537	41	39	39.8	216	213	214
LSD	106	93.8	59.8	1.6	1.7	2.54	42.3	38.2	23.7
DK (%)	7.8	7.2	7.5	1.6	1.8	3.4	7.8	7.6	8

DK: Değişim katsayısı, **p<0.01

olan genotiplerin verim değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür.

Çalışmada yağ oranları %33.5-44.5 arasında olup en yüksek yağ içeriğine Aitana (%44.5), Sirena (%44.4) ve Hornet (%44.0) çeşitlerinin sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, LG-5580, Bosfora ve Reyna çeşitlerinin yağ oranları da yüksek olup istatistiksel olarak en yüksek yağ oranına sahip çeşitlerle aynı grupta yer almışlardır. En yüksek tohum verimine ve yağ oranına sahip olan Sirena çeşidinin yağ verimi (269 kg/da) de en yüksek olmuştur. Bununla birlikte, Hornet, LG-5580 ve Reyna çeşitlerinin de dekara yağ verimlerinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayçiçeğinde yağ oranı ve buna bağlı olarak da yağ verimi, çeşit özelliği, yetiştirme tekniği ve ekolojik faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Çil ve ark., 2011). Bu faktörlerden genotip farklılığı yağ oranı üzerine en etkili faktör olduğu görülmektedir. Çalışmada yer alan oleik tip çeşitlerden Oleko'nun iki yıllık ortalama veriminin 504 kg/da olmasına rağmen, yağ oranının % 33.5 ile düşük olduğu, LG-5400 OH çeşidinin ise veriminin 423.0 kg/da, yağ oranının ise % 34.9 ile yine düşük olan grupta yer aldıkları belirlenmiştir (Çizelge 3).

4. Sonuç

Bu çalışmada genel olarak tüm özellikler bakımından üstün olan çeşidin Sirena olduğu belirlenmiştir. Tokat/Kazova bölgesinde çiftçi açısından bakıldığında tohum verimi yüksek olan LG-5580 (605 kg/da), Sirena (607 kg/da) ve P4223 (608 kg/da) çeşitlerinin, sanayici açısından bakıldığında ise yağ oranı yüksek olan Hornet

(%44.0), Aitana (%44.5) ve Sirena (44.4) çeşitlerinin öne çıktığı görülmektedir. Hem çiftçi hem de sanayici açısından istenilen özelliklere sahip çeşidin Sirena olduğu belirlenmiştir. Tokat/Kazova bölgesinde Sirena başta olmak üzere yakın özelliklere sahip olan LG-5580, Hornet ve Reyna çeşitlerinin yetiştiriciliğinin yapılmasının üretici ve sanayici açısından uygun olduğu belirlenmiştir. .

Kaynaklar

- Anonim. 2014a. Statistic Yearbook. Food and Agriculture Organizations.
- Anonim. 2014b. Bitkisel Üretim. Türkiye İstatistik Kurumu.
- Anonim. 2014c. Tokat İli İklim Verileri, İklim Tokat Meteoroloji Müdürlüğü.
- Arnoğlu, H.H. 2007. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı Ders Kitabı. Genel Yayın No: 220, Ders Kitapları Yayın No: A-70. Adana, 204 s.
- Arslan, B., Altuner, F., Ekin, Z. 2003. Kısıtlı koşullarda yetiştirilen bazı ayçiçeği (*Heliantus annuus* L.) çeşitlerinin verim ve verim özellikleri üzerinde bir araştırma. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, s. 464-467. 13-17 Ekim 2003. Diyarbakır.
- Atakışi, İ.K. 1991. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No: 148, Ders Kitabı No: 10, Tekirdağ.
- Baydar, H. 2000. Bitkilerde yağ sentezi, kalitesi ve kaliteyi artırmada ıslahın önemi. Türk-Koop Ekin., 11: 50-57.
- Çil, A., Çil, A.N., Evci, G., Kılıç, F. 2011. Bazı yağlı ayçiçeği (*Heliantus annuus*L.) hibridlerinin Çukurova koşullarında bitkisel ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. IX. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt: 2, Sayfa: 996-999. 12-15 Eylül. Bursa.

- Fernandez-Cuesta, A., Jan, C.C., Fernández-Martínez, J.M., Velasco, L. 2013. Variability for Seed Phytosterols in Sunflower Germplasm. Crop Science Society of America, Inc.
- Er, T. 2015. Tokat-Kazova Şartlarında Bazı Çerezlik Ayçiçeği (*Heliantus annuus* L.) Genotiplerinin Verim ve Verimle İlgili Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi GOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Danışman: Prof. Dr. Güngör YILMAZ), Tokat.
- Göksoy, A.T. 1999. Kendilenmiş ayçiçeği hatlarından (*Helianthus annuus* L.) geliştirilen sentetik çeşitlerin bazı tarımsal özellikleri üzerinde bir araştırma. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 23 (Ek Sayı 2): 349-354.
- Güvercin, R.Ş., Tanrıverdi, M., Yılmaz, H.A. 2002. Harran Ovasında yetiştirilebilecek bazı ayçiçeği çeşitlerinin verim ve verim unsurları üzerinde bir araştırma. Har. Ü. Zir Fak. Der., 6(3-4): 57-64.
- Gürbüz, B., Kaya, M.D., Demirtola, A. 2003. Ayçiçeği Tarımı. Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- İlbaş, A.İ., Yıldırım, B., Arslan, B., Günel, E. 1996. Sulama sayısının bazı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinde verim ve önemli bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi. Y.Y.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 6: 9-22.
- Karaman, M.R., Brohi, A. 2004. Toprakta Bulunan Bitki Besinlerinin Yöntemlere Göre Sınır Değerleri. Tarım Sanayi Çevre Bildiri Kitabı, Ek Tablolar Bölümü, Nobel Yayıncılık, s: 1415-1426. Ankara.
- Kandil, A., Ibrahim, A.F., Marouard, R., Taha, R.S., 1990. Response of some quality traits of sunflower seeds and oil to different environments. Journal of Agronomy and Crop science. Agronomy Department, cario University Giza, Egypt. 164 (4): 224-230.
- Kara, M., Başalma, D. 2011. Bazı ayçiçeği çeşit ve hatlarının verim ve verim kriterleri yönünden karşılaştırılması. 9. Tarla Bitkileri Kongresi, Bursa.
- Karakaş, M., Arslanoğlu, F. 2013. Kıraç ve sulanabilir arazi koşullarında yağlık ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin verim ve bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi. 10. Tarla Bitkileri Kongresi. Konya.
- Karaaslan, D. 2001. Diyarbakır kuru koşullarına uygun ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin belirlenmesi. Türkiye 4.Tarla Bitkileri Kongresi (17-21 Eylül 2001). 55-60, Tekirdağ.
- Karaaslan, D., Hatipoğlu, A., Türk, Z., Kaya, Y. 2010. Determination of potential sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars for the irrigated conditions of Diyarbakır. Helia 33(52): 145-152.
- Koç, H., Noyan, Ö.F. 1996. Tokat yöresinde azotlu ve fosforlu gübrelerin ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) verim ve verim unsurları üzerine etkileri. Türkiye II. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri Kitabı, S: 227-230, Samsun.
- Önder, M., Öztürk, Ö., Ceyhan, E. 2001. Yağlık ayçiçeği çeşitlerinin verim ve bazı verim unsurlarının belirlenmesi. S.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(28):136-146. Konya.
- Özer H., T. Polat ve E. Öztürk, 2004. Response of irrigated sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids to nitrogen fertilization: Growth, yield and yield components. Plant Soil Environ., 5: 205-211.
- Sağlam, A.C., Önemli, F. 2005. Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinde farklı ekim zamanı ve ekim sıklığının kuş zararına etkisi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, (2)1: 50-58.
- Şahin, T. 2015. Tokat-Erbaa Şartlarında Bazı Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Çeşitlerinin Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi GOÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Tokat
- Tunçtürk, M., Eryiğit, T., Yılmaz, İ. 2005. Van – Erciş Koşullarında bazı ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) çeşitlerinin verim ve verim öğelerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Türkiye VI. Tarla Bit. Kongresi (5-9 Eylül), Cilt 1, 41-44, Antalya.
- Turan, M.Z., Göksoy, A.T. 1998. Yağ Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Notları No: 80. 229 sayfa.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 287-291
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.287-291



İki boyutlu ısı iletkenliği denklemine bağlı olarak toprak sıcaklığının matematiksel modellenmesi

İmanverdi Ekberli*, Coşkun Gülser

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Beslem Bölümü, Samsun, Türkiye

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

Geliş/Received 23/06/2015

Kabul/Accepted 31/10/2015

ÖZET

Toprak yüzeyi ve profili boyunca sıcaklığın dağılımı, toprak özelliklerine ve verimliliğine önemli düzeyde etki yapan bir faktördür. Bu çalışmada, toprak yüzeyinde sıcaklığın heterojen yayılması durumunda, ortamda ısı kaynağını göz önüne almayan iki boyutlu ısı iletkenliği denklemi incelenmiştir. Aynı zamanda, elde edilen çözümünün kullanılması ile toprak profili boyunca sıcaklık değişiminin tahmin edilmesinin mümkünlüğü sayısal örnek üzerinde gösterilmiştir. Toprak yüzey sıcaklığının (t_y) x 'in periyodik fonksiyonu olduğu göz önüne alınarak, denklemin çözümünde yüzey sıcaklık dalgalarının eşit yayılmadığı varsayılmış ve toprak yüzey sıcaklığının tahmininde $t_y = t(x,0) = t_0 + A \cos(2\pi x / \Lambda)$ sınır koşulu kullanılmıştır.

Anahtar Sözcükler:
Isı akımı yoğunluğu
İki boyutlu ısı iletkenliği denklemi
Sıcaklık dalgaları
Toprak sıcaklığı

Mathematical modelling of soil temperature depend on two dimensional heat conductivity equation

ABSTRACT

Distribution of temperature along soil surface and profile is a factor which affects on soil properties and fertility significantly. In this research, two dimensional heat conductivity equation was investigated in case of heterogeneous heat distribution regardless of heat source in media. Also, prediction of temperature change along soil profile was shown in a numerical example using the solution obtained. $t_y = t(x,0) = t_0 + A \cos(2\pi x / \Lambda)$ boundary condition was used in prediction of soil surface temperature considering soil surface temperature (t_y) as a periodic function of x and assuming that surface temperature waves are not distributed equally.

Keywords:
Heat flow intensity,
Two dimensional heat conductivity equation
Heat waves
Soil temperature

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Toprak sıcaklığı zaman ve toprak derinliğinin fonksiyonu olup, tarım (Patron, 1984; Davison ve Piedrahita, 2015), jeoteknik ve jeoekoloji mühendisliği (Mihalakakou, 2002), güneş ve jeotermik enerji kaynaklarının kullanımı (Chacko ve Renuka, 2002; Ghuman ve Lal, 1981; Zheng ve ark., 1993; Derradji ve Aiche, 2014) alanlarında yapılan araştırmalarda önemli bir parametredir. Isı iletkenliği denklemine dayanarak yapılan bir çok sıcaklık modellerinde (Mahrer ve Katan, 1981; Dardo ve ark., 2001; Elias ve ark., 2004; Haris, 2007) girdi parametrelerinin fazlalığı, modelin zor ve karmaşık

olmasına neden olarak, modelin hassasiyetine olumsuz etki yapmaktadır. Mahrer ve Katan (1981) tarafından, toprak sıcaklığının uzaysal dağılımını tahmin etmek için, albedo, radyasyon, hava yoğunluğu vb. gibi parametreleri kapsayan iki boyutlu sayısal model yapılmıştır. Lei ve ark. (2011), mesafeye ve zamana bağlı olan ısı iletkenliği denklemi çözümünün topraktaki sıcaklık değişimine uygulanmasının olumlu ve olumsuz yönlerini göstererek, toprak sıcaklığı modellerinin yapılmasında hava sıcaklığı ve toprak neminin değişimini göz önüne almışlardır.

Awe ve ark. (2015), ekstrem sıcaklık rejimlerinin bitki büyümesine ve verimine olumsuz etkilerinin kaldırılmasına, dolayısıyla toprakta optimum sıcaklığın oluşması için

toprak işleme ve samanla malçlamanın gerekliliğine yönelik bir çalışmada, toprak katmanlarındaki sıcaklığı belirlemek için $T(z,t) = T_{ave} + A_z \sin(\omega t + \varphi_z)$ (burada, $T(z,t)$ - toprak sıcaklığı, °C; T_{ave} -ortalama toprak sıcaklığı, °C; A_z -amplitüt, °C; ω -radyal frekans, san^{-1} ($\omega = 2\pi / p$); p -periyot (24 saat); φ_z -faz gecikmesi; t -zaman, saat; z -toprak derinliğidir) ifadesinden kullanılmışlardır. Bu ise toprağın ısı iletkenliği denkleminin sınır koşulu olup, toprak yüzeyindeki (veya herhangi bir katmandaki) sıcaklığın harmonik değişimini ifade etmektedir. Yapılan bu çalışmada, farklı toprak işleme koşullarında şeker kamışının 2011-2012 büyüme mevsiminin yaz ve kış dönemleri için 25 cm toprak derinliğindeki ortalama günlük sıcaklık ile, ortalama günlük hava sıcaklığı arasında doğrusal regresyon ilişkileri ($R^2=0.80-0.88$) bulunmuştur. Ortamda ısı kaynağının olması durumunda da toprak yüzeyindeki harmonik değişimli sınır koşulundan kullanmak mümkün olmaktadır (Kupiec ve ark., 2015). Arias-Penas ve ark. (2015), toprak yüzeyinde sıcaklığın sinüsoid veya kosinüsoid biçimindeki harmonik değişimine bağlı olarak, toprağın ısı iletkenliği denkleminde elde edilen teorik modele dayanarak, toprağın 1.5, 4.5 ve 9.5 m derinliklerinde ısısal yayılım katsayılarını belirlemiştir. Toprakların ısı parametreleri zamana ve toprağın fiziksel özelliklerine bağlı olup, toprak sıcaklığı modellerinin temel girdileridir. Birçok araştırmacılar tarafından toprağın ısısal yayılım katsayısı gibi ısı parametresi ve bazı fiziksel toprak özellikleri birlikte incelenmektedir (De Vries, 1963; Campbell, 1985; Ochsner ve ark., 2001; Demir ve ark., 2009; Sofyan ve ark., 2014; Nowamooz ve ark., 2015). Isı iletkenliği denkleminin farklı sınır koşullarında elde edilen çözümünün toprak sıcaklığı tahmininde uygulanabilirliği, ısı parametrelerinin detaylı olarak belirlenmesine önemli düzeyde bağlı olmaktadır. Zhang ve ark. (2013), iki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin dayanarak, soğuk bölge topraklarında uygulanabilen yeni bir model oluşturmuşlardır. Yang ve ark. (2015) tarafından ise, zemin ısı değiştirici etrafındaki toprak altı sıcaklık değişimlerine toprak donması etkisinin sayısal değerlendirmesi iki boyutlu ısı iletkenliğinin uygulanması ile irdelenmiştir.

Bu çalışmanın amacı, ortam (toprak) yüzeyinde sıcaklığın düşey yönde hotorejen yayılması durumunda iki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin irdelenmesi ve elde edilen çözümünün kullanılması ile toprak profili boyunca mevsimsel veya günlük olarak sıcaklık değişiminin tahmin edilebilirliği araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Topraktaki ısı iletkenliğinin nicel olarak değerlendirilmesi kısmi türevli diferansiyel denklemlerin çözümü ile ilişkilidir. Isı iletkenliğinin iki boyutlu olması durumunda, cisimlerin veya toprağın düşey (x) ve dikey (y) yönlerindeki ısı akımı yoğunluğu aşağıdaki Fourier denklemi ile ifade edilebilir (İsacenko ve ark., 1981; Sisyeve, 1986; Gülser ve Ekberli, 2002):

$$q = -\lambda \left(\frac{\partial t}{\partial x} + \frac{\partial t}{\partial y} \right) \quad (1)$$

burada, q (Joule/m².sn)-ısı akımının yoğunluğu olup, birim alandan ısının taşınım hızıdır; λ (Joule/m.sn.K)-ısı iletkenliği; t (K veya °C)- sıcaklıktır. Denkleminde negatif işaret, cisimde veya toprakta sıcaklığın yüksek olan kısımdan düşük kısma nakilini ifade etmektedir. Isı negatif sıcaklık eğiminde yer değiştirmektedir.

Genel olarak cisimlerdeki iki boyutlu ısı taşınım süreci, bu eşitlikten yararlanılarak elde edilen ısı iletkenlik denklemi (kısmi türevli diferansiyel denklem), $t_\tau(x,y) = a \left[t_{xx}(x,y) + t_{yy}(x,y) \right]$ (τ -zaman) ile ifade edilmektedir (Luikov, 1948; İsacenko ve ark., 1981; Brown ve Churchill, 1993). İki boyutlu ısı iletkenlik denklemi, bu çalışmada toprak sıcaklığının düşey yöndeki (herhangi bir toprak katmanı yüzeyindeki) değişimine bağlı olarak profil boyunca dağılımının tahmin edilmesi için yapılacak modelin materyalini oluşturmaktadır. Bu modelin oluşturulması için ısı iletkenlik denkleminin analitik çözüm yöntemi kullanılmıştır.

2.1. İki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin analitik çözümü

Ortam (toprak) yüzeyinde sıcaklığın düşey yönde hotorejen yayılması durumunda iki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin uygulanması mümkün olmaktadır. Yüzey toprak sıcaklığının değişimine, hotorejen yüzey şekli ve yüksekliğe bağlı olarak atmosfer sıcaklığı etki yapmaktadır. Yüzeydeki su kütlesi ve akımları, sulama, yağmurun eşit dağılması gibi faktörler de ortamın düşey sıcaklığının hotorejen olmasında etkili olmaktadır. Ortamın aşağı katmanlarındaki sıcaklık değerlerinin belirlenmesi için, yüzeyin eşit olmayan sıcaklığının (ısınma durumunun) göz önüne alınması gerekmektedir.

Ortamın ısı akımı yoğunluğunun O_x ve O_y eksenleri üzerindeki $q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}$ ve $q_y = -\lambda \frac{\partial t}{\partial y}$ izdüşümleri göz önüne alındığında, iki boyutlu ısı iletkenliği denklemi aşağıdaki gibi olur:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \left(\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} \right) \quad (0 \leq x < \infty, 0 \leq y < \infty, \tau > -\infty) \quad (2)$$

Ortamda sabit sıcaklık alanı ($t = f(x,y); \frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$) olması durumunda ise (2) denklemi

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = 0 \quad (3) \text{ olarak,}$$

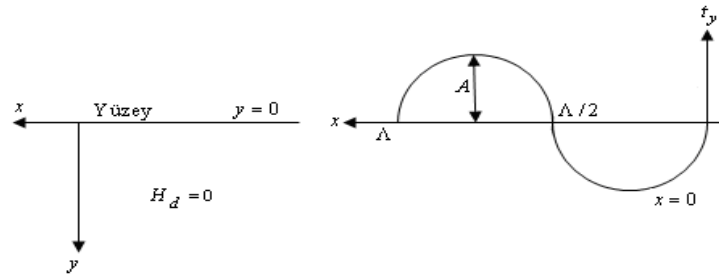
ortamda ısı kaynağını göz önüne almayan iki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin (Laplace denklemi) dönüşmektedir (Terkot ve Şubert, 1985; Adjali ve ark., 2000 a,b; Rees ve ark., 2000; Ekberli, 2006; Ghasemi-Fare ve Basu, 2013; Kanjanakijkasem, 2015).

Ortamın dikdörtgen biçimindeki yarısonsuz kısmının ($y \geq 0$) yüzeyi $y = 0$ denklemi ile ifade edilmektedir. Ortam yüzeyinin t_y sıcaklığının x 'in periyodik fonksiyonu olduğu varsayılırsa, sınır koşulu $t_y = t(x,0) = t_0 + A \cos(2\pi x / \Lambda)$ (4) (burada, Λ - eşit

yayılmayan sıcaklık dalgalarının uzunluğudur) biçiminde olur.

Atmosferdeki radyoaktif parçalanmalar, toprak içerisindeki kimyasal ayrışmalar ve yeryüzünün derinliklerinden açığa çıkan ısı ilaveleri dikkate alındığında, toprak için asıl ısı kaynağını güneşten yeryüzüne ulaşan radyasyon enerjisi oluşturmaktadır. Yeryüzüne ulaşan bu enerji mekanik, kimyevi ve ısısal gibi enerji çeşitlerine dönüşerek, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerinin oluşumuna etki etmektedir. Yeryüzüne ulaşan güneş radyasyonu sonucunda toprak-bitki-atmosfer ekosisteminde oluşan enerjinin dönüşümü ve ısı dengesinin sağlanması büyük ölçüde toprakta ısı taşınımının etkisi altındadır. Topraklarda ısı taşınımı kütle ve enerjinin korunumu kuralına bağlı olup, ısının bir kısmı toprakta fiziksel, kimyasal, biyolojik süreçlerinin oluşumuna, bir kısmı ise bitki ve kök sisteminin gelişimine harcanmaktadır (Ekberli ve ark., 2005). Bu nedenlerden dolayı, eşit yayılmayan sıcaklık dalgalarının uzunluğu (atmosferden gelen ve toprak yüzeyine ulaşan uzun dalgali ışınların bir kısmı) önemli faktör olup, aynı fazda olan, yani birbirinden 2π fazı kadar farklı olan noktalar arasındaki mesafedir. Sıcaklık dalgalarının uzunluğu sıcaklığın etki derinliğini göstererek, ısısal yayılım ve dalga periyoduna bağlı olmaktadır: $\Lambda = 2\sqrt{\pi a P} = 2\sqrt{\frac{\pi a}{\nu}}$ (burada, ν -frekans sayısı veya birim zamanındaki dalgalanma sayısıdır).

Ortamda ısı kaynağının olmaması ($H_d = 0$) ve ortamın ısı durumunun yalnız yüzeydeki eşit olmayan sıcaklığa bağlı olması varsayılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Toprak yüzeyinde sıcaklığın periyodik dağılımı durumunda yarısonsuz ortamdaki sıcaklık değişimi

$$Y = C_1 \sin \frac{2\pi y}{\Lambda} + C_2 \cos \frac{2\pi y}{\Lambda} = \frac{C_1}{2} \left(e^{\frac{2\pi y}{\Lambda}} - e^{-\frac{2\pi y}{\Lambda}} \right) + \frac{C_2}{2} \left(e^{\frac{2\pi y}{\Lambda}} + e^{-\frac{2\pi y}{\Lambda}} \right) \quad (9) \text{ olur.}$$

(9) ifadesinin gerçek kısmı olan

$$Y(y) = C_1 e^{\frac{2\pi y}{\Lambda}} + C_2 e^{-\frac{2\pi y}{\Lambda}} \quad (10)$$

(burada, $C_1 = \frac{C_2}{2}$; $C_2 = -\frac{C_1}{2}$ -sabitlerdir) ifadesi (8) denkleminin genel çözümü olup;

$$\frac{dY}{dy} = C_1 \frac{2\pi}{\Lambda} e^{\frac{2\pi y}{\Lambda}} - C_2 \frac{2\pi}{\Lambda} e^{-\frac{2\pi y}{\Lambda}} \Rightarrow \frac{d^2 Y}{dy^2} = C_1 \frac{4\pi^2}{\Lambda^2} e^{\frac{2\pi y}{\Lambda}} + C_2 \frac{4\pi^2}{\Lambda^2} e^{-\frac{2\pi y}{\Lambda}} \text{ olarak denklemleri sağlamaktadır.}$$

Ortamın kesintili sıcaklığı (3) denkleminin (4) sınır koşuluna göre belirlenmektedir. (3) denkleminin çözümü için, değişkenlere ayırma yöntemiyle çözüm

$$t(x, y) = t_0 + X(x)Y(y) \quad (5) \text{ biçiminde aranır.}$$

Sınır koşulunun yüzeyde sağlanması için

$$X(x) = \cos\left(\frac{2\pi x}{\Lambda}\right) \quad (6) \text{ olması gerekir ve (5) ifadesi}$$

$$t(x, y) = t_0 + Y(y)\cos\left(\frac{2\pi x}{\Lambda}\right) \quad (7) \text{ biçiminde olur. Aynı}$$

zamanda ortamın herhangi bir derinlikteki sıcaklığın yatay yönde değişim kuralının, yüzeydeki değişim kuralı gibi olması kabul edilmektedir. (7)'den elde edilen

$$\frac{\partial^2 t}{\partial x^2} = -\frac{4\pi^2}{\Lambda^2} Y(y)\cos\left(\frac{2\pi x}{\Lambda}\right) \text{ ve}$$

$$\frac{\partial^2 t}{\partial y^2} = \frac{d^2 Y}{dy^2} \cos\left(\frac{2\pi x}{\Lambda}\right) \text{ ifadeleri (3)'te yerine konursa,}$$

bağımsız değişkeni içermeyen (Gusak, 1973; Bronson, 1994; Güngör, 2000) diferansiyel denklem (Y değişkenine göre) elde edilir:

$$\frac{d^2 Y}{dy^2} - \frac{4\pi^2}{\Lambda^2} Y = 0 \quad (8)$$

(8) denkleminin tam çözümü

$y \rightarrow \infty$ durumunda sıcaklığın sonsuzluk olmaması gerektiğinden $C_1 = 0$. Bu durumda, (10) genel çözümü

$$Y(y) = C_2 e^{-\frac{2\pi y}{\Lambda}} \quad (11) \text{ biçiminde olarak, (7) ifadesinde}$$

yerine konursa $t(x,0) = t_0 + C_2 \cos\left(\frac{2\pi x}{\Lambda}\right)$ (12) elde edilir.

(4) sınır koşulu (12) ifadesi ile karşılaştırıldığında $C_2 = A$ bulunur. (6) ve (11) ifadeleri (5)'de yerine konursa, sıcaklığın yayılımı için aşağıdaki çözüm elde edilir:

$$t(x,y) = t_0 + A \cos\left(\frac{2\pi x}{\Lambda}\right) e^{-\frac{2\pi y}{\Lambda}} \quad (13).$$

(13) çözümünden görüldüğü gibi, ortamda yüzey sıcaklığının eşit olmayan dağılımı durumunda oluşan sıcaklık derinlik boyunca sönmektedir. Sönme derinliği (uzunluğu) yüzeyin eşit olmayan sıcaklık dağılımının yatay dalga uzunluğu ile orantılı olmaktadır.

3. Sonuç ve Tartışma

Toprak yüzeyinde $\tau = 5$ saat zamanında ortalama yüzey sıcaklığının $t_0 = t(0,\tau) = 20^\circ C$; amplitütün

$A = 5^\circ C$; ısısal yayım katsayısının $a = 8.35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ san}^{-1}$ ($0.0835 \text{ cm}^2 \text{ san}^{-1}$); sıcaklık dalgası

$\Lambda = 2\sqrt{\pi a P} = 2\sqrt{3.14 \cdot 8.35 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ san}^{-1} \cdot 1.8 \cdot 10^4 \text{ san}} \approx 1.37 \text{ m}$ olması durumunda, toprağın 0.6 m derinliğindeki sıcaklık

değeri $t(x,y) = t_0 + A \cos\left(\frac{2\pi x}{\Lambda}\right) e^{-\frac{2\pi y}{\Lambda}}$ (13) çözümüne

göre $t(x,y) = 20.32^\circ C$ olarak bulunur.

Toprağın iki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin oluşturulması, topraktaki ısı akımına Fourier kuralının uygulanması ile gerçekleşmektedir. İki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin çözümü araştırılmasında, yüzey toprak sıcaklığının (veya her hangi bir toprak katmanının) dalga uzunluğuna bağlı olan harmonik değişiminin göz önüne alınması gerekmektedir. Ortam (toprak) yüzeyinde sıcaklığın düşey yönde hotorejen yayılması durumunda iki boyutlu ısı iletkenliği denkleminin çözümünün kullanılması ile toprak profili boyunca mevsimsel veya günlük olarak sıcaklık değişiminin tahmin edilmesi mümkün görülmektedir. Dalga uzunluğunun belirlenmesi için, ısısal yayım katsayısının deneysel olarak belirlenmesi gerekir.

Kaynaklar

Adjali, M.H., Davies, M., Ni Riain, C., Littler, J.G. 2000a. In situ measurements and numerical simulation of heat transfer beneath a heated ground floor slab. *Energy and Buildings*, 33: 75-83.

Adjali, M.H., Davies, M., Rees, S.W., Littler, J.G., 2000b. Temperatures in and under a slab-on-ground floor: two- and three-dimensional numerical simulations and comparison with experimental data. *Building and Environment*, 35: 655-662.

Arias-Penas, D., Castro-García, M.P., Rey-Ronco, M.A., Alonso-Sánchez, 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.

Awe, G.O., Reichert, J.M., Wendroth, O.O. 2015. Temporal variability and covariance structures of soil temperature in a sugarcane field under different management practices in southern Brazil. *Soil & Tillage Research*, 150: 93-106.

Bronson, R. 1994. Diferansiyel Denklemler. Teori ve Problemleri. Schaum Serisinden. Yayın No: 210 (Türkçesi: Prof. Dr. H. H. Hacısalihoğlu), s. 77-82.

Brown, J.W., Churchill, R.V. 1993. *Fourier Series and Boundary Value Problems*, McGraw-Hill, Inc., New York, s: 129-167.

Campbell, G.S. 1985. *Soil physics with BASIC. Transport models for soil-plant systems. Developments in Soil Science*, vol. 14. Dept. of Agronomy and Soils, Washington State University, Pullman, USA.

Chacko, P.T., Renuka, G. 2002. Temperature mapping, thermal diffusivity and subsoil heat flux at Kariavattom of Kerala. *Proceedings of the Indian Academy of Science*, 111:79-85.

Dardo, G.O., Pousa, J.L., Leonardo, P. 2001. Predicting temperature and heat flow in a sandy soil by electrical modeling. *Soil Science Society of America Journal*, 65:1074-1080.

Davison, A.V., Piedrahita, R.H. 2015. Temperature modeling of a land-based aquaculture system for theproduction of *Gracilaria pacifica*: Possible system modifications toconserve heat and extend the growing season. *Aquacultural Engineering*, 66: 1-10.

Demir, H., Koyun, A., Temir, G. 2009. Heat transfer of horizontal parallel pipe ground heat exchanger and experimental verification. *Applied Thermal Engineering*, 29: 224-233.

Derradji, M., Aiche, M. 2014. Modeling the soil surface temperature for natural cooling of buildings in hot climates. *Procedia Computer Science*, 32: 615-621.

De Vries, D.A. 1963. Thermal properties of soil. In: *Physics of plant environment*. Amsterdam, North-Holland, p. 210-235.

Ekberli, İ. 2006. Isı iletkenlik denkleminin çözümüne bağlı olarak topraktaki ısı taşınımına etki yapan bazı parametrelerin incelenmesi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 21(2): 179-189.

Ekberli, İ., Gülser, C., Özdemir, N. 2005. Toprakların Termo-Fiziksel Özellikleri ve Isısal Yayım Katsayısının Değerlendirilmesi. *O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi*, 20(2): 85-91.

Elias, E.A., Cichota, R., Torriani, H.H., Lier, Q.J. 2004. Analytical soil-temperature model correction for temporal variation of daily amplitude. *Soil Science Society of America Journal*, 68:784-788.

Ghasemi-Fare, O., Basu, P. 2013. A practical heat transfer model for geothermal piles. *Energy and Buildings*, 66: 470-479.

Ghuman, B.S., Lal, R. 1981. Predicting diurnal temperature regime of a tropical soil. *Soil Science*, 132: 247-252.

Gusak, A.A. 1973. *Posobiye k reşeniyu zadaç po vısşey matematike*. BGU Pres, Minsk, s. 490-497.

Güngör, F. 2000. Diferansiyel Denklemler. İstanbul Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi, Yayın No: 980. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., s. 77-87.

Haris, R.N. 2007. Variations in air and ground temperature and the POM-SAT model: results from the Northern Hemisphere. *Climate of the Past*, 3: 611-621.

İsacenko, V.P., Osipova, V. A., Sukomel, A.S. 1981. *Teploperedaça*. Energoizdat Press, Moskova, 417s.

Kanjanakijkasem, W. 2015. A finite element method for prediction of unknown boundary conditions in two-dimensional steady-state heat conduction problems. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 88: 891-901

Kupiec, K., Larwa, B., Gwadera, M. 2015. Heat transfer in horizontal ground heat exchangers. *Applied Thermal Engineering*, 75: 270-276.

Lei, S., Daniels, J.D., Bian, Z., Wainaina, N. 2011. Improved soil temperature modeling. *Environmental Earth Sciences*, 62: 1123-1130.

- Luikov, A.V. 1948. Teploprovodnost nestacionarnix proçessov. Gosudarstvennoye Energetičeskoye İzdatelstvo, Moskova-Leningrad, 232 s.
- Mahrer, Y., Katan, J. 1981. Spatial soil temperature regime under transparent polyethylene mulch: numerical and experimental studies. *Soil Science*, 131: 83-87.
- Mihalakakou, G. 2002. On estimating soil surface temperature profiles. *Energy and Buildings*, 34: 251-259.
- Nowamooz, H., Nikoosokhan, S., Lin, J., Chazallon, C. 2015. Finite difference modeling of heat distribution in multilayer soils with time-spatial hydrothermal properties. *Renewable Energy*, 76: 7-15.
- Ochsner, T.E., Horton, R., Ren, T. 2001. A new perspective on soil thermal properties. *Soil Science Society of America Journal*, 65: 1641-1647.
- Patron, W.J. 1984. Predicting soil temperatures in a short grass steppe. *Soil Science*, 138: 93-101.
- Rees, S.W., Adjali, M.H., Zhou, Z., Davies, M., Thomas, H.R. 2000. Ground heat transfer effects on the thermal performance of earth-contact structures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4: 213-265.
- Sısyev, V.V. 1986. Modelirovaniye proçessov v landşaftno-geoximiçeskix sistemax, Moskva, Nauka, s: 37-78.
- Sofyan, S.E., Hu, E., Kotousov, A. 2014. Modelling of a horizontal geo heat exchanger with an internal source term approach. *Energy Procedia*, 61: 104-108.
- Terkot, D., şubert, Dj. 1985. Geodinamika. Geologiçeskiye prilojeniya fiziki sploşnih sred. 1çast,. Moskva, Mir, s: 219-320.
- Yang, W., Kong, L., Chen, Y. 2015. Numerical evaluation on the effects of soil freezing on underground temperature variations of soil around ground heat exchangers. *Applied Thermal Engineering*, 75: 259-269.
- Zhang,, G., Xia, C., Sun, M., Zou, Y., Xiao, S. 2013. A new model and analytical solution for the heat conduction of tunnel lining ground heat exchangers. *Cold Regions Science and Technology*, 88: 59-66.
- Zheng, D., Hunt Jr., E.R., Running, S.W. 1993. A daily soil temperature model based on air temperature and precipitation for continental applications. *Climate Research*, 2: 183-191.



Araştırma/Research

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 292-299

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.292-299



Erzurum ili meralarında doğal olarak yetişen bazı baklagil yem bitkilerinin *in vitro* gaz üretim değerlerinin belirlenmesi

Esra Gürsoy^{a*}, Muhlis Macit^b

^aİl Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Erzincan, ^bAtatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 25240 Erzurum, Türkiye

*Sorumlu yazar/Corresponding author: esra_gursoykaya@hotmail.com

Geliş/Received 20/04/2015

Kabul/Accepted 15/10/2015

ÖZET

Bu çalışma Erzurum ilinde doğal olarak yetişen 12 farklı baklagil yem bitkisinin *in vitro* gaz üretim miktarları (İVGÜ) ve buna ait parametreleri ile organik madde sindirilebilirlikleri (OMS), metabolik enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL) ve kimyasal bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada, yem bitkisi olarak; yonca (*Medicago sativa*), melez yonca (*Medicago varia*), dağ İspanyol korungası (*Hedysarum elegans*), kuş fiği (*Vicia cracca*), tüylü fiğ (*Vicia villosa*), dağ fiği (*Vicia alpestris*), dağ üçgülü (*Trifolium montanum*), kafkas üçgülü (*Trifolium ambiguum*), üç başlı üçgül (*Trifolium trichocephalum*), alaca taç otu (*Coronilla varia*), doğu taç otu (*Coronilla orientalis*) ve sarı çiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*) incelenmiştir. *In vitro* gaz üretim tekniğinde kullanılan rumen sıvısı rumen kanülü takılmış 8 yaşında bir baş Holstein ırkı boğanın rumeninden alınmıştır. Gaz ölçümleri 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyonlar sonrasında yapılmıştır. İnkübasyonlar sonunda İVGÜ en yüksek dağ fiğinde (65.33 ml), en düşük ise üç başlı üçgülde (32.82 ml) bulunmuştur. Gaz üretim parametrelerinden 'c' değeri en yüksek Kafkas üçgülünde (0.14 ml/saat), en düşük dağ İspanyol korungasında (0.05 ml/saat) görülmüştür. OMS en yüksek dağ fiğinde (%75.91), en düşük melez yoncada (%50.99) olurken, ME ve NEL değerleri sırasıyla en yüksek dağ fiğinde (10.93 - 6.78 MJ/kg), en düşük üç başlı üçgül (6.90 - 3.80 MJ/kg) yem bitkisinde tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Baklagil yem bitkileri
Enerji değerleri
In vitro gaz üretimi
Kimyasal bileşim
Organik madde
sindirilebilirliği

Determination of *in vitro* gas production parameters of some legume forages grown naturally in the pastures of Erzurum province

ABSTRACT

This study was carried out to determine the *in vitro* gas production values, gas production parameters, organic matter digestibilities (OMD), metabolizable energy (ME), net energy lactation (NEL) and chemical composition of 12 different legume forages grown as naturally in the pastures of Erzurum province. In present study, clover, (*Medicago sativa*), crossbred clover (*Medicago varia*), mountain hispanic sainfoin (*Hedysarum elegans*), bird vetch (*Vicia cracca*), hairy vetch (*Vicia villosa*), mountain vetch (*Vicia alpestris*), mountain clover (*Trifolium montanum*), caucasian clover (*Trifolium ambiguum*), the three-headed clover (*Trifolium trichocephalum*), tawny grass crown (*Coronilla varia*), the crown of the eastern horn of grass (*Coronilla orientalis*) and yellow flowers gazelle (*Lotus corniculatus*) were investigated as grass forage. The rumen fluid used in gas production technique was taken from the rumen of a 8 years old rumen-cannulated Holstein bull. Gas productions were determined after 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 and 96 h incubations. It was observed that the highest and the lowest IVGU values were determined for mountain vetch (65.33 ml) and the three-headed clover (32.82 ml), respectively. The highest and the lowest c values from gas production parameters were found as 0.14 ml/h and 0.05 ml/h for caucasian clover and mountain hispanic sainfoin. While highest and the lowest OMS values were for mountain vetch (75.91%) and crossbred clover (50.99%), the highest and lowest ME and NEL values were determined for mountain vetch (10.93-6.78 MJ/kg) and three-headed clover (6.90-3.80 MJ/kg), respectively.

Key Words:
Legume forages
Energy values
In vitro gas production
Chemical composition
Organic matter
digestibility

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Ülkemiz çayır ve meralarında doğal olarak birçok

kaliteli yem bitkisi yetişmesine rağmen, çok az sayıda yem bitkisinin tarımı yapılmakta ve yem bitkileri tarımının tarla tarımı içindeki oranı da %6'yı geçmemektedir. Tarımı

gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında düşük olduğu görülen bu oranın arttırılması için yeni yem bitkisi tür ve çeşitlerinin tarla tarımına dahil edilmesi gerekmektedir (Başaran ve ark., 2006).

Çayır ve meralar, hayvanların ihtiyacı olan kaba yemin en ucuz karşılandığı alanlar olma özelliğinin yanında birçok kültür bitkisi için gen kaynağı olması, yine birçok tıbbi bitkinin kaynağını teşkil etmesi, toprak verimliliğinin artmasında ve toprakların yerinde tutulmasında, su kaynaklarının muhafazasında ve geliştirilmesinde önemli role sahiptir (Açıkgöz, 2001). Türkiye’de 14.6 milyon hektar olan çayır ve mera arazilerinin (Anonim, 2015); birçok bölgemizde uzun yıllardır devam eden aşırı, zamansız ve bilinçsiz otlatma yanında, bakım işlerinin yapılamaması, drenaj sorunları, yangın, aşırı soğuk ve kuraklık gibi nedenlerle verim güçleri yitirilmekte (Turan ve ark., 2015), hayvanlar tarafından sevilerek yenen iyi cins yem bitkisi türleri sürekli azalmakta, birçok alanlarda yok olmaktadır. Bu olumsuz nedenlerden dolayı bitki örtüleri bozulan çayır ve meralarda verim potansiyelini arttırmak ve üretilen yemden hayvanların daha iyi faydalanmasını sağlayarak ekonomik bir hayvansal üretim gerçekleştirmek için çayır ve meralarda ıslah çalışmaları yapılmalıdır. Yapılacak ıslah çalışmalarının yanı sıra o bölgede hangi tür ve çeşit yem bitkilerinin yetişebileceği özellikle yetiştirilecek yem bitkilerinin kimyasal içeriği ile beraber hayvanın o yemden ne kadar faydalanabileceğinin bilinmesi gerekmektedir. Dolayısıyla yemin sindirilebilirliğinin belirlenmesinde yapılacak çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yemlerin sindirilebilirlikleri üzerinden, yem değerlerinin belirlenmesi, daha çok içerdikleri organik madde veya organik maddeye ait bir komponent üzerinden yürütülmektedir. Çünkü mineral maddelerin sindirilebilirliklerinin saptanması çok güç olmakla birlikte, yanıtıcı sonuçlar da verilmektedir. Yemlerin sindirilebilirlikleri in vivo, in vitro ve in situ metotlarıyla belirlenebilmektedir (Kutlu, 2008).

İn vitro bir teknik olan gaz üretimi tekniği yemlerin enerji değerlerinin veya sindirilebilirlik karakteristiklerinin belirlenmesinde kullanılan bir metottur. Bu metot diğer in vitro tekniklere oranla kaba yemlerin enerji değeri ve in vivo sindirilebilirliği hakkında daha iyi tahminler yapılmasına olanak sağlamaktadır. Düşük maliyetli olması ve kolay tekrarlanabilmesi gibi özellikleri nedeniyle kullanımı yaygınlaşmıştır. Fermentasyonla üretilen gaz, genellikle net mikrobiyal metabolizma ile ilgilidir. Bu nedenle sindirilebilirlik hesaplamalarında, üretilen gazın kullanılması mümkün olmaktadır. Üretilen gaz miktarının ölçülmesiyle yem maddelerinin sindirim hızı ve düzeyi belirlenebilmektedir (Kutlu, 2008). Gaz üretim tekniği ile yapılan in vitro yöntemlerden en yaygın olarak kullanılanı ise "Hohenheim in vitro gaz testi"dir (Kutlu, 2008). Ülkemizde, yem bitkileri tarımı henüz istenilen düzeylere ulaşamamıştır. Ayrıca, çayır ve meralarımızda doğal olarak yetişen çok sayıda kaliteli yem bitkisi olmasına rağmen, kültürü yapılan yem bitkileri, oldukça sınırlı sayıda bitki tür ve çeşidinden oluşmaktadır. Bu araştırma Erzurum ili ve ilçelerine ait meralarda yetişen bazı baklagil yem bitkilerinin in vitro gaz üretim tekniği ile organik madde sindirilebilirliği, metabolik enerji ve net enerji laktasyon

değerlerinin ortaya konulması amacıyla yapılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Araştırmanın yem materyalini, 2012 yılı Haziran-Temmuz aylarında Erzurum ili merkez ilçesi, Tortum, Narman, Çat, Şenkaya, Pasinler ve Oltu ilçelerinin meralarından toplanan yonca (*Medicago sativa*), melez yonca (*Medicago varia*), dağ İspanyol korungası (*Hedysarum elegans*), kuş fiği (*Vicia cracca*), tüylü fiğ (*Vicia villosa*), dağ fiği (*Vicia alpestris*), dağ üçgülü (*Trifolium montanum*), karkas üçgülü (*Trifolium ambiguum*), üç başlı üçgül (*Trifolium trichocephalum*), alaca taç otu (*Coronilla varia*), doğu taç otu (*Coronilla orientalis*) ve sarı çiçekli gazal boynuzu (*Lotus corniculatus*)’ndan oluşan 12 adet baklagil yem bitkisi oluşturmuştur. Gelişme durumları izlenerek tam çiçeklenme döneminde hasat edilen bitkiler, hasat alanındaki bitki kompozisyonunu temsil edecek şekilde her bir bitki için 10 değişik yerden alınmış ve harmanlanmıştır (Canbolat ve Karaman, 2009). Yem materyallerinin örneklediği alanların koordinatları ve rakımları; 40 255773 K 41 262527 D ve 1449 rakımda dağ İspanyol korungası, yonca, tüylü fiğ, 39 943919 K 41 405451 D ve 2010 rakımda dağ üçgülü ve kuş fiği, 40 546442 K 42 412421 D ve 2543 rakımda sarı çiçekli gazal boynuzu, 39 79306 K 41 15004 D ve 2105 rakımda dağ üçgülü ve dağ fiği, 40 419009 K 42 170774 D ve 2431 rakımda Kafkas üçgülü, 40 096316 K 41 789316 D ve 2247 rakımda alaca taç otu, 39 635652 K 40 7555496 D ve 1919 rakımda üç başlı üçgül ve 39 897225 K 41 7122228 D ve 2020 rakımda melez yonca GPS cihazı ile belirlenerek kaydedilmiştir.

İn vitro gaz üretim tekniğinin uygulanmasında kullanılan rumen sıvısı rumen sondası yardımıyla sabah yemlemesinden önce Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi İşletmesi Araştırma ve Uygulama Çiftliğinde yetiştirilen 8 yaşında ve 770 kg canlı ağırlıkta olan Holstein ırkı kanüllü bir boğadan alınmıştır. Rumen sıvısı alınan hayvan deneme süresince, mısır silajı ve yoğun yem karması (%17 ham protein, 2750 kcal ME/kg KM) temeline dayanan rasyonla yemlenmiştir. Rasyonlarda kaba / yoğun yem oranı kuru madde temeline göre 60/40 olacak şekilde düzenlenmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Kimyasal analizler

Yemleri kimyasal analizi AOAC (1990)’da belirtilen yönteme göre, hücre duvarı yapı unsurlarından NDF, ADF ve ADL tayinleri ise Van Soest ve ark. (1991)’nın bildirdikleri yöntemle ANKOM 200 Fiber Analyzer cihazı (Ankom Technology, Fairport, NY) yardımıyla tespit edilmiştir. Çalışmada, NDF, ADF ve ADL içerikleri belirlendikten sonra yem örneklerinin hemiselüloz, selüloz ve lignin miktarları altta verilen eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

Hemiselüloz, % = NDF – ADF

Selüloz, % = ADF – ADL

Lignin, % = ADL

2.2.2. *In vitro* gaz üretim tekniği

Yem örneklerinin toplam gaz üretiminin ölçülmesinde, *in vitro* gaz testi modifiye edilerek uygulanmıştır (Menke ve ark., 1979; Menke ve Steingass 1988; Blümmel ve Ørskov, 1993).

Üretilen gaz miktarları (inkübasyonun 3, 6, 12, 24, 48, 72 ve 96. saatlerinde), Ørskov ve McDonald (1979) tarafından geliştirilen $y=a+b(1-e^{-ct})$ modeline göre Neway bilgisayar programında hesaplanmıştır.

Yemlerin ME değeri, OMS (Menke ve ark., 1979) ve NEL değerleri (Menke ve Steingass, 1988) altta yer alan genel kabul gören eşitlikler kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{OMS (\%)} = 14.88 + 0.889 \text{ GÜ} + 0.45 \text{ HP} + 0.65 \text{ HK}$$

$$\text{ME (MJ/kg KM)} = 2.20 + 0.136 \times \text{GÜ} + 0.057 \times \text{HP} + 0.002859 \times \text{HY2}$$

$$\text{NEL (MJ/kg KM)} = 0.101 \text{ GÜ} + 0.051 \text{ HP} + 0.112 \text{ HY}$$

2.2.2. İstatistik analizler

Araştırmada elde edilen veriler SPSS 12.0 paket

programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Gruplara ait ortalamaların karşılaştırılmasında ise Duncan çoklu karşılaştırma testi (Duncan, 1955) kullanılmıştır. Yemlerin kimyasal kompozisyonu, gaz üretimi, gaz üretimi parametreleri ile ME, NEL, OMS arasındaki ilişki basit korelasyon analizlerine tabi tutularak belirlenmiştir (Snedecor ve Cochran, 1976).

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Yemlerin kimyasal bileşimi

Araştırma materyali baklagil yem bitkilerinin kimyasal kompozisyonları ile ilgili olarak elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Yemler arasında kimyasal kompozisyon bakımından gözlenen farklılıklar önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Genel olarak 100-120 g HK / kg KM içeren yemlerin, ham kül içeriklerinin normal düzeydir. Ham kül değerleri yemin çeşidi, hava koşulları ve uygulanan tarım tekniklerine bağlılık göstermektedir. Ham kül içeriğinin %17'nin üzerinde olduğu durumlarda yemin herhangi bir nedenden dolayı kirlenmiş olabileceği bildirilmiştir (Kılıç, 2006). En yüksek ham kül ve en düşük HK içeriği sırasıyla kuş fiği

Çizelge 1. Baklagil yem bitkilerinin kimyasal bileşimi, % (KM'de)

Yem Bitkileri	Kimyasal Bileşim								
	HK	OM	HP	HY	NDF	ADF	ADL	Hemi SEL	SEL
Dağ İspanyol korungası	4.34 ^c	95.66 ^a	16.38 ^e	2.78 ^a	52.40 ^a	34.80 ^{bc}	11.34 ^{abc}	17.60 ^a	23.46 ^{cd}
Tüylü fiğ	4.35 ^c	95.65 ^a	19.79 ^{bc}	1.53 ^b	51.32 ^{ab}	33.60 ^{cd}	8.23 ^{ef}	17.72 ^a	25.37 ^{bc}
Yonca	7.47 ^{ab}	92.53 ^{ab}	19.07 ^{cd}	1.47 ^{bcd}	46.16 ^{bcd}	31.58 ^{de}	8.40 ^{def}	14.58 ^{ab}	23.18 ^{cd}
Dağ üçgülü	3.85 ^c	96.15 ^a	16.13 ^e	1.51 ^{bc}	44.18 ^{ede}	33.80 ^{cd}	12.20 ^{ab}	10.38 ^b	21.60 ^d
Sarı çiçekli gazal boynuzu	4.86 ^c	95.14 ^a	16.57 ^e	1.14 ^e	49.16 ^{abc}	38.36 ^a	10.31 ^{bcd}	10.80 ^b	28.05 ^b
Doğu taç otu	8.55 ^a	91.45 ^c	19.61 ^{bc}	1.34 ^{cd}	39.98 ^e	30.41 ^e	13.22 ^a	9.57 ^b	17.19 ^e
Dağ fiği	3.65 ^c	96.35 ^a	20.85 ^{ab}	1.12 ^e	47.26 ^{abcd}	35.46 ^{abc}	7.05 ^{ef}	11.80 ^b	28.41 ^a
Kuş fiği	8.96 ^a	91.04 ^c	17.55 ^{de}	1.08 ^e	48.89 ^{abcd}	34.95 ^{bc}	8.79 ^{de}	13.94 ^{ab}	26.16 ^{ab}
Kafkas üçgülü	6.84 ^b	93.16 ^b	17.94 ^{cde}	1.35 ^{cd}	43.78 ^{de}	30.06 ^e	8.43 ^{def}	13.72 ^{ab}	21.63 ^d
Alaca taç otu	3.99 ^c	96.01 ^a	22.71 ^a	1.45 ^{bcd}	34.28 ^f	22.09 ^f	6.61 ^f	12.19 ^{ab}	15.48 ^e
Üç başlı üçgül	8.66 ^a	91.34 ^c	18.56 ^{cd}	1.32 ^d	48.51 ^{abcd}	34.31 ^{bcd}	8.77 ^{de}	14.20 ^{ab}	25.53 ^{bc}
Melez yonca	4.71 ^c	95.29 ^a	16.97 ^{de}	1.33 ^{cd}	51.35 ^{ab}	37.14 ^{ab}	9.53 ^{cd}	14.21 ^{ab}	27.61 ^{ab}
SEM	0.390	0.390	0.472	0.039	1.240	0.754	0.493	1.307	0.590
Önemlilik Düzeyi	**	**	**	**	**	**	**	**	**

^{a-f} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. ** = $P<0.01$ SEM: Standart Hata Ortalaması

(%8.96) ve dağ fiği (%3.65) yem bitkilerinde tespit edilmiştir.

Araştırma kapsamında ele alınan baklagil yem bitkilerine ait HK içerikleri bazı çalışmalarda elde edilen değerlerle uyum içerisinde iken (Karabulut ve ark., 2007), bazı çalışmalarda elde edilen değerlerden yüksek (Şahin ve ark., 2011) veya düşük (Khazal ve ark., 1994; Valentin ve ark., 1999; Şahin ve ark., 2011) saptanmıştır. Çalışma sonuçlarının, yapılan diğer araştırma sonuçlarından farklı olmalarının nedeni olarak, bölgelerin iklimi, toprak yapısı, çeşit farklılıkları v.b. birçok faktörün farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Rumende mikrobiyal faaliyetlerin normal olarak gerçekleşebilmesi için, ruminantların rasyonlarındaki yemlerin en az %10 ham protein içermesi gerektiği bilinmektedir (Norton, 2012). Baklagil yem bitkisi örneklerine ait HP %16.13 (dağ üçgülü) ile %22.71 (alaca taç otu) arasında değişmiştir. Araştırmaya konu olan baklagil yem bitkilerine ait HP içerikleri, konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarla kıyaslandığında elde edilen verilerin, kimi araştırmacıların bulguları ile uyum içerisinde (Albayrak ve Ekiz, 2005; Canbolat ve Karaman, 2009), kimi araştırmacıların bulgularından yüksek (Bayraktar, 2005; Şahin ve ark., 2011) ve kimi araştırmacıların bulgularından ise daha düşük (Khazal ve ark., 1994; Valentin ve ark., 1999; Karabulut ve ark., 2006) olduğu belirlenmiştir.

Baklagil yem bitkisi örneklerine ait hücre duvarı yapı elemanlarından NDF %34.28-52.40, ADF %22.09-38.36, ADL %6.61-13.22, hemiselüloz %9.57-17.72 ve selüloz %15.48-28.41 arasında değişmiştir. En yüksek ve en düşük değerler sırasıyla; NDF'de, dağ İspanyol korungasında (%48.90) ve alaca taç otunda (%34.28), ADF'de, sarı

çiçekli gazal boynuzunda (%38.36) ve alaca taç otunda (%22.09), ADL'de, doğu taç otunda (%13.22) ve alaca taç otunda (%6.61), hemiselüloz da, tüylü fiğde (%17.72) ve doğu taç otunda (%9.57), selüloz da ise dağ fiğinde (%28.41) ve alaca taç otunda (%15.48) tespit edilmiştir.

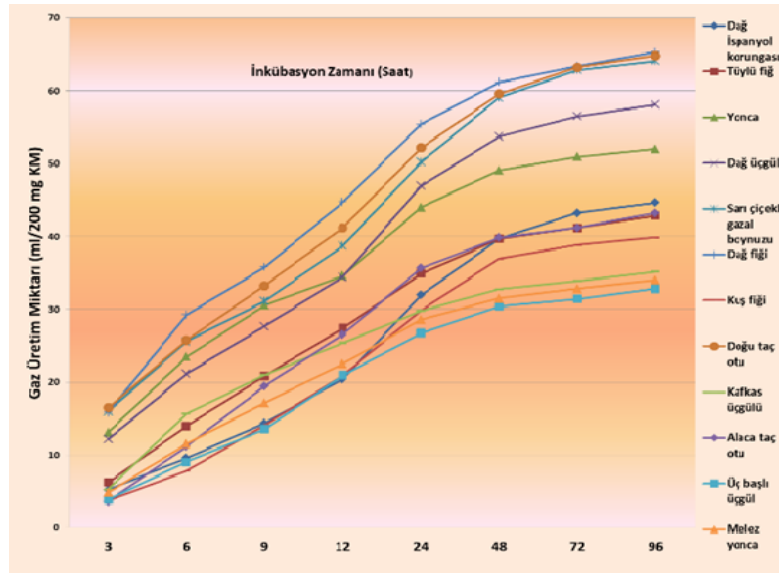
Çalışma kapsamında ele alınan baklagil yem bitkisi hücre duvarı yapı elemanları içerikleri, konu ile ilgili olarak yapılan çalışmalarla kıyaslandığında, kimi araştırmacıların bulguları ile uyum içerisinde (Khazal ve ark., 1993; Valentin ve ark., 1999; Seresinhe ve ark., 2012), kimi araştırmacıların bulgularından ise daha düşük (Yavuz, 2005; Şahin ve ark., 2011) olduğu tespit edilmiştir. Gazal boynuzu ve tüylü fiğ yem bitkileri hücre duvarlarının belirlendiği bazı çalışmalarda, NDF ve ADF içeriklerinin bu çalışmada belirlenen sonuçlardan düşük, ADL içeriklerinin ise yüksek bulunduğu belirlenmiştir (Canbolat ve Karaman, 2009; Karabulut ve ark., 2006).

Yemlerin içerisinde bulunan hücre duvarı unsurlarından ADF ve ADL içeriğinin düşük olması istenir (Van Soest, 1994). Bu çalışmada ADF ve ADL içeriği açısından en düşük bulunan alaca taç otu ve dağ fiği yem bitkilerinin, besleme değerlerinin daha iyi olduğu söylenebilir.

Yemlerin kimyasal bileşimlerinin, diğer çalışmalarda bildirilen içeriklerle farklı olmasının nedeni olarak yemin kaynağı dışında, yemin hasat zamanı, biçim yüksekliği, vejetasyon dönemi, iklim, toprak, bitki tür ve çeşidi, gibi faktörlerin farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

3.2. Yemlerin in vitro gaz üretim değerleri

Çalışmada incelenen baklagil yem bitkilerine ait gaz üretim miktarları Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Baklagil yem bitkilerine ait in vitro gaz üretim miktarları

Buğdaygil yem bitkilerine ait 3-12 saatleri arasındaki inkübasyon süresince gaz üretim miktarları arasında önemli ($P<0.01$) farklılıklar bulunurken, 48-96 saatleri arasındaki inkübasyonların ve analiz sonunda ölçülen yemlerin pH değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Şekil 1 incelendiğinde, baklagil yem bitkileri arasında

en yüksek gaz üretimi 3. saat inkübasyonu sonunda doğu taç otunda (16.48 ml), 6, 9, 12, 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyonlar sonrasında ise dağ fiğinde (29.23 ml, 35.79 ml, 44.72 ml, 55.43 ml, 61.19 ml, 63.39 ml ve 65.33 ml) tespit edilmiştir. En düşük gaz üretimi 3. saat inkübasyonu sonunda alaca taç otunda (3.62 ml), 6. saat inkübasyonu sonunda kuş fiğinde (7.82 ml), 9. saat inkübasyonu sonunda

üç başlı üçgülde (13.53 ml), 12. saat inkübasyonu sonunda dağ İspanyol korungasında (20.43 ml) ve 24, 48, 72 ve 96 saatlik inkübasyon sonunda üç başlı üçgül (26.74 ml, 30.43 ml, 31.40 ml ve 32.82 ml) baklagil yem bitkisinde tespit edilmiştir. Yemlerin 96 saatlik inkübasyon süreci sonunda şırınga içerisinde ölçülen pH değerleri 6.77 (melez yonca) ile 6.62 (dağ fiği) arasında değişim göstermiştir. Elde edilen ölçümler sonucunda pH değerleri asidik olmadığından ortamdaki tamponun yetersiz görülmediği, ölçümün sıhhatli yapıldığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmada incelenen baklagil kaba yemlerinden üç başlı üçgülün diğer baklagil kaba yemlerine göre daha az gaz üretmesinin nedeni olarak, mikroorganizmalar için daha az yararlanılabilir protein sağlaması ve NDF, ADF ve ADL içeriği bakımından zengin olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülebilir. Yemlerde NDF, ADF ve ADL miktarlarının düşmesine bağlı olarak enerji ve protein içeriğinin artmasıyla, gaz üretiminin olumlu etkilendiği, selülozca zengin yemlerin ruminasyon zamanını artırdığı, rumen pH'sının bazik yöne kaydığı ve asetik asit oluşumunu artırdığı bildirilmiştir (Canbolat ve Karaman, 2009).

Araştırma materyali baklagil yem bitkilerine ait in vitro gaz üretim değerlerinin, bu konuda yapılan bazı çalışmalar ile uyum içerisinde (Özkan, 2006; Seresinhe ve ark., 2012), kimi araştırmacıların bulgularından ise daha düşük (Canbolat ve Karaman, 2009; Hanoğlu, 2011; Şahin ve ark., 2011) olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu farklılıkların, yeme ait, hayvana ait ve metodun uygulanmasına ait faktörlerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Kılıç, 2005; Kılıç ve Sarıççek, 2006).

Söz konusu baklagil yem bitkilerine ait gaz üretim parametreleri Çizelge 2'de verilmiştir. Yemler arasında in vitro gaz üretim parametreleri bakımından farklılıklar

önemli ($P<0.01$) bulunmuştur.

Yemlerdeki HP ve hücre duvarı bileşenlerinin azalmasına (NDF, ADF ve ADL) bağlı olarak yükselen "a" değeri, en yüksek sarı çiçekli gazal boynuzunda (7.06 ml), en düşük kaffas üçgölünde (-11.16 ml) bulunmuştur.

Zamana bağlı gaz üretim miktarı bakımından en yüksek "b" değeri dağ fiğinden (62.39 ml), en düşük değer ise üç başlı üçgül (36.97 ml) yem bitkisinden elde edilmiştir. Yemin gaz üretim hızını ifade eden "c", değeri normalde baklagillerde ilk 24 saat içerisinde buğdaygillere göre daha yüksektir. "c" değeri en yüksek kaffas üçgölünde (0.14 ml/saat), en düşük dağ İspanyol korungası (0.05 ml/saat) yem bitkisinde belirlenmiştir.

Potansiyel gaz üretim "a+b" miktarları bakımından en yüksek değer dağ fiğinde (63.46 ml), en düşük değer üç başlı üçgölde (31.80 ml) görülmüş olup potansiyel gaz üretiminin 96 saatlik fermantasyon sonunda saptanan gaz üretim miktarları ile benzer olduğu tespit edilmiştir.

Baklagil yem bitkilerine ait gaz üretim parametre değerleri bakımından elde edilen sonuçlar, konu ile ilgili yapılan diğer çalışmalar ile kıyaslandığında "a" değerleri bakımından, kimi araştırmacıların bulguları ile uyum içerisinde (Kılıç, 2005; Özkan, 2006), kimi araştırmacıların bulgularından ise daha düşük (Canbolat ve Karaman, 2009; Hanoğlu, 2011); "b" değerleri bakımından, kimi araştırmacıların bulguları ile uyum içerisinde (Kılıç, 2005), kimi araştırmacıların bulgularından daha yüksek (Özkan, 2006; Hanoğlu, 2011), kimi araştırmacıların bulgularından ise daha düşük (Karabulut ve ark., 2007; Canbolat ve Karaman, 2009); "c" değerleri bakımından, kimi araştırmacıların bulguları ile uyum içerisinde (Kılıç, 2005; Özkan, 2006), kimi araştırmacıların bulgularından daha yüksek (Karabulut ve ark., 2007; Şahin ve ark., 2011), kimi araştırmacıların bulgularından ise daha düşük (Canbolat ve Karaman, 2009;

Çizelge 2. Baklagil yem bitkilerine ait gaz üretim parametreleri

Yem Bitkileri	İnkübasyon Parametreleri			
	a. ml	b. ml	c. ml/saat	a+b. %
Dağ İspanyol korungası	-2.33 ^{abcd}	46.82 ^{abc}	0.05 ^b	44.49 ^{bcd}
Tüylü fiğ	-4.88 ^{bcd}	46.27 ^{abc}	0.09 ^{ab}	41.39 ^{bcd}
Yonca	1.92 ^{abc}	48.79 ^{abc}	0.09 ^{ab}	50.71 ^{abc}
Dağ üçgülü	1.22 ^{abc}	55.72 ^{ab}	0.07 ^b	56.94 ^{ab}
Sarı çiçekli gazal boynuzu	7.06 ^a	56.22 ^{ab}	0.06 ^b	63.28 ^a
Doğu taç otu	5.42 ^{ab}	57.88 ^a	0.07 ^b	63.30 ^a
Dağ fiği	1.07 ^{abc}	62.39 ^a	0.1 ^{ab}	63.46 ^a
Kuş fiği	-5.02 ^{bcd}	44.44 ^{abc}	0.06 ^b	39.42 ^{cd}
Kaffas üçgülü	-11.16 ^d	44.69 ^{abc}	0.14 ^a	33.53 ^d
Alaca taç otu	-9.39 ^{cd}	51.03 ^{abc}	0.09 ^{ab}	41.64 ^{bcd}
Üç başlı üçgül	-5.18 ^{bcd}	36.97 ^d	0.08 ^{ab}	31.80 ^d
Melez yonca	-5.39 ^{bcd}	38.24 ^{cd}	0.1 ^{ab}	32.85 ^d
SEM	2.649	4.041	0.014	3.644
Önemlilik Düzeyi	**	**	**	**

^{a-d} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. SEM= Standart Hata Ortalaması. a= kolay çözünebilir fraksiyonların gaz miktarı (ml); b= çözünmeyen fraksiyonların gaz üretim miktarı (ml); c= çözünmeyen fraksiyonların (b) gaz üretim oranı (saat⁻¹); a+b= potansiyel gaz üretimi (ml). *= $P<0.01$.

Hanoğlu, 2011); “a+b” değerleri bakımından ise Kılıç (2005)’ın bulguları ile uyumlu, bazı araştırmacıların bulgularından daha yüksek (Özkan, 2006;), bir kısım araştırmacıların bulgularından ise daha düşük (Canbolat ve Karaman, 2009; Hanoğlu, 2011; Şahin ve ark., 2011) olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Yemlerin ME, NEL ve OMS içerikleri

Baklagil yem bitkilerine ait OMS, ME ve NEL değerleri arasındaki farklılıkların önemli ($P<0.01$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Baklagil yem bitkilerinin organik madde sindirilebilirlikleri (%), metabolik enerji (MJ/kg KM) ve net enerji laktasyon (MJ/kg KM) değerleri

Yem Bitkileri	OMS	ME	NEL
Dağ İspanyol korungası	53.48 ^b	7.49 ^{bcde}	4.37 ^{bcd}
Tüylü fiğ	57.64 ^{ab}	8.08 ^{abcde}	4.71 ^{abcd}
Yonca	67.43 ^{ab}	9.28 ^{abcde}	5.58 ^{abcd}
Dağ üçgülü	66.38 ^{ab}	9.51 ^{abcde}	5.73 ^{abcd}
Sarı çiçekli gazal boynuzu	70.14 ^{ab}	9.98 ^{abcd}	6.04 ^{abcd}
Doğu taç otu	75.66 ^a	10.43 ^{ab}	6.42 ^{ab}
Dağ fiği	75.91 ^a	10.93 ^a	6.78 ^a
Kuş fiği	74.63 ^a	10.25 ^{abc}	6.25 ^{abc}
Kafkas üçgülü	53.89 ^b	7.28 ^{cde}	4.08 ^{cd}
Alaca taç otu	59.39 ^{ab}	8.35 ^{abcde}	4.92 ^{abcd}
Üç başlı üçgül	52.64 ^b	6.90 ^e	3.80 ^d
Melez yonca	50.99 ^b	7.06 ^{de}	3.90 ^d
SEM	4.427	0.677	0.502
Önemlilik Düzeyi	**	**	**

^{a-e} Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir. SEM= Standart Hata Ortalaması. OMS= Organik madde sindirilebilirliği, ME= Metabolik enerji, NEL= Net enerji laktasyon, ** = $P<0.01$.

Yemler arasındaki çeşit farklılıklarının OMS ve enerji içeriklerini etkilediği bildirilmiştir (Kılıç, 2005).

En yüksek OMS değerinin dağ fiğinde (%75.91), en düşük OMS değerinin ise melez yoncada (%50.99) olduğu belirlenmiştir. En yüksek ME ve NEL değerleri dağ fiğinden (10.93 MJ/kg KM ve 6.78 MJ/kg KM), en düşük üç başlı üçgül (6.90 MJ/kg KM ve 3.80 MJ/kg KM) otunda elde edilmiştir.

Kafkas üçgülü ve üç başlı üçgülün OMS, ME ve NEL içeriklerinin düşük çıkması, HP ve 24. saatteki gaz üretim miktarının diğer baklagil yem bitkilerinden daha düşük, yemlerin sindirilebilirliğini düşüren hücre duvarı bileşenlerinin (NDF, ADF ve ADL) ise diğer baklagil yem bitkilerinden daha yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

Söz konusu edilen baklagil yem bitkilerine ait OMS, ME ve NEL değerlerine ait veriler, bu konuda yapılan bazı çalışmaların bulguları ile uyum içinde (Kamalak, 2005;

Karabulut ve ark., 2007), kimi araştırmacıların bulgularından ise daha düşük (Karabulut ve ark., 2006; Hanoğlu, 2011) bulunmuştur. Ayrıca Canbolat ve Karaman (2009)’ın yaptıkları çalışmada baklagil yem bitkilerinin OMS değerlerinin bu çalışmanın bulgularından düşük, ME ve NEL içeriklerinin ise benzer olduğu görülmüştür.

3.3. Yem bitkilerinin kimyasal bileşimleri ile OMS, ME, NEL değerleri arasındaki korelasyonlar

Çalışmadaki baklagil yem bitkilerinin kimyasal bileşimleri ile OMS, ME, NEL değerleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 4’te verilmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen baklagil yem bitkilerinin OMS değerleri ile HK içerikleri arasında pozitif, hemiselüloz içerikleri arasında ise negatif bir ilişki saptanmıştır.

Çizelge 4. Baklagil yem bitkilerinin kimyasal bileşimleri ile OMS, ME, NEL değerleri arasındaki korelasyonlar

	Besin maddeleri bileşimi								
	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	ADL	Hemi SEL	
OMS	-0.020	0.353*	-0.072	-0.286	-0.250	-0.044	0.241	-0.404*	-0.161
ME	-0.070	0.268	-0.118	-0.233	-0.251	-0.050	0.270	-0.396*	-0.182
NEL	-0.094	0.260	-0.121	-0.197	-0.254	-0.065	0.277	-0.380*	-0.201

ME: Metabolik enerji; NEL: Net enerji laktasyon; OMS: Organik madde sindirilebilirliği; *: $P<0.05$; **: $P<0.01$

Çizelge 5. Baklagil yem bitkilerinin kimyasal bileşimleri ile gaz üretim miktarları ve gaz üretim parametreleri arasındaki korelasyonlar

	Besin maddeleri bileşimi								
	KM	HK	HP	HY	NDF	ADF	ADL	Hemi SEL	SEL
3	0.241	-0.088	0.008	-0.254	-0.036	0.203	0.287	-0.366*	0.082
6	0.247	-0.162	0.125	-0.314	-0.091	0.123	0.115	-0.351*	0.078
9	0.155	-0.160	0.184	-0.329	-0.175	0.027	0.054	-0.368*	0.003
12	0.111	-0.176	0.218	-0.339*	-0.179	0.045	0.049	-0.401*	0.024
24	0.029	-0.207	0.147	-0.232	-0.183	0.047	0.144	-0.411*	-0.018
48	0.005	-0.194	0.075	-0.180	-0.151	0.089	0.206	-0.413*	-0.002
72	0.003	-0.193	0.043	-0.147	-0.135	0.101	0.242	-0.401*	-0.007
96	-0.003	-0.206	0.053	-0.144	-0.145	0.093	0.239	-0.408*	-0.014
A	0.253	0.038	-0.174	-0.075	0.124	0.326	0.472**	-0.246	0.125
B	-0.186	-0.299	0.163	-0.120	-0.265	-0.084	0.018	-0.372*	-0.098
C	0.106	-0.074	0.233	-0.268	-0.137	-0.203	-0.418*	0.042	-0.019
a+b	-0.007	-0.200	0.031	-0.127	-0.131	0.106	0.255	-0.400*	-0.008

a= kolay çözünebilir fraksiyonların gaz miktarı (ml); b= çözünmeyen fraksiyonların gaz üretim miktarı (ml); c= çözünmeyen fraksiyonların (b) gaz üretim oranı (saat⁻¹); a+b= potansiyel gaz üretimi (ml), *:P<0.05; **: P<0.01

3.4. Baklagil yem bitkilerine ait kimyasal bileşimleri ile in vitro gaz üretimleri ve in vitro gaz üretim parametreleri arasındaki korelasyonlar

Çalışma kapsamında incelenen baklagil yem bitkilerinin kimyasal bileşimleri ile in vitro gaz üretim miktarları ve in vitro gaz üretim parametreleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 5’te verilmiştir.

Yemlerin ADL içeriği gaz üretim hızını negatif yönde önemli düzeyde etkilediğinden ruminantlar için rasyon hazırlarken ADL ve c değeri arasındaki ilişkinin de dikkate alınması gerekmektedir (Kamalak, 2005).

Araştırma kapsamında incelenen baklagil yem bitkilerinin in vitro gaz üretim değerleri ile hemiselüöz içerikleri arasında negatif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Yemlerin in vitro gaz üretim parametrelerinden “a” ile ADL arasında pozitif, “c” ile ADL arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. Karabulut ve ark. (2006) “c” ile “ADL” arasında benzer ilişki tespit etmiştir.

4. Sonuç

Çalışmada baklagil yem bitkilerinin kimyasal bileşimleri arasında olan farklılıklar yemlerin in vitro gaz üretimlerini (3-96. saat) ve bazı gaz parametrelerini de (a, b, c, a+b) etkilemiştir. İVGÜ en yüksek dağ fiğinde, en düşük ise üç başlı üçgülde bulunmuştur. Gaz üretim parametrelerinden ‘c’ değeri en yüksek karkas üçgülünde, en düşük dağ İspanyol korungasında görülmüştür. İn vitro gaz üretim değeri (24. saat) ve bazı kimyasal bileşimlerine bağlı olarak hesaplanan OMS en yüksek dağ fiğinde, en düşük melez yoncada, enerji içeriklerinden ME ve NEL değerleri sırasıyla en yüksek dağ fiğinde, en düşük üç başlı üçgül yem bitkilerinde tespit edilmiştir. Araştırma

bulgularının tümü değerlendirildiğinde incelenen baklagil yem bitkilerinden İn vitro gaz üretim değeri ve enerji içerikleri bakımından dağ fiği yem bitkisi yüksek değerler göstermiştir. Baklagil yem bitkileri ruminant beslemede çok önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle uygun buğdaygil ve baklagil karışımları ile ekimler yapılarak kaliteli kaba yem açığının giderilmesinde bu kaynakların kullanılması gerekmektedir.

Sonuç olarak, bahse konu yemlerin gaz üretim değerlerini belirleyen araştırmalar neticesinde yemlerin kimyasal içerik ve sindirim dereceleri belirlenmelidir. Bunun yanı sıra bu araştırmalar neticesinde ideal değerler sergileyen yem bitkilerinin kültüre alınmalarını öngören ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

- Albayrak, S., Ekiz, H. 2005. An Investigation on the establishment of artificial pasture under ankara’s ecological conditions. Turk J. Agric For., 29: 69-74.
- Açıkgöz, E. 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
- Anonim, 2015. Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (Erişim tarihi: 05.02.2015).
- A.O.A.C. 1990. Official method of analysis. Association of Official Analytical Chemists pp. 66-88. 15th.edition Washington, DC. USA.
- Başaran, U., Acar, Z., Mut, H., Aşçı, Ö.Ö. 2006. Doğal olarak yetişen bazı baklagil yem bitkilerinin bazı morfolojik ve tarımsal özellikleri. OMÜ Zir. Fak. Dergisi, 21(3): 314-317.
- Bayraktar, E. 2005. Tekirdağ koşullarında bazı yem bitkilerinin farklı gelişme dönemlerinde kök ve gövdelerinde bitkilerin kimi besin maddelerinin değişimi. Yüksek Lisans Tezi. Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Beuvinck, J.M.W., Spoelstra, S.F. 1992. Interactions between

- substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms in vitro. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 37: 505-509.
- Blümmel, M., Ørskov, E.R. 1993. Comparison of in vitro gas production and nylon bag degradabilities of roughages in predicting food intake of cattle. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 40: 109-119.
- Canbolat, Ö., Karaman, Ş. 2009. Bazı baklagil kaba yemlerinin in vitro gaz üretimi, organik madde sindirilebilirliği, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (2): 188-195.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F Tests. *Biometrics*, 11: 1-42.
- Hanoğlu, H. 2011. Yonca, korunga ve fiğ kuru otlarının in situ naylon kese parçalanabilirliği ve in vitro gaz üretim değerlerinin karşılaştırılması. 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Adana.
- Kamalak, A. 2005. Bazı kaba yemlerin gaz üretim parametreleri ve metabolik enerji içerikleri bakımından karşılaştırılması. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8(2).
- Karabulut, A., Canbolat, Ö., Kamalak, A. 2006. Effect of maturity stage on the nutritive value value of birdsfoot trefoil hays. *Lotus Newsletter*, 36 (1): 11-21.
- Karabulut, A., Canbolat, Ö., Kalkan, H., Gürbüzol, F., Sucu, E., Filya, İ. 2007. Comparison of in vitro gas production, metabolizable energy, organic matter digestibility and microbial protein production of some legume hays. *Asian-Agust. J. Anim. Sci.* 20(4): 517-522.
- Khazal, K., Boza, J., Ørskov, E.R. 1994. Assessment of phenolics-related antinutritive effects in mediterranean browse: a comparison between the use of the gas production technique with or without insoluble polyvinylpyrrolidone or nylon bag. *Anim. Feed. Sci. Technol.*, 49:133-149.
- Kılıç, A. 2006. Kaba Yemlerde Niteliğin Saptanması. Yardımcı Ders Kitabı. Hasad Yayıncılık, 159 s.
- Kılıç, Ü. 2005. Ruminant beslemede kullanılan bazı yem hammaddelerinin in vitro gaz üretim tekniği kullanılarak bazı fermentasyon ürünlerinin ve enerji içeriklerinin belirlenmesi. Doktora tezi. O.M.Ü. Fen Bil. Enst. Samsun.
- Kılıç, Ü., Sarıççek, B.Z. 2006. In vitro gaz üretim tekniğinde sonuçları etkileyen faktörler. *Hayvansal Üretim*, 47(2): 54-61.
- Kutlu, H.R., 2008. Yem değerlendirme ve analiz yöntemleri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü. Ders Notu. Z.M. 208. Adana.
- Menke, K.H., Raab, L.L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, Schneider, W. 1979. The estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liqueur in vitro. *Journal of Agricultural Science*, 93: 217-222.
- Menke, K.H., Steingass, H. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Devel.*, 28: 7-55.
- Norton, B.W. 2012. The Nutritive value of tree legumes. Erişim tarihi, 07.11.2012. <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Pubicat/Gutt-shel/x5556e0j.htm>. pp. 1-10.
- Ørskov, E.R., McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.*, 92: 499-503.
- Özkan, Ç.Ö. 2006. Farklı dönemlerde hasat edilen bazı baklagil yem bitkilerinden sindirim derecesinden ve metabolik enerji değerlerinin in vitro gaz tekniği ile belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, K.S.İ.Ü. Fen. Bil. Ens., Kahramanmaraş.
- Polat, M., Şayan, Y., Özkul, H., Öneç, S.S. 2007. Kaba Yemlerin Çeşitli İnkübasyon Periyotlarındaki in vitro Metabolik Enerji Değerleri. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 44(1): 113-122.
- Robinson, P.H. 2003. Estimating alfalfa hay and corn silage energy levels, uc davis equations using NDF and ADF. 06.11.2012,from <http://animalscience.ucdavis.edu/faculty/robinson/Articles/Fultext/Pdf/Web200309.pdf>.
- Seresinhe, T., Madushika, S.A.C., Seresinhe, Y., Lal, P.K., Ørskov, K. 2012. Effects of Tropical High Tannin Non Legume and Low Tannin Legume Browse Mixtures on Fermentation Parameters and Methanogenesis Using Gas Production Technique. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 25(10): 1404-1410.
- Snedecor, G.W., Cochran W. 1976. *Statistical methods*. The Iowa State Univ. Pres. Amer. IA. USA.
- Şahin, M., Üçkardeş, F., Canbolat, Ö., Kamalak, A., Atalay, A.İ. 2011. Ruminant beslemede kullanılan bazı yemlerin kısmi gaz üretim zamanlarının tahmini. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 17 (5): 731-734.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhannoa, M.S., Mcallan, A.B., France, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 48: 185-197.
- Turan, N., Özyazıcı, M.A., Tantekin, G.Y. 2015. Siirt İlinde Çayır Mera Alanlarından ve Yem Bitkilerinden Elde Edilen Kaba Yem Üretim Potansiyeli. *Turk J. Agric. Res.*, 2: 69-75 TÛTAD ISSN: 2148-2306
- Van Soest, P.J., Robertson, J.D., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd Ed.). Ithaca, N.Y. Cornell University Press.
- Valentin, S.F., Williams, P.E.V., Forbes, J.M., Sauvant, D. 1999. Comparison of the in vitro gas production technique and the nylon bag degradability technique to measure short and long term processes of degradation of maize silage in dairy cows. *Animal Feed Science Technology*, 78: 81-99.
- Waghorn, G.C., Stafford, K.J. 1993. Gas production and nitrogen digestion by rumen microbes from deer and sheep. *New Zealand J. Agric. Res.*, 36: 493-497.
- Yavuz, M. 2005. Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve in vitro sindirim değerlerinin belirlenmesi. *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(1): 97-101.



Derleme/Review

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 300-306
ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online)
doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.300-306



Toprakta ısı iletkenliğine etki yapan ısısal parametrelerin teorik incelemesi

İmanverdi Ekberli*, Coşkun Gülser, Nutullah Özdemir

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

Geliş/Received 08/06/2015

Kabul/Accepted 30/10/2015

ÖZET

Toprakta ısı iletkenliğinin teorik olarak belirlenmesi sıcaklık alanı ve sıcaklık alanına etki yapan ısı özellikleri ile ilişkilidir. Toprakta ısı özelliklerinin incelenmesi, toprak sıcaklığının tahmin edilmesi ve optimum toprak sıcaklığın oluşturulması için önemlidir. Bu çalışmada zamana ve mesafeye bağlı olarak sıcaklık alanı, sıcaklık gradyanı, ısı iletkenliği ve ısısal yayılım teorik olarak incelenmiştir. Aynı zamanda, ısı akımı için Fourier kuralı ve bir boyutlu ısı iletkenlik denklemi toprak sıcaklığına uygulanmış, toprakta sıcaklığın harmonik değişimini ifade eden çözüm gösterilmiştir.

Anahtar Sözcükler:
Bir boyutlu ısı iletkenlik denklemi
Fourier kuralı
Isısal özellikler
Toprak sıcaklığı

Theoretical investigation of heat parameters influencing heat conductivity in soil

ABSTRACT

Theoretical determination of heat conductivity in soil is related with heat area and heat parameters influencing heat area. Investigation of heat properties in soil is important for predicting soil temperature and obtaining optimum soil temperature. In this study, heat area, heat gradient, heat conductivity and heat diffusivity of soils with respect to time and length are theoretically investigated. Also, Fourier law for heat flow and one dimensional heat conductivity equation have been applied to soil temperature, the solution expressing harmonic change of soil temperature has been shown.

Keywords:
One dimensional heat conductivity equation
Fourier law
Heat properties
Soil temperature

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

Toprak altındaki ortam özelliklerinin değişimi üzerine önemli düzeyde etki yapan ısı iletiminin teorik ve pratik incelenmesi Fourier (1822)'in ısı iletimine ait teorik kuramının Kelvin (1861) tarafından yeraltındaki ısı iletimi olaylarına uygulaması ile başlamıştır. Bullard (1939) tarafından ise, yer altı sıcaklık rejimi üzerine yer altı ve taban suyu su akımının etkisi araştırılmıştır.

Son iki yüz yılda ise mühendis ve yer bilimciler tarafından farklı ortamlarda ısı iletimi teorisi yüksek düzeyde geliştirilmiş (Kurylyk ve ark., 2014) ve tarım (Balland ve ark., 2006; Mellander ve ark., 2007; Kahimba ve ark., 2009), jeoteknik mühendisliği (Lunardini, 1981; Krzewinski ve Tart, 1985; Andersland ve Ladanyi, 1994), paleoklimatoloji / termik jeofizik (Beltrami ve ark., 1995; Bodri ve Cermak, 2007; Lesperance ve ark., 2010), hidrolojik (Williams ve Smith, 1989; Luo ve ark., 2003; Woo, 2012) gibi bilim alanlarında ise uygulanmıştır.

Ortamda dönüşümsüz ve bağımsız süreç olan ısının yayılması, ısı iletiminin veya ısı değişimi teorisinin konusunu oluşturmaktadır. Ortamın ayrı-ayrı zerrecikleri ve bölgeleri arasındaki dahili enerji değişimi ısı taşınımı sürecini ifade etmekte olup, ısı iletkenliği (katı ortamda), konveksiyon (sıvı ve gaz ortamında) ve ısısal yayılım (elektromanyetik dalgaların yardımıyla ısının yayılımı) ile oluşmaktadır. Isı yayılımının basit süreçleri olan ısı iletkenliği, konveksiyon ve ısısal yayılım, doğada ve teknikte çok sık olarak birlikte gerçekleşmektedir. Isı iletkenliğinin büyük bir kısmı, cisimde veya cisimler arasında moleküler ısı taşınımı olup, tam bir biçimde ancak katı cisimlerde gerçekleşmekte ve sıcaklık değişimi sonucunda oluşmaktadır.

Isı değişimi süreçlerinin, agregat durumu değişen veya değişmeyen homojen (saf) madde ve çeşitli karışım gibi farklı ortamlarda gerçekleşmesi mümkündür. Buna bağlı olarak ısı değişimi farklı biçimde ortaya çıkmakta ve farklı denklemlerle ifade edilmektedir. Birçok ısı taşınımı

süreçleri kütle taşınımı ile aynı zamanda gerçekleşmektedir. Örneğin, toprakta suyun buharlaşması durumunda ısı değişimi ile birlikte, buhar-iyon karışımının da taşınımı söz konusu olmaktadır. Bu durumda taşınım hem moleküler ve hem de konvektif (ısı iletkenliği ve konveksiyonla birlikte gerçekleşen ısı taşınımı süreci) olup, kütle taşınımı da konvektif kütle değişimi olarak tanımlanmaktadır. Kütle ortamında yayılmış (dağılmış) maddelere bağlı ilave ısı taşınması mümkün olduğundan, kütle değişimi ısı değişimini zorlaştırmaktadır (Luikov ve Mikhailov, 1959; 1965; Isacenko ve ark., 1981).

Genel olarak, çeşitli maddelerin karışımında, sıcaklık dışındaki başka fiziksel zerreciklerin heterojen dağılımı da ısı taşınımına neden olmaktadır. Örneğin, karışım bileşenlerinin yoğunluk farklılıkları ilave moleküler ısı taşınımını (difüzyon sıcaklık etkisi- difüzyon termo efekti) ortaya çıkarmaktadır. Difüzyon sıcaklık etkisinde ortaya çıkan ısı taşınımı ihmal edilecek düzeyde az olmaktadır. Isı değişiminin teorik araştırılmasında, sürecin gerçekleştiği ortamın modele uyumlu olması açısından, ortamın aralıksız, homojen, izotrop (ortamın herhangi bir noktasındaki fiziksel özelliklerinin yöne bağlı olmaması) yapıya sahip olması gibi varsayımlar kabul edilmektedir. Toprakta ısı taşınımının araştırılmasında, ortamın homojen, taşınım sürecinin de sürekli olması göz önüne alınmaktadır.

Tarım, meteoroloji, mühendislik vb. alanlarda ısı taşınım modelinin uygulanması, ısı iletkenliği ve ısısal yayılım katsayılarının deneysel (Çanakci ve ark., 2007; Nikiforova ve ark., 2013) veya teorik olarak detaylı biçimde (Usowicz ve ark., 2006) belirlenmesine önemli düzeyde bağlı olmaktadır. Usowicz ve ark. (2013) yaptıkları bir çalışmada, agregalaşmamış (<0.25 mm) ve değişik boyutlarda agregalaşmış (0.25–0.5, 0.5–1, 1–3, 3–5, 5–10 mm) topraklarda su içeriğinin bir fonksiyonu olarak ısı iletkenliğini belirleyerek, gerçek ve model değerlerini karşılaştırmışlardır. Isı iletkenliğinin tahmin edilmesinde gözeneklilik, penetrasyon direnci, kum içeriği gibi kolaylıkla ölçülebilir parametreleri kapsayan regresyon denklemlerinde kullanılması mümkündür (Usowicz ve ark., 2008). Toprağın ısı iletkenliği, ısısal yayılım, ısı kapasitesi gibi termal özellikleri sıcaklığın dağılımında ve ısı taşınımında önemli olmaktadır (Chung ve Horton, 1987). Zhou ve ark. (2007) tarafından, bitki örtüsü altındaki toprağa NPK ve hindi gübresi uygulanmasında sıcaklık değişimi incelenmiş, 10 cm ve 25 cm toprak derinlikte ısısal yayılımının minimum olarak $0.0013 - 0.0016 \text{ cm}^2 \text{ san}^{-1}$ ($1.3 \cdot 10^{-7} - 1.6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ san}^{-1}$) ve maksimum olarak $0.013 - 0.015 \text{ cm}^2 \text{ san}^{-1}$ ($13 \cdot 10^{-7} - 15 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ san}^{-1}$) arasında olduğu saptanmıştır. Bazı kaynaklarda ise ısısal yayılımının $3 \cdot 10^{-7} - 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 \text{ san}^{-1}$ aralığında değiştiği gösterilmiştir (de Vries, 1975; Horton ve ark., 1983; Hinkel, 1997). Literatür bilgilerine göre, ısı iletkenliği ise $0.2 - 4.0 \text{ Watt} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$ (veya $0.00048 - 0.0096 \text{ Kalori} \cdot \text{san}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$) arasında değişmektedir (de Vries, 1963; Wu ve Nofziger, 1999). Toprak sıcaklığı değerlerine göre belirlenmesi mümkün olan ısı iletkenliği, bitki büyüme mikro klimasını da etkilemektedir (Ghuman ve Lal, 1985). Bazı araştırmalarda ölçülen toprak sıcaklığına bağlı olarak ısı özellikleri parametreleri ve

toprak profili boyunca sıcaklığın tahmin edilmesi incelenmiştir (Ekberli ve Gülser, 2014; Ekberli ve Sarılar, 2014; 2015).

Tarımsal faaliyetlerin toprak içi ısı taşınımına etkilerinin belirlenmesi ve sayısal olarak değerlendirilmesine ait mevcut yaklaşımlar ve toprak analiz yöntemleri geliştirilmemiştir. Bu yöntemler, farklı toprak tipleri ve iklim koşulları için uzun dönem ortalama toprak ısısal özelliklerinin ölçümünde veya toprak sıcaklık modellerinin analizindeki geleneksel vurguyu yansıtmaktadırlar (Arshad ve Azooz, 1996; Hinkel ve ark., 2001; Ekwue ve ark., 2005; Tikhonravova, 2007). Bu araştırmaların büyük çoğunluğu çıplak topraklarda yapılmış ve bu alandaki yöntem ve teknikleri içeren bir çok çalışma ve derleme bulunmaktadır (Feddes, 1973; de Vries, 1975; Hillel, 1982; Marshall ve ark., 1996; Rees ve ark., 2000).

Isı taşınımının süreklilik gösteren kısmi diferansiyel denklemlerle ifade edilmesi, i) yüzey sıcaklığına ve ii) zamana bağlı olarak dikey toprak profili boyunca sıcaklığın değerlendirilmesine imkan sağlamaktadır. Zambra ve Moraga (2013)'ya göre, zamana bağlı ısı taşınımı denkleminin yardımıyla topraktaki fiziksel, biyolojik ve kimyasal süreçlerinde göz önüne alınması mümkündür.

Bu çalışmanın amacı, ortamda (toprakta) sıcaklık alanının ve sıcaklık gradyanının; ısı akımının Fourier kuralına göre ısı iletkenliğinin ve ısısal yayılım katsayısının; toprak yüzeyinde sıcaklığın harmonik değişimi durumunda ısı iletkenliği denkleminin uygulanabilirliğinin irdelenmesidir.

2. Sıcaklık alanının oluşumu ve sıcaklığa etki eden faktörler

2.1. Sıcaklık alanı

Cismin zerreciklerinin veya farklı sıcaklığa sahip cisimlerin birbirine dokunmasında meydana çıkan enerjinin yayılması ısı taşınımı sürecini oluşturmaktadır. Isı taşınımı cisimlerdeki mikro zerreciklerinin hareketine bağlı olmaktadır. Gazlarda enerjinin taşınımı molekül ve atomların difüzyonu, sıvı ve katı cisimlerde ise esnek (elastik) dalgaların yer değişimi sonucunda oluşmaktadır (Luikov ve Mikhailov, 1965; Luikov, 1967; Kane ve ark., 2001). Sıvı ve gazlarda ısı konveksiyonunun ihmal edilmesi durumunda tam ısı akımı mümkün olmaktadır.

Genel olarak tüm fiziki süreçler bu süreçlere önemli etki yapan fiziki parametrelerin mekan ve zamana göre değişimi sonucunda oluşmaktadır. Isı taşınımı süreci başka ısı değişimi çeşitleri gibi cismin farklı sıcaklığa sahip noktaları arasında olabilmektedir.

Isı taşınımının analitik incelenmesi sıcaklığın mekan (x, y, z uzay koordinatlarına) ve zamana (τ) göre değişiminin belirlenmesine bağlı olup, $t = f(x, y, z, \tau)$

(1) denkleminin yapılmasını gerektirmektedir. (1) denklemin incelenen sistemin tüm noktalarında ve her bir zaman anında (aralığında) sıcaklık değerlerinin toplamını gösteren sıcaklık alanının matematiksel ifadesi olmaktadır.

Sıcaklığın zamana bağlı olan değerlerine uygun olarak sabit ve değişken sıcaklık alanı tespit edilmektedir. Cismin farklı noktalarında her hangi zaman aralığında sıcaklığın

değişmesi durumunda, (1) denklemi sıcaklık alanının genel ifadesini göstermektedir. Bu durumda ısı taşınımının dinamiği değişken olup, değişken sıcaklık alanı söz konusu olmaktadır.

Cismin her bir noktasında her bir zaman aralığında sıcaklığın aynı olması durumunda sabit sıcaklık alanı oluşmaktadır. Bu durumda sıcaklık ancak koordinatların fonksiyonu olarak, üç boyutlu (uzay) sıcaklık alanını ifade etmektedir: $t = f_1(x, y, z)$, $\frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$. Sıcaklık iki veya

bir koordinatın fonksiyonu ise, uygun olarak iki ($t = f_2(x, y, \tau)$; $\frac{\partial t}{\partial z} = 0$) veya bir ($t = f_3(x, \tau)$;

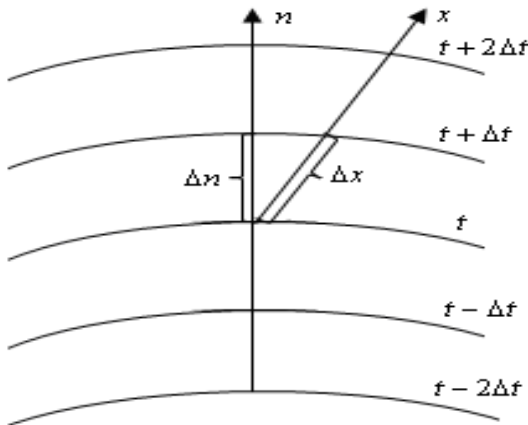
$\frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = 0$) boyutlu sıcaklık alanı oluşmaktadır. Bir

boyutlu sabit sıcaklık alanının denklemi daha basit olup,

$t = f_4(x)$; $\frac{\partial t}{\partial \tau} = 0$; $\frac{\partial t}{\partial y} = \frac{\partial t}{\partial z} = 0$ gibi ifade edilir.

2.2. Sıcaklık Gradyeni

Cismin eşit sıcaklığa sahip noktalarının birleştirilmesi sonucunda aynı sıcaklıklı veya izotermik yüzey elde edilir. Böylece, sıcaklık alanında aynı sıcaklığa sahip noktaların geometrik yerleşimi izotermik alanı oluşturmaktadır. Bu durumda, cismin herhangi bir noktasında aynı zamanda farklı sıcaklıkların oluşumu mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla, izotermik alanlar kesişmemekte, ya cismin yüzeyinde sonlanmakta ya da tüm olarak cismin dahilinde yerleşmektedir. İzotermik yüzeylerin düzlemde kesişmesi, bu düzlemde izoterm ailesini oluşturmaktadır. İzoterm ailesi de izotermik yüzeylerin özelliklerini taşımaktadır. Yani, cismin dahilinde kesişmemekte ve kopmamakta, ya yüzeyde sonlanmakta ya da tüm olarak cismin dahilinde yerleşmektedir. Şekil 1’de sıcaklıkların bir birinden Δt kadar farklı olması durumunda izotermikler gösterilmiştir. Cisimde sıcaklığın değişimi yalnız izotermik yüzeylerin kesişmesi yönünde gerçekleşmektedir. Bu nedenle, birim uzunlukta sıcaklığın maksimum azalması izotermik yüzeylerin normali yönünde olmaktadır.



Şekil 1. İzotermikler

Sıcaklığın izotermik yüzeylerin normali yönündeki artışını gösteren sıcaklık gradyeni, izotermik yüzeylerin

normali doğrultusunda, sıcaklık artışı yönündeki vektördür. Sayısal olarak sıcaklığın normal yönündeki kısmi türevine eşit olmaktadır: $gradt = \vec{n}_0 \frac{\partial t}{\partial n}$ (2). Burada, \vec{n}_0 -

izotermik yüzeylere normal olan ve sıcaklığın artışı doğrultusunda yönelen birim vektör; $\frac{\partial t}{\partial n}$ -sıcaklığın n

normaline göre kısmi türevidir. İzotermik yüzeylerin farklı noktalarında, $\frac{\partial t}{\partial n}$ sıcaklık gradyeninin değerleri aynı

olmamaktadır. İzotermik yüzeyler arasındaki Δn mesafesinin küçük olduğu yerlerde sıcaklık gradyeninin değerleri yüksek olmaktadır. Bazı araştırmalarda $\frac{\partial t}{\partial n}$

sıcaklık gradyeninin skaler değerleri de sıcaklık gradyeni olarak kabul edilmektedir. $\frac{\partial t}{\partial n}$ kısmi türevi sıcaklığın

azalması yönünde negatiftir.

(2) denklemlerle gösterilen $gradt$ vektörünün Ox , Oy , Oz koordinat eksenleri üzerindeki izdüşümleri aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$\begin{cases} (gradt)_x = \frac{\partial t}{\partial n} \cos(n, \hat{x}) = \frac{\partial t}{\partial x} \\ (gradt)_y = \frac{\partial t}{\partial n} \cos(n, \hat{y}) = \frac{\partial t}{\partial y} \\ (gradt)_z = \frac{\partial t}{\partial n} \cos(n, \hat{z}) = \frac{\partial t}{\partial z} \end{cases} \quad (3)$$

2.3. Isı akımının Fourier Kuralı

Isının yayılması için gerekli olan koşul ortam sıcaklığının eşit olmamasıdır. İletkenlikle ısının taşınması için cismin farklı noktalarında sıcaklık gradyeninin sıfır olmaması gerekir. Fourier hipotezine göre, izotermik alanın dF kısmından $d\tau$ zaman aralığında geçen dQ_τ ısı miktarı

(Jule) $\frac{\partial t}{\partial n}$ sıcaklık gradyeni ile orantılıdır:

$$dQ_\tau = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dF d\tau \quad (4)$$

Deneyssel olarak tespit edilmiştir ki, (4) ifadesindeki λ orantı katsayısı cismin fiziksel parametresi olup, cismin ısı geçirmesi özelliğini karakterize eden ısı iletkenliğidir.

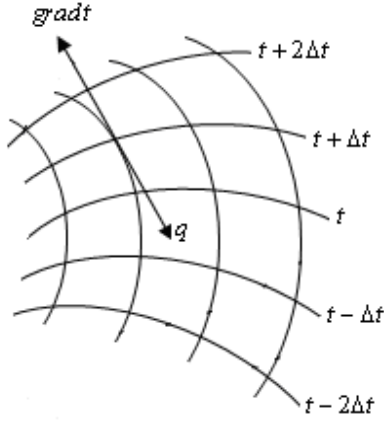
İzotermik yüzeyin birim alanından birim zamanda geçen ısı miktarı ısı akımının yoğunluğunu ($Watt/m^2$) ifade etmektedir:

$$q = \frac{dQ_\tau}{dF d\tau} = -\vec{n}_0 \lambda \frac{\partial t}{\partial n} \quad (5)$$

Isı akımının q yoğunluk vektörü, izotermik yüzeyde normal üzere yönelmektedir. Ortamda sıcak bölgeden soğuk bölgeye doğru ısı akımı gerçekleştiği için, ısı akımının yoğunluk vektörünün pozitif yönü, sıcaklığın azalması yönü ile örtüşmektedir. Yani, \vec{q} vektörü ve

gradt bir doğru üzerinde olup, ters yönde yerleşmektedir. Bu nedenle, (4) ve (5) ifadelerinin sağ tarafında negatif işareti olmaktadır.

Teğetleri \vec{q} vektörü ile örtüşen doğrular ısı akımı doğrularını oluşturmaktadır. Isı akımı doğruları izotermik yüzeye ortogondur (Şekil 2).



Şekil 2. İzotermik yüzeyler ve ısı akımı doğruları

Isı akımının q yoğunluk vektörünün skaler değeri (\vec{n}_0 birim vektörünün göz önüne alınmaması durumu) (5) ifadesinden aşağıdaki gibi elde edilmektedir:

$$q = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} \quad (6)$$

Çok sayılı denemeler Fourier hipotezinin doğruluğunu göstermekte ve (4), (5) denklemleri ısı iletkenliğinin temel kuralı olup, "ısı akımı yoğunluğu sıcaklık gradyeni ile orantılıdır" biçiminde ifade edilmektedir.

Maksimum ısı akımı yoğunluğu izotermik yüzeylerin normali boyunca gerçekleşmekte ve (3) ve (6) ifadelerine göre Ox , Oy , Oz eksenleri üzerindeki izdüşümü aşağıdaki gibi olmaktadır

$$q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x}; q_y = -\lambda \frac{\partial t}{\partial y}; q_z = -\lambda \frac{\partial t}{\partial z} \quad (7)$$

(7) denklemleri ile ifade edilen ısı akımları, ısı akımı yoğunluğu vektörünün bileşenleri olup, ortamda ısı akımı yoğunluğu vektörünün genel ifadesi $\vec{q} = iq_x + jq_y + kq_z$ (i, j, k - koordinat eksenleri üzerinde ortogonal vektörlerdir) olur.

Böylece, katı cismin herhangi bir yüzeyinden geçen ısı akımını belirlemek için, cismin dahilindeki sıcaklık alanının belirlenmesi gerekmektedir. Sıcaklık alanının bulunması, ısı iletkenliğinin analitik teorisinin temel problemi olmaktadır (Luikov, 1948; İsaçenko ve ark., 1981; Kreith ve Black, 1983).

2.4. Sıcaklık alanının ısı iletkenlik katsayısı

Isı iletkenlik katsayısının fiziksel anlamını açıklamak için, (5) denklemi bir boyutlu sabit sıcaklık alanına uygulanır. Bu durumda, sıcaklık izotermik yüzey

normallerinin yalnız bir koordinatına bağlı olarak, ısı akımı yoğunluğu vektörünün skaler değeri aşağıdaki gibi elde edilir:

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx} \left(\frac{dt}{d\tau} = \frac{dt}{dy} = \frac{dt}{dz} = 0 \right) \quad (8)$$

Sıcaklık gradyeni değerinin sabit olması durumunda $\left(\frac{dt}{dx} = \text{sabit} \right)$, x mesafesinin artması ile sıcaklık değişimi doğrusal olarak, aşağıdaki biçimde olur:

$$\frac{dt}{dx} = \frac{t_2 - t_1}{x_2 - x_1} = \text{sabit} \quad (9)$$

Bu durumda ısı akımının $\frac{dQ_\tau}{d\tau}$ hızı sabit olduğundan

$\frac{dQ_\tau}{d\tau} = \frac{Q_\tau}{\tau} = \text{sabit}$ (10) (Q_τ - izotermik yüzeyin F alanından τ zamanında geçen ısı miktarı) bulunur. (5), (8)-(10) ifadelerine göre,

$$\frac{Q_\tau}{F\tau} = -\lambda \frac{t_2 - t_1}{x_2 - x_1} = \lambda \frac{t_1 - t_2}{x_2 - x_1} = \frac{t_1 - t_2}{\Delta x} \quad (t_1 > t_2, x_2 > x_1)$$

veya

$$\lambda = (Q_\tau / F\tau) / [(t_1 - t_2) / \Delta x] \quad (11) \text{ elde edilir.}$$

(6) ifadesinden ise $\lambda = \frac{|\vec{q}|}{|\text{grad}t|}$ (12) bulunur.

(11) ve (12) denklemlerine göre, birim uzunluklu normal boyunca sıcaklığın 1°C azalması durumunda, birim zamanda birim yüzeyden geçen ısı miktarı ısı iletkenliği katsayısını ifade etmektedir. Isı iletkenliği katsayısının birimi ise $[\lambda] = (\text{Joule}/\text{m}^2 \cdot \text{san}) / (^\circ\text{C}/\text{m}) = \text{Watt}/\text{m} \cdot ^\circ\text{C}$ veya $\text{Kkal}/\text{m} \cdot \text{saat} \cdot ^\circ\text{C}$ olmaktadır. Isı iletkenliği katsayısı ortamın fiziksel parametresi olup, ortamın sıcaklığına, basıncına ve çeşidine bağlı olmaktadır.

Genel olarak, farklı ortamlar için ısı iletkenlik katsayısı deneysel olarak farklı yöntemlerle belirlenmekte ve teorik araştırmalarda bu değerlerden kullanılmaktadır (Petuhov, 1952; Vargaftik, 1956; Çirkin, 1959; Çederberg, 1963; Misnar, 1968; Filippov, 1970). Isı değişimi gerçekleşen ortamda sıcaklığın eşit yayılmaması durumunda, sıcaklık ve ısı iletkenliği arasındaki ilişkinin belirlenmesi pratik olarak önemlidir. Deneysel olarak belirlenmiştir ki, birçok cisimlerin sıcaklık ve ısı iletkenliği arasındaki ilişki doğrusal olup, $\lambda = \lambda_0 [1 + b(t - t_0)]$ (burada, $\lambda_0 - t_0$ sıcaklığındaki ısı iletkenliğinin değeri; b ise deneysel olarak değerlendirilmesi gereken sabittir) gibi ifade olunmaktadır.

2.5. Sıcaklık alanının ısıl yayılım katsayısı

Sabit hacimde ($v = \text{const}$, izohor proses) cismin dahili enerjisinin hacimsel yoğunluğu u_v kabul edilirse, sıcaklık gradyeninin skaler değeri aşağıdaki gibi olur:

$$\frac{\partial t}{\partial n} = \left(\frac{\partial t}{\partial u_v} \right)_v \frac{\partial u_v}{\partial n} = \frac{1}{C_v} \frac{\partial u_v}{\partial n} \quad (13)$$

Burada, $C_v = \left(\frac{\partial u_v}{\partial t} \right)_v = c_v \rho$ - izohor hacimsel ısı kapasitesi, $\text{Joule/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$; c_v -özgül izohor ısı kapasitesi, $\text{Joule/kg} \cdot ^\circ\text{C}$; ρ - özgül ağırlık, kg/m^3 olmaktadır.

(13) ifadesi göz önüne alınırsa, ısı akımı yoğunluğu denklemi

$$q = -\bar{n}_0 \lambda \frac{\partial t}{\partial n} = -\frac{\lambda}{C_v} \frac{\partial u_v}{\partial n} = -a_v \frac{\partial u_v}{\partial n} \quad (14)$$

Burada, $a_v = \frac{\lambda}{C_v} = \frac{\lambda}{c_v \rho}$ - sabit cisim hacminde

($v = \text{const}$) ısısal yayılım katsayısıdır.

(14) denkleminde göre, cismin ısı akımı yoğunluğu cismin dahili enerjisinin hacimsel yoğunluğunun gradyeni ile doğrusal orantılıdır. Orantı katsayısı ise cismin sabit hacmindeki ısısal yayılım katsayısına eşit olmaktadır.

Sabit bir boyutlu ısı akımında ($q = \text{const}$, $\frac{\partial u_v}{\partial n} = \text{const}$), (11) denkleminde benzer biçimde, (14) denklemi aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\frac{Q_r}{F\tau} = a_v \frac{u_{v1} - u_{v2}}{x_2 - x_1} = \frac{t_1 - t_2}{\Delta x} \quad (15)$$

(15) ifadesine göre, a_v katsayısı, cismin dahili enerjisinin hacimsel yoğunluğunun normalin birim uzunluğu boyunca 1 Joule/m^3 azalması durumunda birim yüzeyden birim zamanda geçen ısı miktarına eşit olmaktadır. ısısal yayılım katsayısı fiziksel olarak, cismin dahili enerjisinin moleküler taşınımını karakterize etmekte olup, birimi ise $[a_v] = \frac{\text{Joule} \cdot \text{m}^4}{\text{m}^2 \cdot \text{san} \cdot \text{Joule}} = \frac{\text{m}^2}{\text{san}}$ olmaktadır.

Sabit basınç ($p = \text{const}$) durumunda, a_p (m^2/san) ısısal yayılım katsayısı $a_p = \frac{\lambda}{c_p \rho} = \frac{\lambda}{C_p}$ (burada, c_p ve C_p cismin uygun olarak özgül ve hacimsel izobar ısı kapasitesidir) ifadesi ile hesaplanır ve $C_p = c_p \rho = \left(\frac{\partial H_v}{\partial t} \right)$

(H_v -entalpinin hacimsel yoğunluğu, Joule/m^3) olmaktadır. a_p ısısal yayılım katsayısı fiziksel olarak, cismin entalpisinin moleküler hareketle taşınımını karakterize etmektedir.

Genel olarak, ısı akımı yoğunluğu denklemi veya ısı iletkenliği kuralı aşağıdaki gibi ifade edilmektedir:

$$q = -\bar{n}_0 \lambda \left(\frac{\partial t}{\partial H_v} \right)_p \frac{\partial H_v}{\partial n} = -a \frac{\partial H_v}{\partial n} \quad (16)$$

(16) ifadesine göre, ısısal yayılım katsayısı, cismi çevreleyen ortam koşuluna bağlı olarak ($v = \text{const}$ veya $p = \text{const}$) dahili enerjinin (a_v) veya entalpinin (a_p)

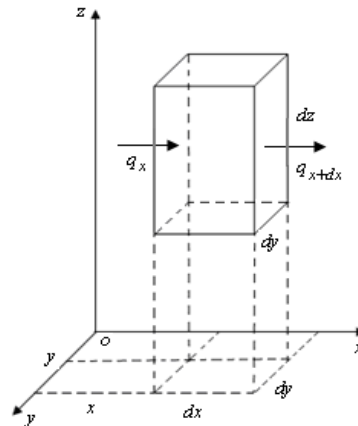
difüzyon katsayısı olmaktadır. Katı cisimler için c_v özgül izohor ısı kapasitesi, c_p özgül izobar ısı kapasitesinden az farklı olduğu için $c_v = c_p = c$ kabul edilmektedir. Katı cisimlerin ısı iletkenliğinin analitik teorisinde, cismi çevreleyen ortam koşuluna bağlı olmayarak, ısısal yayılım katsayıları eşit kabul edilmektedir: $a = a_p = a_v = \frac{\lambda}{c\rho}$.

3. Toprağın bir boyutlu ısı iletkenliği denklemi

Toprağın (ortamın) sıcaklık alanının analitik ifadesinin bulunması probleminin çözümü için, ısı iletkenliğinin diferansiyel denkleminin yapılması gereklidir. Ortam sıcaklığını karakterize eden, üç boyutlu koordinatların ve zamanın fonksiyonu olan fiziksel parametreler arasındaki matematiksel ilişkiler diferansiyel denklemle ifade edilmektedir. Her hangi bir zaman anında cismin herhangi bir noktasındaki sıcaklık değişimleri, yapılan diferansiyel denklemler karakterize edilebilmektedir. Genel olarak diferansiyel denklemlerin yapılmasında, sıcaklık alanının bir boyutlu olması (örneğin, ısının yalnız bir yönde, x eksenini boyunca değişimi), termo-fiziksel katsayıların koordinatlara ve zamana bağlı olmaması gibi sadeleştirmeler kabul edilmektedir.

Homojen, izotrop (ısı iletiminin yöne bağlı olmaması) ve sonsuz ortamda (toprak kesiminde) ısı iletkenliğinin diferansiyel denklemini oluşturmak için, tarafları dx, dy, dz , hacmi $dx dy dz$ ve yüzeyleri uygun koordinat yüzeylerine paralel olan elementer dik dörtgen prizmanın oluşturulması gerekmektedir (Şekil 3).

Elementer dikdörtgen prizmanın yz yüzeyinden ($dy dz$ alanından) birim zamanda giren ısı akımı miktarı $q_x dy dz$, birim zamanda giden ısı akımı miktarı ise $q_{x+dx} dy dz$ olur. $q_x > q_{x+dx}$ olması durumunda, elementer dik dörtgen prizma ısınmakta, enerjinin korunması kuralına göre giren ve giden ısı miktarlarının farkı ise elementer dik dörtgen prizmada biriken ısı miktarına ($\Delta Q = cm\Delta t = c\rho V\Delta t$, burada, ΔQ -biriken ısı miktarı; Δt - birim zamanda cisimdeki sıcaklık artımı; m - kütle; c -özgül ısı kapasitesidir) eşit olmaktadır:



Şekil 3. Küçük (Elementer) hacimden geçen ısı akımı

$$q_x dydz - q_{x+dx} dydz = c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau} dx dy dz \quad (17)$$

q_{x+dx} , x 'in fonksiyonu olup, dx aralığında sürekli olduğu için Taylor serisine ayrılması mümkündür:

$$q_{x+dx} \approx q_x + \frac{\partial q_x}{\partial x} dx + \frac{\partial^2 q_x}{\partial x^2} \frac{(dx)^2}{2!} + \frac{\partial^3 q_x}{\partial x^3} \frac{(dx)^3}{3!} + \dots (18)$$

(18) serisinin ikinci terimden sonraki terimlerinin çok küçük değerlere yaklaştığını göz önüne alarak, seriyi ilk iki

terimle sınırlandırarak $q_{x+dx} \approx q_x + \frac{\partial q_x}{\partial x} dx$ (19) olur.

(19) ifadesi (17)'de yerine konursa,

$$-\frac{\partial q_x}{\partial x} dx dy dz = c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau} dx dy dz \quad (20) \text{ elde edilir.}$$

Isı akımı yoğunluğunun Ox ekseninde üzerindeki

$$q_x = -\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \text{ ızdüşümü denklemi (20)'de göz önüne}$$

$$\text{alınırsa, } -\frac{\partial}{\partial x} \left(-\lambda \frac{\partial t}{\partial x} \right) = c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau} \text{ olarak } c\rho \frac{\partial t}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 t}{\partial x^2}$$

$$\text{veya } \frac{\partial t}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (0 \leq x < \infty, \tau > -\infty) \quad (21) \text{ biçiminde elde}$$

edilir. (21) ifadesi bir boyutlu ısı akımı için ısı iletkenliğinin diferansiyel denklemi olmaktadır.

(21) ısı iletkenliği denkleminin $t(0, \tau) = A \cos \omega \tau$ sınır koşulunu sağlayan çözümü

$$t(x, \tau) = t_0 + A e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2a}} x} \cos \left(\sqrt{\frac{\omega}{2a}} x - \omega \tau \right) \quad (22) \quad (\text{burada,}$$

t_0 -toprak yüzeyinin ortalama sıcaklığı, °C; A -amplitüt, °C; $\omega = 2\pi/P$ -açısal frekans, san^{-1} ; a -ısısal yayılım katsayısı, $\text{cm}^2 \text{san}^{-1}$; x - mesafe, cm; τ -zaman, san; P -periyottur) olarak belirlenmektedir. Herhangi zaman anında toprağın herhangi bir derinliğindeki sıcaklık alanının ve toprakların bazı termo-fiziksel özelliklerinin belirlenmesinde (22) çözümünden kullanılması mümkün olmaktadır (Hillel, 1998; Nerpin ve Chudnovski, 1984; Monteith ve Unsworth, 1990; Cichota ve ark., 2004; Gülser ve Ekberli, 2004; Ekberli, 2006a; Ekberli, 2006b; Evet ve ark., 2012; Arkhangelskaya, 2014).

5. Sonuç

Toprak sıcaklığının matematiksel modellenmesinde, sıcaklık alanı ve sıcaklık gradyeninin detaylı olarak belirlenmesi önemlidir. Modellenme sürecinde araştırmanın amacına uygun olarak, sıcaklık alanının fonksiyonel ifadesinin farklı biçimlerde sadeleştirilmesi söz konusu olabilir. Topraktaki sıcaklık gradyeninin belirlenmesi ve ısı akımına Fourier kuralının uygulanması, modellemenin gerekli olan başlangıç aşamalarından biridir. Toprakta ısı iletiminin diferansiyel denkleminin yapılmasında, toprağın homojen ve izotrop (ısı iletiminin yöne bağlı olmaması) olması gibi varsayımların göz önüne alınması gerekmektedir. Isı iletkenliğinin çözümünde ve uygulanmasında, yüzey sıcaklığı değişimi, toprağın ısı iletkenliği, ısısal yayılımı

vb. gibi özelliklerinin belirlenmesi gerekir.

Kaynaklar

- Andersland, O.B., Ladanyi, B. 1994. An Introduction to Frozen Ground Engineering. Chapman & Hall, New York, 352 pp.
- 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.
- Arshad, M.A., Azooz, R.H. 1996. Tillage effects on soil thermal properties in a semiarid cold region. Soil Sci. Soc. Am. J., 60: 561-567.
- Balland, V., Bhatti, J., Errington, R., Castonguay, M., Arp, P.A. 2006. Modeling snowpack and soil temperature and moisture conditions in a jack pine, black spruce and aspen forest stand in central Saskatchewan (BOREAS SSA). Can. J. Soil Sci. 86 (2): 203-217.
- Beltrami, H., Chapman, D.S., Archambault, S., Bergeron, Y. 1995. Reconstruction of high resolution ground temperature histories combining dendrochronological and geothermal data. Earth Planet. Sci. Lett., 136 (3-4): 437-445.
- Bodri, L., Cermak, V. 2007. Borehole Climatology: A New Method on How to Construct Climate. Elsevier, Amsterdam, 352 pp.
- Bullard, E.C. 1939. Heat flow in South Africa. Proc. R. Soc. Lond. 173(955): 474-502.
- 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 finite-difference model for soil heat transfer by comparing numerical and analytical solutions. Environmental Modelling & Software, 19: 495-506.
- Çanakci, H., Demirboğa, R., Karakoç, M.B., Şirin, O. 2007. Thermal conductivity of limestone from Gaziantep (Turkey). Building and Environment, 42: 1777-1782.
- Çederberg, N.V. 1963. Teploprovodnost gazov i jidkostey. Gosenergoizdat Press, Moskova-Leningrad, 408 s.
- Çirkin, B.S. 1959. Teplofiziceskiye svoystva veşestv. Fizmatgiz Press, Moskova, 356 s.
- de Vries, D.A. 1975. Heat Transfer in Soils. In de Vries, D. A. and Afgan, N. H. (eds.) Heat and Mass Transfer in the Biosphere. Scripta Book Co., Washington, DC., pp. 5-28.
- de Vries, D.A. 1963. Thermal properties of soils. In van Wijk, W. R. (ed.) Physics of Plant Environment. North-Holland Publishing Co., Amsterdam, pp. 210-235.
- Ekberli, I., Sarılar Y. 2014. Investigating soil temperature variability and thermal diffusivity in grass covered and shaded areas by trees. Pochvovedeniye i Agrohimiya, Almatı, 4: 17-30.
- Ekberli, İ., Sarılar, Y. 2015. Toprak sıcaklığı ve ısısal yayılımının belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30(1): 74-85.
- Ekberli, I. 2006a. Determination of initial unconditional solution of heat conductivity equation for evaluation of temperature variance in finite soil layer. J. of Applied Sci., 6(7): 1520-1526.
- Ekberli, İ. 2006b. Isı iletkenlik denkleminin çözümüne bağlı olarak topraktaki ısı taşınımına etki yapan bazı parametrelerin incelenmesi. O.M.Ü. Zir. Fak. Dergisi, 21(2): 179-189.
- Ekberli, İ., Gülser, C. 2014. Estimation of soil temperature by heat conductivity equation. Vestnik Bashkir State Agrarian University (Вестник Башкирского Государственного Аграрного Университета), 2(30):12-15.
- Ekwue, E.I., Stone, R.J., Maharaj, V.V., Bhagwat, D. 2005. Thermal conductivity and diffusivity of four trinidadian soils as affected by peat content. Trans. of ASAE, 48: 1803-1815.
- Evet, 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.
- Feddes, R.A. 1973. Some physical aspects of heat transfer in soil. *Acta Hort*. 27: 189-196.
- Filippov, L.P. 1970. *İssledovaniye teploprovodnosti jidkostey. İzd-vo MGU, Moskova*, 240 s.
- Fourier, J. 1822. *Theorie analytique de la chaleur (The Analytic Theory of Heat)*. Firmin Didot Père et Fils, Paris.
- Ghuman, B.S., Lal, R. 1985. Thermal conductivity, thermal diffusivity and thermal capacity of some Nigerian soils. *Soil Sci.*, 139: 74-80.
- Gülser, C., Ekberli, I. 2004. A comparison of estimated and measured diurnal soil temperature through a clay soil depth. *J. of Applied Sci.*, 4(3): 418-423.
- Hillel, D. 1982. *Introduction to Soil Physics*. Academic Press, San Diego, CA., 392 pp.
- 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. and Technol.*, 26: 1-15.
- Hinkel, K.M., Paetzold, F., Nelson, F.E., Bockheim, J.G. 2001. Patterns of soil temperature and moisture in the active layer and upper permafrost at Barrow, Alaska: 1993–1999. *Global and Planetary Change*, 29: 293-309.
- Horton, R., Wierenga, P.J., Nielsen, D.R. 1983. Evaluation of methods for determining the apparent thermal diffusivity of soil near the surface. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47: 25-32.
- İsacenko, V.P., Osipova, V.A., Sukomel, A.S. 1981. *Teploperedaçı. Energoizdat Press, Moskova*, 417s.
- Kahimba, F.C., Ranjan, R.S., Mann, D.D. 2009. Modeling soil temperature, frost depth, and soilmoisture redistribution in seasonally frozen agricultural soils. *Appl. Eng. Agric.* 25(6): 871-882.
- Kane, D.L., Hinkel, K. M., Goering, D.J., Hinzman, L.D., Outcalt, S.I. 2001. Non-conductive heat transfer associated with frozen soils. *Global and Planetary Change*, 29: 275-292.
- Kelvin, W. 1861. On the reduction of observations of underground temperature. *Trans. R. Soc. Edinb.* 22: 405-427.
- Kreith, F., Black, W.Z. 1983. *Bazıc Heat Transfer*. Mir Press, Moscow, 512 pp.
- Krzewinski, T.G., Tart, R.G. (Eds.), 1985. *Technical council on cold regions engineering. Thermal Design Considerations in Frozen Ground Engineering: A State of the Practice Report ASCE, New York, N.Y.*, 277 pp.
- Kurylyk, B.L., MacQuarrie, K.T.B., McKenzie, J.M. 2014. Climate change impacts on groundwater and soil temperatures in cold and temperate regions: Implications, mathematical theory, and emerging simulation tools. *Earth-Science Reviews*, 138: 313-334.
- Lesperance, M., Smerdon, J.E., Beltrami, H. 2010. Propagation of linear surface air temperature trends into the terrestrial subsurface. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 115(21): D21115.
- Luikov, A.V. 1948. *Teploprovodnost nestacionarıx süreçsov. Gosudarstvennoye Energetičeskoye İzdatelstvo, Moskova-Leningrad*, 232 s.
- Luikov, A.V. 1967. *Teoriya teploprovodnosti. Vıssaya Şkola Press, Moskova*, 599 s.
- Luikov, A.V., Mikhailov, Y.A. 1965. *Theory of energy and mass transfers*. Oxford, UK: Pergamon Press.
- Luikov, A.V., Mikhailov, Y.A. 1959. *Teoriya perenosa energii i veşestva. İzdatelstvo Akademii Nauk BSSR, Minsk*, 332 s.
- Lunardini, V.J. 1981. *Heat Transfer in Cold Climates*. Van Nostrand Reinhold Co., New York, 731 pp.
- Luo, L.F., Robock, A., Vinnikov, K.Y., Schlosser, C.A., Slater, A.G., Boone, A., Braden, H., Cox, P., de Rosnay, P., Dickinson, R.E., Dai, Y.J., Duan, Q.Y., Etchevers, P., Henderson-Sellers, A., Gedney, N., Gusev, Y.M., Habets, F., Kim, J.W., Kowalczyk, E., Mitchell, K., Nasonova, O.N., Noilhan, J., Pitman, A.J., Schaake, J., Shmakin, A.B., Smirnova, T.G., Wetzell, P., Xue, Y.K., Yang, Z.L., Zeng, Q.C. 2003. Effects of frozen soil on soil temperature, spring infiltration, and runoff: results from the PILPS 2(d) experiment at Valdai, Russia. *Journal of Hydrometeorology*, 4(2): 334-351.
- Marshall, T.J., Holmes, J.W., Rose, C.W. 1996. *Soil Physics*. 3rd Edition. Cambridge Univ. Press, New York, 469 pp.
- Mellander, P., Lofvenius, M.O., Laudon, H. 2007. Climate change impact on snow and soil temperature in boreal Scots pine stands. *Clim. Chang.* 89(1–2): 179-193.
- Misnar, A. 1968. *Teploprovodnost tverdıx tel, jidkostey, gazov i ix kompozıciy*. Mir Press, Moskova, 460 s.
- 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.
- Nikiforova, T., Savitskiy, M., Limam, K., Bosschaerts, W., Belarbi, R. 2013. Methods and results of experimental researches of thermal conductivity of soils. *Energy Procedia* 42: 775-783.
- Petuhov, B.S. 1952. *Opıtnoye izuçeniye süreçsov teploperedaçı. Gosenergoizdat Press, Moskova*, 344 s.
- Rees, S.W., Adjali, M.H., Zhou, Z., Davies, M., Thomas, H.R. 2000. Ground heat transfer effects on the thermal performance of earth-contact structures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4: 213-265.
- Tikhonravova, P.I. 2007. Effect of the water content on the thermal diffusivity of clay loams with different degrees of salinization in the transvolga region. *Eurasian Soil Sci.*, 40: 47–50.
- Usowicz, B., Lipiec, J., Ferrero, A. 2006. Prediction of soil thermal conductivity based on penetration resistance and water content or air-filled porosity. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 49: 5010-5017.
- Usowicz, B., Lipiec, J., Usowicz, J.B. 2008. Thermal conductivity in relation to porosity and hardness of terrestrial porous media. *Planetary and Space Science*, 56: 438-447.
- Usowicz, B., Lipiec, J., Usowicz, J.B., Marczewski, W. 2013. Effects of aggregate size on soil thermal conductivity: Comparison of measured and model-predicted data. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 57: 536-541.
- Vargaftik, N.B. 1956. *Teplofizičeskiye svoystva veşestv (spravočnik)*. Gosenergoizdat Press, Moskova-Leningrad, 368 s.
- Williams, P.J., Smith, M.W. 1989. *The Frozen Earth: Fundamentals of Geocryology*. Cambridge University Press, Cambridge; New York, 306 pp.
- Woo, M. 2012. *Permafrost Hydrology*. Springer-Verlag, Berlin, 519 pp.
- Wu, J., Nofziger, D.L. 1999. Incorporating temperature effects on pesticide degradation into a management model. *J. Environ. Quality*, 28: 92-100.
- 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.
- Zhou, X., Persaud, N., Belesky, D.P., Clark, R.B. 2007. Significance of transients in soil temperature series. *Pedosphere*, 17(6): 766-775.



Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi

Anadolu Journal of Agricultural Sciences

<http://dergipark.ulakbim.gov.tr/omuanajas>



Derleme/Review

Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 30 (2015) 307-316

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

doi: 10.7161/anajas.2015.30.3.307-316



Tarımsal mekanizasyon, erozyon ve karbon salınımı: Bir bakış

Yasemin Vurarak*, M. Emin Bilgili

Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana, Türkiye

*Sorumlu yazar/corresponding author: yvurarak@hotmail.com

Geliş/Received 05/12/2014

Kabul/Accepted 29/06/2015

ÖZET

Küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle sulmuş ve kuru tarım alanları için farklı stratejilerin geliştirilip uygulanmasına ihtiyaç vardır. Türkiye’de kuru tarım alanları, sulmuş tarım alanlarından daha fazladır. Kuru tarım alanlarının eğimleri genel olarak %9-12 civarındadır. Bu alanlarda %14’ünde hafif, %20’sinde orta, %63’ünde şiddetli ve çok şiddetli derecede erozyon görülmektedir. Erozyon geri dönüşü olmayan toprak ve karbon kayıplarını artırarak arazilerin bozulmasına, toprakların verimsizleşmesine ve uzun vadede iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Spesifik bölgelerde toprak organik karbonun izlediği yolları doğru tespit etmek oldukça önemlidir. Organik karbon uygun şartlarda çok uzun süre topraklarda muhafaza edilebilir. Ancak arazi kullanımındaki değişim ve yoğun toprak işleme ile artan erozyon toprağın karbon stoklarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu alanlarda farklı tarımsal uygulamalar ve toprak şartlarında göre organik karbon kayıpları ve karbondioksit salınımının tespit edilmesini amaçlayan yeni araştırmalar yapmak önem arz etmektedir. Tarım makinalarının kullanımı ile meydana gelen organik karbon kayıpları ve karbondioksit salınımı ile ilgili farklı sonuçları içeren ulusal ve uluslararası pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu derlemede sulmuş ve kuru tarım alanlarında yapılan tarımsal uygulamalar değerlendirilerek elde edilen sonuçlara göre kuru ve eğimli tarım alanları için bir yol haritası oluşturulması amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler:

Erozyon
Karbon salınımı
Kuru Tarım
Tarımsal mekanizasyon

Agricultural mechanization, erosion and carbon emission: A review

ABSTRACT

It is essential to develop and application of different strategies for irrigated and dry agricultural areas because of global warming and climate change. Dry farming areas in Turkey is more than irrigated area. The slope of this areas is generally more than 9-12%. It can be observed mild erosion, moderate erosion, severe and more severe erosion in this respectively 14%, 20%, 63%. Increasing irreversible soil and carbon loss, erosion causes land degradation, infertile soil and climate change in long-term. Identify of the paths of the soil organic carbon accurately in the specific regions is important. Organic carbon can be preserved for a long time in the soil in suitable. However, changes in land use and with intensive tillage is caused significant decrease in soil carbon stacks. It is important to make new researches on organic carbon loss and carbon dioxide emissions, and this researches should be on different applications and soil conditions. There are lots of national and international literatures on carbon losses and carbon dioxide emission by uses of agriculture mechanization. According to this results we aimed to determine the applications for dry and slope farmland.

Keywords:

Erosion
Carbon emission
Dry farming
Agricultural mechanization

© OMU ANAJAS 2015

1. Giriş

21. Yüzyılın en önemli konularından biri olan sera gazı etkileri ve küresel ısınma, toprak, insan, iklim unsurlarının yanlış etkileşimiyle ortaya çıkan atmosferik bir olaydır. Birçok literatürde belirtildiği gibi, küresel ısınmanın ana nedenlerinin %75’ini fosil yakıtların kullanımına bağlı

olarak büyüyen şehirleşme, endüstri ve ulaşım, geriye kalan %25’ini ise tarımsal faaliyetler oluşturmaktadır (Maccracken, 2001; Houghton, 2005; Pathak ve Wassmann, 2007). Bu %25’lik pay, sera gazı etkisi ve küresel ısınma, hayvancılık faaliyetleri ve tarımsal üretimde topraklarının işlenmesi, işleme sırasında kullanılan motorların egzoz gazları, gübre miktarları, sulama şekli, toprağın yapısı,

eğimi, nemi, sıcaklığı gibi birçok bileşeni bir araya getiren faktörlerin bütününe geniş bir çerçeveden bakılmasını gerekliliğini kanıtlamaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli Raporu'na (IPCC) göre; atmosfere karbon salarak dünyayı en çok kirleten ilk üç ülke 5.5 milyar ton ile ABD, 2.8 milyar ton ile Rusya ve 1.3 milyar ton ile Japonya gibi sanayileşmiş ülkeler olduğu bildirilmiştir. Türkiye bu sıralamada 2004 yılında atmosfere bıraktığı 294 milyon ton ile 13'ncü olarak üst sıralarda yer almıştır. Raporda Türkiye'nin 1990-2004 yılları arasında %72,6'lık bir artış kaydederek atmosferi kirletme konusunda dünyada en hızlı artış kaydeden ülke olmasını endişe verici olarak değerlendirmektedirler (Anonim, 2015a).

Tarım, atmosfer şartlarından direk etkilenerek çalışan bir fabrikadır. Tarımsal üretim teknikleri ne kadar gelişirse gelişsin iklimsel faktörler tarımsal üretimi önemli ölçüde etkilemeye devam edecektir (Kaplukan, 2013). İnsanoğlunun yaşamını sürdürebilmesi için güvenli çevre ve güvenli gıdaya ihtiyacı vardır. Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için geliştirilen tarım teknikleri ile bir noktaya kadar verimlilik artışı sağlanmış ancak uzun vadede verimliliğin küresel ısınmaya dönüşmesiyle kendi canavarını da yaratmıştır. Çoğu araştırmacı yapmış oldukları çalışmalarda ileri tarım teknikleri altında geliştirilen bazı uygulamaların artık toprak, su ve çevre sağlığını tehdit etmeye başladığını bildirmektedirler. Doğrudan ekim sisteminin uygulanması sırasında yabancı ot miktarındaki artışı önlemek amacıyla kimyasal kullanımında artış ya da toprağın havalanması ve daha iyi bir tohum yatağı hazırlamak için kullanılan toprak işleme aletleri ile gevşetilen topraktan CO₂ salınımının artması gibi örnekler bu fikri doğrulamaktadır.

Tarımsal faaliyetler, toplam küresel ısınmanın %25'inden sorumlu olmasına rağmen, etkileri hem atmosferde hem de maliyeti hesaplanamaz doğal bir kaynak olan topraklarda yüzyıllarca kalıcı olmaktadır. Dolayısıyla konuyla ilgili alınacak tedbirler, yapılacak uygulamalar ya da yaptırımlar hayati derecede gereklidir. Konunun hayati olduğunu düşünen ülkeler, karbon stoklarını korumaya yönelik tedbirler (özellikle orman ve mera alanlarını koruma ve erozyonu önleyici tedbirler) almaya başlamışlardır. Ayrıca karbon salınımını azaltıcı uygulamalar (azaltılmış toprak işleme, uygun dozlarda gübre kullanımı vb) ve karbon tutulumunu artırıcı (hayvansal ve tarımsal atık ve artıkların yeniden kullanımı, organik madde miktarını artırmak, toprak işlemeyi azaltmak vb.) çalışmalara da hız verilmiştir. Kısaca, dünyada bir karbon bütçesi ve piyasası platformu oluşturulmuş, bu piyasada etkin rol oynamak isteyen ülkeler bir araya gelmişlerdir.

Karbon canlılığın ana yapı taşıdır. Karbon ve oksijenin bir formu olan karbondioksit, bitki yapısının %50'den fazlasını oluşturan karbonun temel kaynağını oluşturmaktadır (Gültekin ve Örgün, 1994). Toprakta bulunan karbon toprağın işlenip gevşetilmesiyle daha fazla oksijenle temas ederek karbondioksit (CO₂) formuna dönüşür ve atmosferde birikmeye başlar. Toprak ekosistemi özelliklerine bağlı olarak topraktan salınan CO₂ miktarı değişiklik göstermektedir. Bu özellikler arasında toprak nemi, organik madde miktarı, toprak sıcaklığı, toprağın havalandırma miktarı ve eğimi bulunmaktadır (Jabro ve

ark., 2008; Akbolat, 2009). Toprak verimliliğinin temelini organik karbon oluşturmaya rağmen çeşitli nedenlerle atmosfere yayılmakta olan aşırı karbondioksit, kükürt ve azot bileşikleri içeren gazların yağışlarla tekrar toprağa dönen kısmı toprağa zarar vermekte ve verimsizleştirmektedir (Ceritli, 1997; Şenyiğit ve Akbolat, 2010). Atmosferde artış gösteren sera gazları bumerang etkisi yaratarak havanın ısınmasına ve kuraklık etkilerinin görülmesine neden olmaktadır. Bu döngünün durdurulması mümkün değildir. Ancak etkilerinin yavaşlatılması son dönemde yapılan çalışmaların ana amacını oluşturmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda organik karbon, karbondioksit salınımı, sera gazı etkileri ve tarımsal uygulamalarla ilgili bazı çalışmalar yapılmaktadır. Bunlardan bazıları Özden ve Özden (1997), Başaran (2004), Akbolat ve ark. (2007), Akbolat ve ark. (2009), Şenyiğit ve Akbolat (2010), Erşahin (2010), Polat ve ark. (2012), Polat ve Manavbaşı (2012), Akbolat ve ark. (2014), Sezer (2014) olarak sıralanabilir. Ayrıca TÜBİTAK ve Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne bağlı araştırma enstitülerince de yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Ankara Toprak Gübre ve Su Kaynakları M.A.E. Müdürlüğü'nce 2011-2016 tarihleri arasında yürütülmekte olan ve toprakların verimliliğinin artırılması amacıyla Orta Anadolu koşullarında uygulanan nadas-buğday ve baklagil-buğday ekim nöbetlerinde koruyucu toprak işleme (azaltılmış ve sıfır toprak işleme) tekniklerinin geleneksel toprak işleme tekniği ile karşılaştırılması ve sistemlere ait karbon döngüsünün takip edilmesi; 2014-2017 tarihleri arasında devam edecek ve artırılmış CO₂ konsantrasyonları ile sıcaklık değerlerinin buğday bitkisine olan etkileri takip edilerek bölgelere uygun iklim modelleri oluşturulması; 2011-2015 tarihleri arasında devam edecek olan ve Türkiye topraklarının organik karbon içerikleri belirlenerek coğrafi veritabanının oluşturması çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca GAP Tarımsal A. E. M. tarafından 2014-2015 tarihler arasında yürütülmekte olan Harran Ovası topraklarında 12 ay boyunca belli dönemlerde toprak solunum (CO₂), sıcak ve neminin takip edildiği bir çalışmada devam etmektedir. Selçuk Üniversitesi ve Konya Toprak Su Çölleşme ile Mücadele A.İ.M. tarafından 2011-2015 tarihleri arasında yürütülmekte olan bir çalışmada ise alternatif toprak işleme sistemlerinin enerji, erozyon, emisyon üzerine etkileri değerlendirilmektedir. Bu çalışmada koruyucu toprak işleme ve doğrudan ekim uygulamalarına örnek olabilecek 5 farklı alternatif toprak işleme sisteminin buğday üretimindeki; enerji bilançoları, rüzgar erozyonu ve CO₂ emisyonu üzerindeki etkileri ve toprak işleme uygulamaları esnasında ortaya çıkacak partikül madde konsantrasyonları ölçülerek erozyon arasındaki ilişkiler ortaya konulması amaçlanmıştır. Atatürk Toprak ve Su Kaynakları ve Tarımsal Meteoroloji A. İ. tarafından 2013-2016 tarihleri arasında yürütülmekte olan ve farklı eğimlerdeki (%0-25) mera alanları için uygulanan farklı minimum toprak işleme yönteminin mera toprağının yapısına olan etkisi belirlenmesinin hedeflendiği bir dizi çalışmayı örnek olarak vermek mümkündür (Anonim, 2015b).

Başaran (2004) çalışmasında, FAO (1992) verilerini değerlendirerek arazi kullanımındaki değişiklikleri takiben (özellikle orman alanlarının ve doğal çayır meralarının

bozularak tarla tarımına açılması gibi) sonraki 20 yılda topraktaki organik karbon miktarının en düşük seviyeye kadar gerileyebileceğini bildirmektedir. Aynı zamanda bu topraklarda organik karbon miktarını artırmak için yaklaşık yüz yıllık zaman dilimine ihtiyaç bulunduğu da bildirilmektedir. Arazi kullanım durumunda yapılan değişikliklerle beraber toprak erozyonu artarak dünyada her yıl ortalama yaklaşık 25 milyon ton toprağın erozyon ile kaybolduğu ve bu toprakların %4 organik karbon içerdikleri, ülkemizde ise yaklaşık 1 milyar ton karbonun erozyon ile uzaklaştığı aynı çalışmada vurgulanmaktadır. Ulukan (2010) çalışmasında, küresel ısınmanın etkilerinden biri olarak topraklardaki tuzluluğun artacağını, aşırı yağışlardan dolayı besin maddelerinin yıkanıp toprağın alt katmanlarına kadar sızarak bitkilerin kullanamayacağı bölümlerde birikmesine neden olacağını bildirmektedir. Bu durumun ürün verimini de düşürerek toprakların erozyona açık hale geleceğini de bildirmektedir.

Tarımın, küresel ısınmayı teşvik edici etkilerinin yanı sıra küresel ısınmanın da tarım üzerinde olumsuz yönde etkileri mevcuttur. 2030 yılı itibarıyla 8 milyara ulaşması beklenen dünya nüfusunun bugünkü gıda ihtiyacını karşılamak için mevcut üretimin %60 oranında artması gerektiği ve tarımsal faaliyetlerin atmasıyla birlikte erozyonun artacağı, tarımsal işlemlerde güçlüklerin oluşacağı, hastalık ve zararlıların artacağı, dolayısıyla ürünlerin verim ve kalitesinde düşüşlerin olacağı bildirilmektedir (Korkmaz, 2007). Ancak bir taraftan da, diğer koşulların optimum olduğu durumlarda atmosferde artan CO₂ yoğunluğu bitkilerin su kullanım etkinliklerini ve fotosentetik aktivitelerini teşvik edeceği ve ürün verimlerinin %10-50 oranlarında artacağı gibi tahminleri bulunmaktadır. Kapur (2010), Çukurova koşullarında buğdayda yapmış olduğu bir çalışmada sıcaklık değerinin 1 °C bile artmasıyla çiçeklenmenin 5, olgunlaşmanın ise 9 gün kısılacığını ve artan CO₂ miktarının kardeş sayısını %69, başak sayısını da %15 oranında artırarak verimin bir miktar artıracığını tespit etmiştir. Genel olarak, artan sıcaklık değerlerinin tarım ürünlerini olumsuz yönde etkileyeceğini ve görülen hastalıklarda sıcaklıkla birlikte artış olacağını söylemek mümkündür. Dolayısıyla, kurak bölgelerdeki çiftçiler hem daha çok sulama hem de daha fazla tarım ilacı kullanma eğiliminde olacaklardır (Pathak ve Wassmann, 2007). Artan su ihtiyacı yarı kurak ve kurak bölgelerde karşılanmadığı takdirde önemli verim azalmasına neden olacağı için su kayıplarının önlenmesi, su rezervlerinin korunması ve daha az su tüketen bitki çeşitlerinin geliştirilmesi üretkenlik ve sürdürülebilirlik açısından son derece önem arz etmektedir (Korkmaz, 2007).

Organik karbon uygun şartlarda çok uzun süre topraklarda muhafaza edilebilir. Ancak arazi kullanımındaki değişim (yeni tarım alanlarının açılması gibi) ve tarımda yoğun toprak işleme ile artan su ve rüzgar erozyonu toprağın karbon stoklarını (gevşeyen toprak partikülleri arasına rahatlıkla oksijenin girmesi ile organik karbon CO₂ ye dönüşerek topraktan uzaklaşır) önemli ölçüde azaltacaktır (Polat ve ark., 2011). Erozyon geri dönüşü olmayan toprak kayıplarından ve etkilediği alanın genişliğinden dolayı arazi bozulma türleri arasında en zarar vereni olarak kabul edilmektedir. Ülkemizde başta su erozyonu olmak üzere %14'ünde hafif, %20'sinde orta ve

%63'ünde şiddetli ve çok şiddetli derecede erozyon görülmektedir (Özdemir, 1995; Doğan, 2011). Başaran, (2004) çalışmasında, toprak işlemenin azaltılarak erozyonunda azaltılmasına yönelik çalışmaların önemli araştırma faaliyetleri arasında yer alacağını bildirilmektedir.

Ulusal ya da uluslararası çalışmalarda küresel ısınma ve iklim değişikliğinden en çok kurak ve yarı kurak iklimlere sahip ülkelerin etkileneceği bildirilmektedir. Türkiye'de ilk kuraklık belirtileri de Doğu Akdeniz Havzasında 1970'li yıllarda görülmüştür (Kapluhan, 2013). Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz İklimine sahip bölgelerin su kıtlığı, kuraklık ve toprak erozyonu sorunları ile karşı karşıya olması, Türkiye'yi küresel ısınmanın zararlı ve şiddetli etkilerini en önce yaşayacak ülkeler arasına sokmaktadır (Doğan, 2005; Korkmaz, 2007; Doğan, 2011; Sönmez, 2012).

Türkiye'de tarım topraklarımızın %80'inde kuru tarım yapılmaktadır (Sönmez, 2012). Bu durum kuru tarım alanları için farklı stratejilerin geliştirilip uygulanmasını gündeme getirmektedir. Ülkemizde, kuru tarım alanları genel olarak sulu tarım alanlarına göre daha meyilli alanlardan oluşmaktadır. Erozyona açık bu alanlarda CO₂ salınımını azaltacak üretim tekniklerinin tespit edilmesi sürdürülebilir çevre ve gıda arayışlarının en önemli adımını oluşturacağı şüphesizdir. Çünkü bu alanlar erozyona açık toprak ve topografik yapıya sahip olup, karbon yoğunluğunun da erozyon derecesine göre ters orantılı olarak azalmakta olduğu sorunlu arazi potansiyeli yüksek arazilerdir. Literatürler incelendiğinde, erozyona maruz kalmış toprakların, maruz kalmamış topraklara göre daha düşük karbon yoğunluğu içerdiklerini bildiren çalışmalar bulunmaktadır (Başaran, 2004; Sezer, 2014). Her ne kadar toprak nemindeki artış CO₂ çıkışını artırsa da kuru tarım alanlarında toprak nemini artırıcı yönde olan yağmur, erozyon etkisi ile üst toprak katmanlarındaki porları yırtarak CO₂ çıkışına karşı geçirimsiz bir tabaka oluşturmakta; CO₂ çıkışı azalmaktadır. Ancak ilerleyen süreçlerde toprak nemi artışı nedeni ile topraktan çıkan CO₂ miktarı yağmur öncesine göre artmaktadır (Patton, 2008). Dolayısıyla spesifik bölgelerde organik karbonun izlediği yolları doğru tespit etmek, CO₂ ye dönüşüm sistematüğünü belirlemek, hangi uygulamalarla, hangi toprak şartlarında karbon kayıplarının arttığını tespit etmek için yapılacak araştırmalara ihtiyaç vardır.

Ülkemizde, başta tarımsal mekanizasyon olmak üzere tarım teknolojilerindeki gelişmeler 1950-1984 dönemleri arasında birçok tarım ürününde verim ve üretim artışına neden olmuştur. 1990'lı yıllara gelindiğinde ise bu verim artışının toprak ve su kaynakları ile çevre için aynı rolü üstlenmediği belirlenerek, tarım alanında öncelikli koruma tedbirlerinin alınması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Toprağa yaptığı etkilerin yanı sıra, kullanımları ülkeden ülkeye değişen çeşit ve sayıda tarım makinaları, birincil olarak karbonlu ve azotlu bileşiklerin atmosfere salınımını arttırmışlardır (Sönmez, 2012).

Kuru ve eğimli tarım alanları, ikinci ve daha üst sınıflara ait tarım alanlarında yer almaktadır. Bu alanlar, yapılacak yanlış tarımsal uygulamalarıyla su erozyonuna maruz kalabilecek yapıdadırlar. Toprak derinliği az, eğimleri %12 den fazla, organik madde miktarları düşük olan bu alanlar toprak işleme sırasında karbon salınımı yönünden riskli alanları teşkil etmektedirler. Türkiye'de

genel olarak kuru tarım alanlarında yağışa dayalı ziraat yapan çiftçilerin ekipmanları incelendiğinde toprak işleme aletleri içinde daha çok devirme işlemi yapan kulaklı pullukların bulunduğu bilinmektedir. Dünyada kulaklı pulluk kullanımında %40 oranlarında azalma varken ülkemizde özellikle kuru tarım alanlarında yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir (Akbolat, 2014). Bu alanlarda devirme yapmadan toprağı yarararak işleyen ekipmanların pulluğa alternatif olarak tercih edilmesi oldukça önemlidir. Kuru ve eğimli tarım alanlarında hem toprağı yapısının bozulmaması, hem yağışların verime dönüştürülerek erozyonla toprak kayıplarının engellenmesi için daha bilinçli seçeneklerin üreticilere sunulması gerekliliğı bulunmaktadır.

2. Türkiye'nin Tarımsal Alt Yapısı, Erozyon ve Küresel Isınma

Dünyada tarımın ilk başladığı yer olarak bilinen Anadolu'da doğal kaynakların düzensiz ve aşırı şekilde kullanılmalarının doğurduğu sorunlar arasında erozyon, çoraklık ve toprak kirliliğı gibi fiziksel sorunlar yer almaktadır. Küresel ısınma bu sorunların atmosferde yaratmış olduğu etkilerden açısından en önemlisidir. Aşırı sera gazı salınımından kaynaklanan küresel ısınmayı artıran faktörler tamamen durdurulmuş olsa bile etkileri yüzyıllarca silinemeyeceğinden, insanoğlunun geleceğı için büyük riskler barındırmaktadır. Öyle ki; sera gazı olarak bilinen CO₂ (karbondioksit) 5-200 yıl, CH₄ (metan) 12 yıl ve N₂O (azot oksit) 114 yıl atmosferde kaldığı bilinmektedir (Arıkan, 2003; Başaran, 2004).

Türkiye'nin 1995'de kişi başına 3.49 ton olan sera gazı emisyonu bulunurken, sadece ABD'nin emisyon miktarı kişi başına 19.88 ton ile dünya sera gazı emisyonlarının %20'sini yayararak ilk sırada yer almıştır (Başaran, 2004). Kayıkçıoğlu ve Okur (2012) çalışmalarında TÜİK (2012) verilerine atıfta bulunarak Türkiye'nin 2010 yılı toplam sera gazı salınımı değerinin 401.9 Tg (10¹⁵g)-CO₂ eşdeğeri olduğunu ve bunun %7'sinin tarımsal faaliyetler sonucu oluştuğı bildirilmektedirler. Sera gazı bazında değerlendirildiğinde, 2010 yılı toplam CO₂ salınımının %4'ü, CH₄ salınımının %30'u, N₂O salınımının ise %74'ü tarımsal kaynaklı olarak gerçekleşmiştir (TÜİK, 2012). Türkiye'nin vejetasyon ve toprak dâhil olmak üzere ormanlar, çayır mera alanları, tarım ve yerleşim alanlarında ve göl akarsularında depolanan toplam organik karbon miktarı yaklaşık 7.7 milyar ton, toplam üretimi ise 217 milyon ton/yıl'dır (Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012).

Ülkemizde kış yağışları hâkim olup yıllık yağışların %35'ini kış aylarında almaktadır (Kaplukan, 2013). Yıllık yağış dağılımı 250-2500 mm arasında değişmekte ve aşındırma etkisi 15-481 ton-m/ha'dır (Doğan, 2011). Bunun anlamı; yağışların bölgelere göre 15-481 ton toprağı 1m yüksekliğe kaldıracak kadar enerjeye sahip olduğudur. Yağışlarla beraber tarım alanlarında oluşabilecek minimum ve maksimum toprak sürüklenmelerinin miktarı hesaplanmış olan aşındırma etkisine göre değişmektedir. Yıllık yağış ortalaması 640 mm civarında olmasına rağmen yağış dağılımının düzensizliğinden dolayı birçok bölgede su sıkıntısı ve kuraklık yaşanmaktadır. Kurak bölgelerde ise nem eksikliğinden ve yüksek değişkenlikteki yağıştan dolayı kuraklığa karşı daha hassas konumdadırlar.

Ülkemizde en fazla yağışlı günlere sahip olan bölge Karadeniz Bölgesidir (138-141 gün/yıl). Diğer taraftan Akdeniz Bölgesinde yağışların yılın belli dönemlerinde düşmesi nedeniyle yağış miktarı ve yağışlı gün sayısının toplamı fazla değildir. Özellikle Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri yıllar arası yağış değişikliklerinin en fazla olduğu bölgelerdir. Bölgesel olarak yağış değişikliklerini göstermek için kullanılan varyasyon katsayısı, yağış ortalamalarının %36 ile Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde olduğunu gösterirken, Akdeniz Kıyı Kuşağında %25 ve Karadeniz Bölgesi'nde ise %20'nin altına düşmektedir. Genel bir yaklaşım olarak varyasyon katsayısının %20'nin üzerinde olduğu bölgelerde yağıştaki değişiklikler sebebiyle kuraklığın şiddet ve sıklığının en fazla olabileceğı yerleri ifade etmektedir (Kaplukan, 2013).

Türkiye'de toplam tarım yapılan alanlar, 2001 yılında 40 967 bin hektar, 2013 yılında 38 428 bin hektar olarak kayıtlara geçmiştir. Traktör varlığı 2001 yılında 948 416 adet, 2013 yılında 1 213 560 adet ve biçerdöver varlığının 2001 yılında 12 053 adet, 2013 yılında 15 486 adet olarak kaydedilmiştir. 2009-2013 yılları arasındaki gübre kullanım durumu incelendiğinde ise; 2009 yılında azotlu, fosforlu ve potaslı gübre kullanımı sırasıyla 6 730 852 ton, 3 416 978 ton, 130 901 ton iken, 2013 yılında 7 542 247 ton, 3 662 099 ton ve 211 410 ton olarak kaydedilmiştir (TÜİK, 2014).

Ülkemizde ekonomik olarak sulanabilecek arazi varlığı ise 8.5 milyon hektardır. Bu alanın 5.1 milyon hektarı sulamaya açılmıştır (Sönmez, 2012). Sulanan alanların büyük bir bölümünde yüzey akışı geri dönmeyen yüzey sulama yöntemleriyle sulanmaktadır. Bu sulama yönteminin yapımında harcanan (kurulum) karbon eşdeğeri miktarı 24.6-9.4 CE/ha arasında değişmekte iken damla sulama sisteminde 84.9 CE/ha, hareketli başlıklı yağmurlama sulama sisteminde 23.3 CE/ha ve center pivot yağmurlama sisteminde 21.6 CE/ha olduğu bildirilmiştir (Sezer, 2014). Seçilecek sulama sistemlerinin kurulum karbon eşdeğerleri dikkate alınarak kuru tarım alanlarına en uygun olabilecek sistemlerin teşvik edilmesinde fayda bulunmaktadır. Tarım alanlarımızın %80'ninde kuru tarım yapılıyor olması sulama sistemlerinin seçiminin güvenli gıda ve güvenli çevre arayışları için ne derecede önemli olduğunu bir kez daha hatırlatmaktadır (Sönmez, 2012).

Arazi yetenek sınıfları sistematığının ilk dört sınıfında tarımsal üretim yapılabilen ancak II., III. ve IV. sınıf arazilerde tarımsal üretimi gerçekleştirilirken giderek artan oran ve şiddette sorunların mevcut olduğu bilinmektedir (Sarı, 2014). Bu arazilerde önlem alınmadan tarımsal faaliyetlerin yapılmasıyla başta erozyon olmak üzere toprak kayıplarıyla birlikte ciddi anlamda organik karbon kayıplarının da yaşanacağı açıktır. İlk dört sınıf arazilerin toplamı, Türkiye'nin toplam arazi varlığının %34.6'sını oluşturmaktadır. Tarım yapılabilen bu arazilerin %18.7'si I. sınıf (Türkiye genelinin %6.5'i), geri kalan yaklaşık %81'i II., III. ve IV. sınıf arazilerdir (Sarı, 2014). Ayrıca, topraklarımızın %35.7'si %0-12 arasında geri kalanı ise %12'den daha fazla eğime sahiptir (Doğan, 2011).

Tarımsal altyapı verileri değerlendirildiğinde, ülkemizin kuru tarım alanlarında en önemli sorununun erozyon ve erozyonla birlikte, organik madde, karbon kayıpları olduğunu söylemek mümkündür. Yüksek sıcaklık ve yetersiz yağış nedenleriyle kuraklığın hüküm sürdüğü kıraç

alanlar için sulu tarım alanlarından daha farklı sürdürülebilir tarım politikalarının oluşturulması gerektiği bulunmaktadır (Göksu ve ark., 2009). II. sınıf arazilerden başlayarak IV. sınıf arazilerini de kapsayacak şekilde tarım arazilerinin tamamı özellikle su, bir miktarda rüzgâr erozyonuna açık alanları teşkil etmektedirler. Bu alanlarda mutlak olarak koruyucu tedbirlerin alınması gerekmektedir. Koruyucu önlemlerin başında da karbondioksit salınımını azaltarak, toprakta karbon tutulmasını artıracak başta toprak işleme, gübreleme ve anız yönetimi tekniklerinin uygulanması kaçınılmazdır.

Erozyon geri dönüşü olmayan toprak kayıplarından ve etkilediği alanın genişliğinden dolayı arazi bozulma türleri arasında en zarar vereni olarak kabul edilmektedir. Çarman ve Marakoğlu (2009) çalışmalarında doğrudan ekim sistemlerinin, tarla trafiğini azaltarak, toprak sıkışmasını engellediğini, toprak nemini koruyarak, yüzeyde geleneksel toprak işlemeye göre daha fazla bitki artışı bırakması sebebiyle erozyon tehlikesi bulunan alanlarda kullanılmasını önermektedir. Ayrıca çalışmalarında Koruyucu ve Kirişçi (1988)'nin çalışmasına da atıfta bulunarak Türkiye tarım alanlarında yanlış toprak işlemeden kaynaklanan erozyon nedeniyle yılda 150 ton/ha' a varan toprak kaybının bulunduğu bildirmektedir. Bu konuda yapılan başka çalışmalarda ise Türkiye'de farklı nedenlerle toplamda erozyonla her yıl 500 milyon ton toprak ve bu topraklarla birlikte yaşamın yapı taşı olan karbonda azımsanmayacak ölçüde kayıpların olduğu vurgulanmaktadır (Özdemir, 1995; Sarı, 2014). Türkiye'de, 1 km² alandan oluşan ortalama yıllık toprak kaybı; Avrupa'da oluşan kaybın 10 katı, Avustralya'da oluşan kaybın 3 katı ve Amerika'da oluşan kaybın 2 katıdır. Dünyada kişi başına düşen erozyonla yitirilen toprak miktarı yılda 4 ton iken, ülkemizde 10 tondur (Özdemir, 1995; Doğan, 2011).

Türkiye'de yapılan bir çalışmada düz ya da kuzeye bakan hafif eğimli, organik maddece zengin alanlarda iklim değişikliğinin kendini diğer tarım alanlarına göre daha hızla göstereceği bildirilmiştir (Erşahin, 2010). Topraklarımızın %64'ü organik maddece fakir düzeydedir. Toprak, topraklarımızla birlikte karbon, gübre, organik madde kayıplarının da paralel olarak artacaktır. Organik maddenin az olması toprak aşınma duyarlılığını artırmaktadır. Nadasa bırakmak, anız örtüsünün değerlendirilememesi, bitki artık ve atıklarının yönetilememesi, toprak işleminin eğime paralel ve uygun olmayan ekipmanlarla, uygun olmayan mevsimlerde yapılması gibi yanlış tarımsal uygulamalar ile zaten az toprak derinliğine sahip eğimli arazilerdeki derinliğin giderek azalmasına neden olmaktadır (Doğan, 2011). Neufeld ve ark., (2002) ve Dexter, (2004) yaptıkları çalışmalarda killi toprakların organik karbon içeriklerinin kumlu topraklara göre daha yüksek olduğunu, bunun nedeninin ise killerin organik maddeleri tutarak ayrışmaya karşı dirençli hale getirmeleri olduğunu bildirmektedir. Eğimli toprakların organik karbon içeriği düz ve taban arazilere göre daha fazladır (Birkeland, 1984). Çünkü eğimli topraklarda bitki örtüsü nispeten daha zayıf ve yüzey akışları nedeniyle yıllık toprağa katılan organik madde girdisi daha düşüktür. Diğer taraftan aynı iklim ve eğim koşullarında kuzeye bakan yamaçlardaki toprakların organik madde içeriği güneye bakan yamaçlardaki topraklara nazaran daha yüksektir (Fanning ve Fanning,

1989). Çalışmalar kuzeye bakan yamaçlardaki karın daha yavaş erimesi nedeniyle suyun yüzey akışa geçmeden toprağa sızması nedeniyle erozyonun daha yavaş olduğunu ve bunun sonucu olarak da kuzeye bakan toprakların daha derin ve derinlik ile birlikte vejetasyonun daha iyi dolayısıyla toprağa düşen organik madde miktarının da fazla olduğu bildirmektedir (Birkeland, 1984).

3.Bazı Tarımsal Mekanizasyon Uygulamalarının Erozyona ve Karbon Salınımına Etkisi

Gelişen teknolojinin kullanımı ile birlikte tarımsal faaliyetlerden ve bu faaliyetlerde kullanılan traktör ve benzeri motorlu araçlardan daha az sera gazı salınımı hedeflenmektedir. Toprağa yapılan uygulamaların yanı sıra bu işlemleri yapan traktör ya da diğer motorlu araçların egzoz gazları da CO₂ miktarının artmasına etki etmiştir. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan dizel motorlar ile ilgili bilimsel çalışmalarda yakıtın yanması sonucu açığa çıkan sera gazlarının tamamı karbondioksit gazı olarak nitelenmektedir (Labeckas ve Slavinskas, 2003). Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi Türkiye'de de alternatif olarak bitkisel kökenli yakıtlar üzerinde çalışmalar bulunmaktadır. Ancak teknik ve ekonomik nedenlerden dolayı yaygınlaşmamaktadırlar (Vatandaş ve Ekmekçi, 2002). Tarımda traktör kullanımının artmasıyla, yakıt kullanımında da artış olması atmosfere salınan hava kirleticilerinin seviyelerinin Avrupa Birliği direktiflerinde belirttiği sınır değerleri aştığını bildirmektedir (Viesturs ve ark., 2011; Polat ve Manavbaşı, 2012). Kullanılan yakıtın cinsi, makinanın ya da aletin kullanıldığı toprak, iklim, topografya koşulları ve kullanım süreleri atmosfere salınan egzoz gazının miktarını da etkiler (Goering, 1992; Arapatsakos ve Gemtos, 2008). Özgüven ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada Türkiye'nin tarımsal yapısı ve mekanizasyon durumu incelenmiş ve mevcut traktör parkının yarıya yakınının (%43) mekanik ömrünü doldurmuş traktörlerden oluştuğunu bildirmişlerdir. Bu traktörlerin tarımsal faaliyetlerde kullanılmasıyla yenilerine oranla yılda daha fazla yakıt tükettikleri ve havayı 10 kat daha fazla kirlettikleri bildirilmektedir. Türkiye'nin traktör, biçerdöver ve kendi yürür tarım makineleri varlığındaki artışa paralel olarak kullanılan motorin ve yağ tüketiminin de sera gazı oluşumuna etkileri olduğu söylenebilir.

Tarımsal üretimde en önemli ölçüt, az maliyetle yüksek verim artışı sağlanmasıdır. En pahalı girdilerden biri olan mekanizasyon girdisini düşürmek önemlidir (Acaroğlu ve ark., 2003). Tarımsal üretim faaliyetlerinde mekanizasyon; toprak hazırlığından ürün hasadına kadar geçen zamanda toplam tarımsal üretim girdilerinin yaklaşık %40-50'sini oluşturmaktadır (Ruiyin ve ark., 1999; Sümer ve ark., 2010; Polat ve Manavbaşı, 2012). Yapılacak tarımsal faaliyetlere göre makina parkının oluşturulmasıyla atıl kapasitelere ulaşması engellenebilir. İyi bir planlama yapılarak makina alımına ayrılan sermayenin azaltılması, karlılığın artırılması ve tarla trafiğinin azaltılarak çevreye yaptıkları olumsuz etkilerinin de sınırlandırılması mümkün olabilecektir.

Tarım makinelerinin verimli çalışabilmesi için kullanıldıkları arazilerin topografik yapısının yanı sıra büyüklükleri de oldukça önemlidir. Arazi büyüdükçe kullanılan makinelerinde verimlilikleri artmaktadır. Dolayısıyla arazi toplulaştırmalarının CO₂ salınımının azaltıcı

yönde etkileri bulunmaktadır. Türkiye’de işletme büyüklükleri genel olarak 5.5-6.0 ha olup, küçük işletmelerdir. Bu işletmelerde bile parçalılık durumu olduğundan tarım makinalarının verimli şekilde işletilebileceği büyüklükte toplulaştırma yapılması çok doğru bir yaklaşım olacaktır. Polat ve Manavbaşı (2012) çalışmalarında arazi toplulaştırmalarının sonucunda, toplulaştırma yapılan alanlardan seçilen işletmelerde çiftliklerin günlük olarak işletme merkezi-tarla parseli arasındaki gidiş-dönüş yol uzunluklarında ortalama 26.68 km kısalma ile yakıt tüketiminin hektar başına ortalama 10.86 L ve CO₂ salınımında 28.93 kg düşürdüğünü belirlemişlerdir. CO₂ salınımına bağlı olarak km başına en az 1.90 kg, en fazla 20.77 kg olmak üzere toplam 7.89 kg karbon eşdeğeri azalma olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, çalışmada buğday üretiminde bir sezon boyunca toprak hazırlığından ürün taşımaya kadar olan tüm tarımsal faaliyetler için toplulaştırma öncesi 181.6 Lha⁻¹ yakıt tüketilirken, toplulaştırma sonrası bu rakam 132.8 Lha⁻¹ yakıt tüketildiği tespit edilmiştir. Türkiye’de bu çalışmaların desteklenmesi ve arazilerin parçalanmasına izin verilmemesi gerekmektedir. ABD ve AB ülkelerinde farklı sera gazlarının salınım miktarları karbon eşdeğeri (CE) olarak ortak bir birimde ifade edilmektedir. Genel özelliklere sahip bir traktör için (55 HP, 2110 kg, boş ağırlıkta 15-20 kmh⁻¹ ortalama hızda kullanılabilen) kilometre başına ortalama 0.407 L motorin tükettiği kabul edilmektedir. Bu traktörle çizel pulluk kullanımında 10 cm iş derinliğinde 4.56-4.82 Lha⁻¹, 20 cm iş derinliğinde 9.32-9.52 Lha⁻¹ olmaktadır. Genel değerlendirmeler sonucunda bu değer 4.75 Lha⁻¹ olarak alınmıştır (Koga ve ark., 2003). Tarımsal üretimin ilk aşaması olan tohum yatağı hazırlığı, topraktan çıkan CO₂ gazı çıkışını etkileyen faktörlerden birisidir (Akbolat, 2009). Tarımsal faaliyetler, anız yakma, pullukla toprak işleme ve münavebe uygulanması CO₂ çıkışı artışında çok önemli role sahiptir (Lal ve Kimbele, 1997). Kulaklı pullukla toprak işlemede eşdeğer karbon emisyonu 13.4-20.1 kg CE/ha arasında değişirken tarla kültüratörün kullanımında bu değer 3.0-8.6 kg CE/ha, döner çapa makinasında ise 1.2-2.9 kg CE/ha ya düşmektedir. Bazı ekim, bakım hasat işlemlerinde eşdeğer karbon emisyonları ise; herbisit ilaçlamada 0.7-2.2 kg CE/ha, gübrelemede 5.1-10.1 kg CE/ha, ekim-dikim işlerinde 2.2-3.9 kg CE/ha, mısır silaj makinası kullanımında 13.2-26.0 kg CE/ha arasında değerler almaktadırlar. Sulama sistemlerinin ilk kurulum karbon eşdeğerleri ise en fazla yağmurlama sulamada (hareketsiz başlık) 121.3 CE/ha, en düşük ise elle hareketli yağmurlama sisteminde 16.3 CE/ha olarak belirlenmiştir (Sezer, 2014).

Tarımsal faaliyetler topraktan CO₂ çıkışını, nitrat birikimini ve mikrobiyal aktiviteyi dolayısıyla toprak ve atmosferik çevrenin kalitesini etkilemektedir (Calderon ve Jackson, 2002). Azaltılmış toprak işleme ve sıfır sürüm tekniklerinin toprak erozyonunu önlemek, toprak nemini korumak, toprağın organik madde içeriğini artırmak gibi önemli etkileri vardır. Bazı çalışmalarda, atmosferdeki CO₂ miktarını azaltmak için sıfır sürüm uygulaması etkili ve acil önlemler arasında yer alabileceği bildirilmiştir (Yokuş ve ark., 2009). Ancak başka çalışmalarda farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Şöyle ki; araştırmacılar toprak işlemez tarım ve geleneksel tarım yöntemleri uygulanan alanlarda toprak kaynaklı sera gazı salınımları (CO₂, N₂O, CH₄)

hakkındaki küresel verileri değerlendirmişlerdir. Toprak işlemez tarıma yeni dönüştürülen sistemlerin geleneksel sistemlere oranla, N₂O salınımındaki artış nedeniyle daha büyük küresel ısınma potansiyeline sahip olduklarını ortaya koymuşlardır. Sıfır toprak işleminin küresel ısınma potansiyelini sadece uzun dönemlerde (20 yıldan fazla) ve nemli iklim bölgelerinde azaltacağını belirlemişlerdir. Kurak bölgelerde de, çok kesin olmamakla birlikte küresel iklim potansiyelindeki azalma 20 yıldan sonra kendini gösterebileceği kaydedilmiştir. Bu durum, sıfır toprak işleminin teşvik edilmesinin karbon tutulması amacıyla yapılan diğer tarımsal uygulamaların her zaman çok geçerli olmayacağını göstermektedir. Çünkü bunların net sera gazı değerleri üzerinde etkisinin yüksek değişkenlik gösterdiği, birçok faktörün etkisi altında ve zamana bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir (Six ve ark., 2004; Smith ve Conen, 2004). Ayrıca, sıfır toprak işleme ile birlikte yabancı ot kontrolü için daha fazla herbisit kullanılması gerekeceği, bu durumda da karbon emisyonunu ters yönde etkileyeceği bilinmelidir. Herbisitlerin eş değer karbon emisyonlarına bakıldığında 1.7-12.6 kg CE/kg arasında aldığı değerlerle en yüksek bitki koruma kimyasalları olduğu insektisitler ve fungusitlerde bu değer 1.2-8.1 kg CE/kg arasında değiştiği unutulmamalıdır (Sezer, 2014). Toprağa yapılan etkilerin yoğunluğunu gösteren toprak işleme sistemlerinde, en fazla CO₂ çıkışı toprağın çok fazla havalandırıldığı, alışıl gelmiş toprak işleme sistemlerinde gerçekleşmiş, diğer azaltılmış toprak işleme sistemlerinde daha az gaz çıkışı tespit edilmiş, en az CO₂ çıkışı ise toprak işlemez tarım sistemlerinde gerçekleşmiştir (Akbolat ve ark., 2009). Reicosky (2003), yol tapanının pulluk, çizel, disko ve dip kazandan sonra bir geçişli olarak toprağı sıkıştırmak için kullanılmasının CO₂ çıkışındaki ani düşüşe sebep olduğunu ve dördüncü geçiş ile çok daha az CO₂ çıkışı elde edildiği bildirilmiştir. Bu ani düşüşün sıkışma sonrası toprak hacim ağırlığındaki artışla da doğrudan ilgili olduğunu bildirmiştir. Türkiye’de yapılan bir çalışmada, 45 ve 60 kg’lık tapanlar ekim sonrasında kullanılmış ve hiç tapan kullanılmamış parsellerle CO₂ çıkışları, penetrometre değerleri, hacim ağırlıkları ve porozite değerleri karşılaştırılmıştır. CO₂ çıkışı en fazla tapan çekilmeyen konudan (0.104 gm⁻²h⁻¹) elde edilirken, daha sonra 45 kg (0.043 gm⁻²h⁻¹) ve son olarak da 60 kg’lık tapan (0.037 gm⁻²h⁻¹) daha fazla karbondioksit gazının çıktığı belirlenmiştir (Akbolat, 2009). Ball ve ark. (2008), topraktan CO₂ ve N₂O çıkışında 1 kPa ve 6 kPa değerindeki sıkışmanın etkisinin incelendiği kısa dönemli bir çalışmada, sıkışma ile topraktan salınan her iki gazın da azaldığını bildirmiştir. Jensen ve ark. (1999), traktörün beş kez geçişi ile üst katmanlarda hava geçişinin azalması CO₂ çıkışını da azaltmakta olduğunu vurgulanmıştır. Thomas ve ark. (2004); Teepe ve ark. (2004) çalışmada toprak sıkışması sonrasında topraklardan daha yüksek N₂O salınımları gerçekleştiği belirtilmektedir. Her iki çalışmada da sıkışmanın toprakların atmosferik CH₄ kullanma ve okside etme yeteneklerinde %30-90 arasında bir azalma sağlanabileceği bildirilmiş ve topraklara uygulanan hafif sıkıştırmada N₂O salınımının %20 oranında azaldığı, şiddetli sıkıştırmının N₂O salınımını 2 katına çıkardığı vurgulanmıştır. Mosquera ve ark. (2007) ise killi topraklarda N₂O salınımının arttığı, kumlu topraklarda ise daha az olduğu çalışmalarında bildirilmiştir.

Akbolat ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, rototiller (RT) ve diskaro (DT) kullanılarak elma bahçelerinde ağaç aralarında oluşan yabancı otların kontrolünün sağlanması sırasında ortaya çıkan CO₂ gazının miktarını ölçmüşlerdir. Yapılan ölçümlerde RT ve DT sırasıyla ortalama olarak 0.768 ve 0.811 Mmol.m⁻².s⁻¹ CO₂ çıkışı belirlenmiştir. Scala (2001) ise çalışmasında, diskaro, diskli tırmık, rototiller ve çizelin kullanıldığı orta vadeli ölçümlerin yapıldığı bir uygulamada çizelin 15 günlük ölçüm içinde en fazla CO₂ çıkışı gösteren uygulama olduğu (toprak işleme göre 74 gCO₂.m⁻² daha fazla) tespit etmiştir. Reicosky ve Archer (2007) çalışmalarında, pullukla farklı derinliklerde toprak işlemenin CO₂ çıkışına etkilerini belirlemişler ve işleme derinliği artışı ile CO₂ çıkışının arttığı tespit etmişlerdir. Tarımsal üretimlerde toprağı parçalayarak karıştıran aletler ve bu aletlerin toprağı yaptığı etkilerin bir sonucu olarak topraktan atmosfere CO₂ gazı çıkışı olduğunu vurgulayan çalışmalar bulunmaktadır (Lal ve Kimbele, 1997; Callendor ve Jackson, 2002). Ellert ve Jansen (1999), buğday ve üzerine uyguladıkları münavebe sisteminde ağır kültüvator ile toprak işleme sonrasında işleme öncesine göre 2-4 kat CO₂ çıkışlarının arttığını ancak 24 saat sonra çıkışların eşitlendiğini bildirmişlerdir.

Toprak işleme, organik maddelerin oksidasyonunu artırır. Buna bağlı olarak yıkanma ve gaz şeklinde kayıplar artar. Toprak işleme, üst olarak toprağın tahribine neden olmakta ve kısa süreli olarak toprağın oksijen seviyesini artırmaktadır. Ayrıca yüzey atıklarının toprak partikülleri ile daha yakın temasını sağlayarak, mikrobiyel faaliyeti için uygun ortam sağlamakta ve mikrobiyel faaliyeti artırmaktadır (Smith ve ark., 1992). Yapılan başka çalışlarda ise toprak işleme nedeniyle karbon kayıplarının yaşışla arttığı ve killi topraklarda en az olduğu bildirilmiştir (Alvarez ve ark., 1995; Akbolat ve ark., 2004). Mikroorganizma faaliyetlerinin artışı ile birlikte, O₂'nin tüketilerek dışarıya CO₂ vermesi, ortamdaki mikrobiyal faaliyetlerin yoğunluğunun bir göstergesidir. Karbondioksit çıkışı, kontrollü laboratuvar koşullarında ölçüldüğü gibi, arazi koşullarında da ölçülebilir. Toprakta standart bir solunum daima vardır ve bu solunum normal bir tarla toprağında CO₂ salınımı olarak 0.5-10.0 mg CO₂.m⁻² gündür (Haktanır ve Arcak, 1997). Toprak işlemeden sonra, bitkisel atıkların ayrışması kısa, orta ve uzun dönemli CO₂ çıkışının ölçülmesi ile belirlenmektedir. Kısa dönem ölçümleri, genel olarak 48 saat süreli olduğu gibi, toprak işlemeden 5 dakika sonra veya 62 ya da 102 gün sonra yapılanları da literatürlerde yer almaktadır (Doran ve Linn, 1994; Reicosky, 1997; Angers ve Recous, 1997). Ancak uzun yıllar içinde en az yılda bir alınan çalışmalar daha yaygındır (Ma ve ark., 1999). Kısa dönemli çalışmaların birçoğunda işleme sonrası CO₂ salınımının aniden yükseldiği ve daha sonra birden düştüğü ve düşük seviyelerde uzun süre ayrışma tamamlanmaya kadar devam ettiği bildirilmektedir (Reicosky, 1997; Reicosky ve ark., 1997; Rassmussen ve Rohde, 1988; Angers ve Recous, 1997). Alışıl gelmiş toprak işlemeye oranla, korumaya yönelik toprak işleme, enzim aktivitesinin daha fazla olduğu bildirilmiştir (Klein ve Koths, 1980; Angers ve ark., 1993). Genel olarak, toprak işlemez sistemlerde toprakların yüzey katmanlarında mikrobiyel biyokütle ve mikrobiyel süreçler, toprak işleme yapılmış topraklara

göre önemli ölçüde yüksektir. Bununla birlikte alt katmanlarda durum tam tersidir (Angers ve ark., 1993, Farrell ve ark., 1994; Deng ve Tabatadai, 1996; Deng ve Tabatadai, 1997; Ahl ve ark., 1998).

Arapatsakos ve Gemtos (2008) çalışmalarında, sektörel olarak en önemli sera gazı sorununun CO₂ salınımından kaynaklandığını, tarım için en önemli sera gazının ise hayvansal üretim dikkate alındığında CH₄ bitkisel üretim dikkate alındığında ise N₂O olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada buğday ve silajlık mısır yetiştiriciliğinde tarla içi faaliyetleriyle atmosfere salınan sera gazları içinden CO₂ salınımının azotlu ve hidrokarbonlu bileşiklerden daha fazla olduğunu da vurgulamışlardır. Topografya tarım topraklarındaki N₂O salınımlarını etkilemektedir. Izaurrade ve ark. (2004), çalışmalarında suyun toplanma eğiliminde olduğu bölgelerde, eğimli alanlara göre N₂O salınımları daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. N₂O, gözlemlenen küresel ısınmanın %6'sını gerçekleştirmektedir (Dalal ve ark., 2003). En çok N₂O salınımı azotlu gübre kullanımı ve toprak bozunumundan ileri gelmektedir. Tarım topraklarına uygulanan her kg N girişi, 1.4-14.0 kg CO₂ ye karşılık gelmekte ve ortalama olarak 4.65 kg CO₂ olarak kabul edilmektedir (Snyder ve ark., 2009). N₂O salınımdaki artış ise sistem içindeki sera gazı dengesini bozacak bu da artan C depolamadan elde edilen faydaları azaltma potansiyeli taşıyacaktır (Six ve ark., 2004). Gübreler içinde eşdeğer karbon emisyonu en fazla olan 0.9-1.8 kg CE/kg ile azot gübresidir. En az ise 0.1 - 0.2 CE/kg ile potasyum gübresi yer almaktadır (Sezer, 2014). Bu yüzden özellikle erozyon ve buharlaşma azaltılarak azot (N) kullanım etkinliğinin artırılması ve biyolojik azot fiksasyonuna önem verilmesi gerekmektedir. Yapılan pek çok çalışmada toprak sıkışması sonrasında topraklardan daha yüksek N₂O salınımları gerçekleştiği belirtilmektedir (Thomas ve ark., 2004; Teepe ve ark., 2004). Sıkışmanın toprakların atmosferik CH₄ kullanma ve okside etme yeteneklerinde %30-90 arasında bir azalma sağlanabileceği bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada topraklara uygulanan hafif sıkıştırmada N₂O salınımının %20 oranında azaldığı, şiddetli sıkıştırmadan N₂O salınımını 2 katına çıkardığı belirlenmiştir. Ayrıca killi topraklarda N₂O salınımının arttığı, kumlu topraklarda ise daha az olduğu bildirilmiştir (Mosquera ve ark., 2007).

Sulama ve farklı toprak işleme sistemlerinin araştırıldığı bir çalışmada, sulamalardan sonra tüm konulardan CO₂ çıkışı sulama öncesine göre arttığı belirtilmiştir (Calderon ve Jackson, 2002). Bunun nedeni olarak toprak nemindeki artış ile toprağın fiziksel ve biyolojik aktivitelerinin artması olarak ifade edilmiştir. Lee ve ark. (2009) çalışmalarında toprak nemi ile toprak solunumu arasındaki ilişkinin yetiştirilen ürüne göre de değiştiğini bildirmişler ve toprak nem içeriği ile mısırdaki CO₂ çıkışının doğrusal olarak arttığını ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmalarında nohut ve ayçiçeği için aynı doğrusal ilişkiyi tespit edemediklerini de bildirmişlerdir. Haktanır ve Arcak, (1997) toprak nem düzeyinin önemli miktarda CO₂ çıkışını artırdığı bildirmişlerdir. Akbolat (2009) ise çalışmasında toprak sıcaklığının artması ile de mikroorganizma faaliyetlerinin ve buna bağlı olarak CO₂ çıkışlarının da arttığını, toprak sıcaklığının düşmesi ile CO₂ çıkışının doğrusal olarak azaldığını bildirmiştir.

4. Sonuç ve Öneriler

İster dünya ister Türkiye ölçeğinde olsun çeşitli tedbirlerle tarım yapılabilir kuru tarım alanları, sulu tarım alanlarından daha fazladır. Kuru ve eğimli tarım alanları ile ilgili verilecek stratejik kararlar gelecek nesiller için önem arz etmektedir. Yanlış tarımsal uygulamalarla hızlı bir şekilde bozuluma uğrama potansiyeli yüksek olan hafif eğimli ve eğimli alanlarda (II, III. ve IV. sınıf tarım arazileri) “Nasıl tarım yapılması gerektiği?” ile ilgili soruların cevabı sürdürülebilir çevre açısından önemli olacaktır. Küresel ısınmadan dolayı sulu tarım alanlarında su kısıtlamasına gidileceği ve verimin zaman içinde düşme eğiliminde olacağı tahmin edilmektedir. Artan nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için kuru tarım alanlarının da daha verimli kullanılması gerekliliği bulunmaktadır. Bu öngörülen yola çıkarak kuru tarım alanları için daha özel amaçlı araştırmalara ihtiyaç duyulacağını da şüphesizdir. Ancak, kuru ve eğimli tarım alanlarına özel yapılmış çalışma sayısı oldukça azdır.

Toprakta organik karbon tutulması her yönüyle kazanç sağlayan bir süreçtir. Verimliliğini kaybetmiş toprakların rehabilitasyonundan, kaynağı belli olmayan kirliliğin azaltılarak yüzey, yeraltı sularının temizlenmesi gibi yan faydalarla ekosistem kalitesinin yükseltilmesine ve fosil yakıt emisyonunu azaltarak atmosferdeki CO₂ miktarının azaltılmasına kadar birçok yönü vardır. Nitekim yapılan bilimsel tespitler; toprak işleme yöntemleri, tarımsal ormancılık (ağaç tarımı) gibi uygulamalar ile hektar başına 1.3 tona kadar organik karbonun toprakta tutulmasının sağlanabildiğini göstermiştir. Bu uygulamaların bir an evvel kuru tarım yapılan alanlara da kaydırılmalıdır (Anonim, 2015a)

Toprak ekosistemlerinin sera gazlarının tutulması ya da yayılması rollerinden hangisini üstleneceği, sisteme dâhil olan ve sistemden ayrılan faktörlerin dengesine bağlıdır. Bu denge toprağa yapılan uygulamalar ile doğrudan ilgilidir. Genel bir sonuç olarak sulu ya da kuru koşullarda net sera gazının salınımını azaltıcı tedbirlerden bazıları olarak azaltılmış toprak işleme, doğrudan ekim yöntemlerinin yaygınlaştırılması, salma ya da yüzey sulama uygulamalarının azaltılması ve yerine damla ya da toprak altı basınçlı sulama sistemlerinin yaygınlaştırılması, sulamada yenilenebilir enerji kullanımının desteklenmesi, bitki anız ve kalıntı yönetiminin etkin olarak uygulanması, örtücü bitki uygulamalarının yaygınlaştırılması, azot kullanım etkinliğinin artırılması, hayvan gübresi ve diğer biyo-yakıtların kullanımının desteklenmesi, tarım arazilerinin kullanım sınıfına uygun olarak değerlendirilmesi, tarım arazilerinin toplulaştırılması çalışmalarının genişletilmesi, orman ve mera alanlarının ıslah edilip korunması, biyolojik mücadele uygulamalarının destek verilmesi ve girdi yönetimi en etkin şekilde uygulayabilen hassas tarım uygulamalarının desteklenmesi sayılabilir.

Toprak bünyesi ne olursa olsun yağış sularını biriktirmeye yetecek derinlikte olmayan toprakların geleneksel sistem olan nadasa bırakılmasıyla, ertesi yıl ekilecek bitkinin su ihtiyacını ekonomik seviyede bir verim alacak ölçüde karşılamının her zaman mümkün olmadığı bilinmektedir. Kuru tarım alanlarında 90 cm veya daha az derinlikte olan topraklarda nadas döneminde tutulan suyun

tamamına yakın bir kısmı buharlaşarak kaybolur. Böyle yüzlek alanlarda nadas yapmak arazinin bir yıl boş kalmasından başka bir şey değildir (Yeşilsoy, 1976; Göksu ve ark., 2009). Dolayısıyla, nadas yapılmadan ve toprak yapısını bozup erozyonu teşvik etmeden suyu toprakta muhafaza edebilecek iyi tarım uygulamalarının teşvik edilmesi iyi bir çözüm olacaktır. Bu sistemlerin uygulanmasında en etkin yol mekanizasyon faaliyetlerinin toprak özelliklerine göre düzenlenmesiyle mümkündür.

Ekolojik sistem, artık tarım sektörünün temiz su talebini karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Yağmur sularının ise tarımda kullanımı önemli bir yaklaşım olmasına rağmen, atmosferdeki birikmiş sera gazlarının bir kısmının yağmur suları ile yeniden toprağa düşmesiyle toprak kirlenmektedir. Bu kısır döngüden kurtulabilmek kolay olmasa da yavaşlatmak insanoğlunun bazı tedbirler almasına bağlıdır. Kurak ve yarı kurak bölgelerde, yağış çok az ve mevsim içinde büyük değişiklikler göstermektedir. Buna bağlı olarak zayıf vejetasyon, yüzeyi kaymak bağlamış sığ topraktan yüzey akışı ve buharlaşma ile yağmur sularının büyük bir kısmı içine toprak ve karbon stoklarını da alarak ürünün kullanımına sunulmamaktadır. Yağmur sularından azami fayda sağlanabilecek stratejilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gerekmektedir. Sulama, kuraklığa karşı en etkili çözüm olsa da pahalı ve yetersiz miktarda olması günümüzde daha düşük maliyetli, pratik alternatifler aramakta ve bu da su hasadı olarak bilinmektedir (Örs ve ark., 2011; Kayıkçıoğlu ve Okur, 2012). Eğimli alanlarda su hasadı yöntemlerinin kullanılmasıyla toprak yapısında toprak işleme ile bozulup erozyona maruz kalabilecek alanlar korunabilir.

Kuru tarım alanlarında sürdürülebilir üretim, karbon stokları, toprak ve ürün verimliliğinin korunması yanında çevre sağlığının da teminat altına alınması bazı tedbirlerin alınmasına bağlıdır. Bu tedbirler içinde en önemlisi, kuru tarım alanları için bir kontrol mekanizması oluşturulmasıdır. Bu mekanizma ile dönemsel olarak topraklardaki karbon kayıpları takip edilmelidir. Kayıt altına alınan takip verileri ile yapılan uygulamaların amaca yönelik olup olmadıkları kısa sürelerde test edilerek, her alan için farklı uygulamaların planlanması sağlanabilir. Bu temel tedbirin yanı sıra hali hazırda çeşitli kurum ve sivil toplum örgütlerince yapılan bazı uygulamalarda vardır (Çevre Amaçlı Tarım Arazilerinin Korunması-ÇATAK ve Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı-TEMA). Daha öncede belirtildiği gibi; tarla trafiğinin azaltılması, yakıt verimliliklerinin iyileştirilmesi, tarım makinalarının verimli kullanımına olanak sağlayacak büyüklükte parsellerin oluşturulması, münavebe sistemi kullanarak karbon tutulumunun sağlanması, biyo-yakıtların kullanımını yaygınlaştırılması, anız yakılmasının engellenmesi, gübreleme programlarının yapılması, eğimli arazilerde erozyonu azaltacak yeni sürüm tekniklerinin tespit edilmesi, buharlaşma kayıplarını azaltmak için kalıntı yönetimini yaygınlaştırılması, malçlama gibi uygulamalarla karbon havuzunun muhafaza edilmesi, su hasadı tekniklerinin yaygınlaştırılması söylenebilir. Tarımsal mekanizasyon uygulamalarından dolayı erozyona açık alanlarda alınması tavsiye edilen bu tedbirlerin uygulanmasında hassas tarım tekniklerinin kullanılması ile tarımsal alanların izlenebilirliğini de artıracığı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Acaroğlu, M., Turcan, H., Özçelik, E. 2003. Biyomotorin üretiminde enerji bilançosu ve yaşamsal döngü analizi. Tarımsal Mekanizasyon 21. Ulusal Kongresi, 3-5 Eylül 2003, Bildiriler kitabı (I): 10-17.
- Ahl, C., Joergensen, R.G., Kandeler, E., Meyer, B., Woehler, V. 1998. Microbial biomass and activity in silt and sand loams after long-term reduction in tillage using the "Horsch" System. Soil And Tillage Research, 49: 93-104.
- Akbolat, D., Ekinci, K., Camcı Çetin, S., Çoşkan, A. 2004. Farklı toprak işleme sistemlerinin toprakta organik maddenin ayrışmasına etkisi. Süleyman Demirel Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü Müd., 8-3: 152-160.
- Akbolat, D., Ekinci, K., Uysal, S., Onursal, E. 2007. Elma bahçelerinde yabancı ot kontrolünde yaygın olarak kullanılan toprak işleme aletlerinin yabancı ot gelişimi ve topraktan CO₂ çıkışı üzerine etkisi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 3(2): 87-96.
- Akbolat, D. 2009. Tohum yatağı hazırlığında tapan kullanımının topraktan CO₂ çıkışına etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(1): 23-30.
- Akbolat, D. 2014. Toprak İşleme Mekanizasyonu ve Sera Gazı Emisyonları. Agro Medya Tarımsal Mekanizasyon Eki. Mayıs-Haziran Sayısı, 18-20.
- Alvarez, R., Diaz, A., Barbero, N., Santanoglia, O.J., Blotta, L. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage systems. Soil and Tillage Research, 33(1):17-28.
- Angers, D.A., N'dayegamiye, A., Cote, D. 1993. Tillage-induced differences in organic matter of particle-size fractions and microbial biomass. Soil Science Societ of America Journal, 57: 512-516.
- Angers, D.A., Recous, S. 1997. Decomposition of wheat straw and rye residues as effected by particle size. Plant and Soil. Kluwer Academic Publishers, 189: 197-203.
- Anonim. 2015a. Tema Diyor ki; Toprağı Koruyun, Küresel Isınmaya El Koyun. www.panel.org/tema, erişim: 07.04.2015
- Anonim. 2015b. Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, PDGT tutanakları. www.tagem.gov.tr. Erişim: 10.04.2015
- Arapatsakos, C., Gemtos, T. 2008. Tractor Engine and Gas Emmission. WSEAS Transactions on Enviroment and Development Journal, 10 (4): 897-906.
- Arıkan, Y. 2003. Kyoto protokolü öncesinde değişen iklim, kışın müzakereler ve Türkiye. 9. Türkiye Enerji Kongresi, DEK-TMK, İstanbul.
- Ball, B.C., Crichton, I., Horgan, G.W., 2008. Dynamics of upward and downward N₂O and CO₂ fluxes in ploughed or no-tilled soils in relation to water-filled pore space, compaction and crop presence. Soil Tillage Research, 101: 20-30.
- Başaran, M. 2004. Türkiye'nin organik karbon stoku. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 8 (3/4): 31-36.
- Birkeland, P.W. 1984. Soils and Geomorphology. Oxford University Pres. New York, NY.
- Calderon, F., Jackson, L.E. 2002. Rototillage, disking and subsequent irrigation: effects on soil nitrogen dynamics, microbial biomass, and carbon dioxide efflux. J. Environmental Quality, 31: 752-758.
- Çarman, K., Marakoğlu, T. 2009. Sürdürülebilir bir tarımsal üretimde buğdayda doğrudan ekim uygulamaları. 1.Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran 2009. Konya sf: 491-498
- Ceritli, İ. 1997. Türkiye'nin toprak sorunu. Ekoloji, 22: 4-8.
- Dalal, R.C., Wang, W., Robertson, P., Patron, W.J. 2003. Nitrous oxide emission from Australian agriculture lands and mitigation options: A Review. Australian Journal of Soil Research, 41: 165-195
- Deng, S.P., Tabatabai, M.A. 1997. Effect of Tillage and Residue Management on Enzym Activities in Soil-III: Phosphatases and Arylsulphatase. Biyology and Fertility of Soils, 24: 141-146.
- Deng, S.P., Tabatabai, M.A. 1996. Effect of Tillage and Residue Management on Enzym Activities in Soil-II: Glycosidases. Biyology and Fertility of Soils, 22: 208-213.
- Dexter, A.R. 2004. Soil Physical Quality: Part I. Theory, Effects of Soil Texture, Density, And Organic Matter, and Effect on Root Growth. Geoderma, 120: 201-214.
- Doğan, S. 2005. Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri. Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 6: 257-73.
- Doğan, O. 2011. Türkiye'de erozyon sorunu nedenleri ve çözüm önerileri. Bilim ve Akıl Aydınlığında Eğitim Dergisi, 137: 61-69.
- Doran, J.W., Linn, D.M. 1994. Microbial Chances Associated With Residue Management and Reduce Tillage. Soil Sci. Soc. Am.J. 44: 518-524.
- Ellert, B.H., Janzen, H.H. 1999. Short term influence of tillage on CO₂ fluxes from a semi-arid soil on The Canadian Prairies. Soil and Tillage Research, 50: 21-32.
- Erşahin, S. 2010. Farklı iklim ve topografya koşullarında toprak organik karbonu potansiyel dinamiğinin matematiksel modellemesi. III. Ulusal Karadeniz Ormanlık Kongresi, 20-22 Mayıs, 3: 1012-1020.
- Fanning, D.S., Fanning, M.C.B. 1989. Soil Morphology, Genesis, and Classification. John Willey and Sons. New York
- Farrell, R.E., Gupta, V.V.S.R., Germida, J.J. 1994. Effects of cultivation on the activity and kinetics of arylsulfatase in Saskatchewan soils. Soil Biol. Biochem, 26: 1033-1040.
- Gearing, C.E. 1992. Engine and tractor power. American Society of Agricultural Engineers Books 19962400003: 102-539.
- Göksu, N., Işık, Y., Demirci, N., Atçeken, T. 2009. Kurak bölgelerde sürdürülebilir toprak yönetimi. 1. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu., 16-18 Haziran- Konya, 298- 301.
- Gültekin, A.H.H., Örgün, Y. 1994. Tarım toprağında bitki besleyici elementlerin rolü. Ekoloji 13: 27-32.
- Haktanır, K., Arcaç, S. 1997. Toprak Biyolojisi. Ankara Üniversitesi (1486) Ziraat Fak. (447): 409.
- Houghton, J., 2005. Global Warming Rep. Prog. Phys. 68 1343-1403
- Izaurrede, R.C., Lemke, R.L., Goddard, T.W., Mc Conkey, B., Zhang, Z. 2004. Nitrous oxide emissions from agricultural toposequences in Alberta and Saskatchewan. Soil Science Society of America Journal, 68: 1285-1294.
- Jabro, J.D., Sainju U., Stevens, W.B., Evans, R.G. 2008. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted from preennial forages to annual crops. Journal of Environmental Management, 88: 1478-1484.
- Jansen, L.S., McQueen, D.J. Shepherd, T.G. 1999. Effect of soil compaction on N-mineralization and microbial C Ans-N. I. Field measurement. Soil and Tillage Research 38: 175-188.
- Kapluhan, E. 2013. Türkiye'de kuraklık ve kuraklığın tarıma etkisi. Marmara Coğrafya Dergisi, ISSN: 1303-2429 27: 487-510.
- Kapur, B. 2010. Artan CO₂ ve Küresel Değişikliğin Çukurova Bölgesinde Buğday Verimi Üzerine Etkileri. Çukurova Üni. Fen Bilimleri Enst. Tarımsal Yapılar ve Sulama Ana Bilim Dalı. Doktora Tezi.
- Kayıkçıoğlu, H.H., Okur, N. 2012. Sera gazı salınımında tarımın rolü. Adnan Menderes Üni. Zir. Fak. Dergisi, 9(2): 25-38.
- Korkmaz, K. 2007. Küresel ısınma ve tarımsal uygulamalara etkisi. Alatarım, 6(2): 43-49.
- Koga, N., Tsuruta, H., Tsuji, H., Nakona, H. 2003. Fuel consiption-derived CO₂ emmissions under convertional and reduced tillage cropping systems in Northern Japan. Agriculture, Ecosystem and Environment, 99: 213-219.
- Koruyucu, K., Kirişçi, V., Görücü, S. 1998. Korumalı toprak işleme ve Türkiye'deki uygulamaları. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi, Tekirdağ.

- Labeckas, G., Slavinskas, S. 2003. The influence of fuel additives S0-2E on diesel engine exhaust emission. *Transport Journal*, 8(5): 202-208.
- Lal, R., Kimbele, JM. 1997. Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49: 243-253.
- Lee, J., Hopmans, J.M., Kesel, C.V., King, A.P., Evatt, K.J., Louie, D., Rolston, D.E., Six, J. 2009. Tillage and seasonal emissions of CO₂, N₂O and NO across a seed bed and at the field scale in a Mediterranean Climate. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129: 378-390.
- Ma, L., Peterson, G.A., Ahuja, L.R., Sherrod, L., Shaffer, M.J., Rojas, K.W. 1999. Decomposition of surface crop residues in long-term studies of dryland agroecosystems. *Agronomy Journal*, 91(3): 401-409.
- Maccracken, MC. 2001. *Global Warming: A Science Overview*, pp. 151-159 in *Global Warming and Energy Policy*. Kluwer Academy/Plenum Publishers, New York 220 pp.
- Mosquare, J., Hol, J.M.G., Roppoldt, C., Dolfing, J. 2007. *Precise Soil Management as a Tool to Reduce CH₄ and N₂O Emission From Agricultural Soils*. Report No: 28, Wageningen. P.42. Erişim: 14.11.2012
- Neufeld, H., Reck, V.S.D., Ayarza, M. 2002. Texture and land-use effects on soil organic matter in Cerrado Oxisols, Central Brazil. *Geoderma*, 107: 151-164.
- Örs, İ., Safi, S., Ünlükara, A., Yürekli, K. 2011. Su hasadı teknikleri, yapıları ve etkileri. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4(2): 65-71.
- Özdemir, N. 1995. Türkiye’de tarım bölgelerinin göre toprak korumaya yönelik sorunlar ve öneriler. *Atatürk Üni. Zir. Fak. Der.*, 26(3): 460-473.
- Özden, Ş., Özden, M. 1997. Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli TURTEM. Başbakanlık, Köy Hizmetleri Gelen Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
- Özguven, M.M., Türker, U., Beyaz, A. 2010. Türkiyenin tarımsal yapısı ve mekanizasyon durumu. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(2), 89-100.
- Pathak, H., Wassmann, R. 2007. *Introducing Greenhouse Gas Mitigation as a Development Objective in Rice-Based Agriculture: I. Genetation of Technical Coefficients*. *Agricultural Systems*, 94: 807-825.
- Patton, J.C. 2008. *Soil CO₂ Flux During and After Fainfall Events in Iowa*. PhD Thesis, Iowa State Universtiy, Departman of Geological and Atmospheric Sciences, Iowa.
- Polat, O., Polat, S., Akça, E. 2011. Küresel ısınmada ormanların karbon tutulumuna etkisi (Tarsus-Karabucak Örneği). I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, 26-28 Ekim. *KÜS Doğa Bilimleri Der. Özel Sayı*
- Polat, E.H., Manavbaşı, İ.D. 2012. Arazi toplulaştırmalarının kırsal alanda yakıt tüketimi ve karbondioksit salınımına etkilerinin belirlenmesi. *J of Agric. Sci.* 18: 157-165.
- Rasmussen, P.E., Rohde, C.R. 1988. Longterm tillage and nitrogen fertilization effects on organic nitrogen and carbon in a semiraid soil. *Soil Sci. Soc. AmJ*: 52: 1114-1117.
- Reicosky, D.C., 1997. *Tillage-Induced CO₂ Emission From Soil*. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. Kluwer Academic Publisher, 49: 273-285.
- Reicosky, D.C., Dugas, W.A., Torbert, H.A. 1997. Tillage-induced soil carbon dioxide loss from differen cropping systems. *Soil and Tillage Research*, 41: 105-118.
- Reicosky, D.C. 2003. *Tillage-Induced CO₂ Emissions and Carbon Sequestration: Effect of Secondary Tillage and Compaction*. *Environment, Farmers Experiences, Innovations, Socio-Economy*. Springer; 1 Edition, 516: 291-300.
- Reicosky, D.C., Archer, D.W. 2007. Moldboard plow tillage depth and short-term carbon dioxide release. *Soil and Tillage Research*, 94: 109-121.
- Ruiyin, H., Wenqing, V., Yagong, Z., Van Sonsbeek, G. 1999. *Improving Management System of Agricultural Machinery In Jiangsu*. *Proceedings of International Conference on Agri-Engine (I)*: 42-45.
- Sarı, M. 2014. Türkiye’deki Arazi Varlığı ve Bu Arazilerin Erozyona Olan Duyarlılığı. *Anadolu Üni, Açık Öğretim Yayınları*. 5. Ünite.
- Scala, N.L., Lopes, A., Marques, Jr., Percira, G.T. 2001. *Carbondioxide emissions after aplication of tillage systems for a dark red latosol in Southern Brasil*. *Soil And Tillage Researc.*, 62: 163-166.
- Sezer, B. 2014. *Karbon Salınımı ve Toprak Yönetimi*. www.tarim.gov.tr/ABOGM/Belgeler. Ulaşım. 23.10.2014
- Six, J., Ogle, S.M., Breidit, F.J., Conant, R.T., Mosier, A.R., Paustian, K. 2004. The potential to mitigate global warming with no-tillage management is only realized when practiced in the long term. *Global Change Biology*, 10: 155-160.
- Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jenser, T.L., Fixen, P.E. 2009. *Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 133: 247-266.
- Smith, J.L., Papendick, R.I., Bezdicek, D.F., Lynch, J.M.L. 1992. *Organic Matter Dynamics and Crop Residue Management*. P.65-94. In F.B. Metting (E.D). *Soil Microbial Ecology*. Marcel Dekker, New York, Basel, Honk Kong
- Smith, K.A., Conen, F., 2004. Impacts of land management on fluxes and trace greenhouse gases. *Soil Use and Management*, 20: 255-263.
- Sönmez, B., 2012. *Tarım Arazilerinin Sürdürülebilir Kullanımı*. *Onuncu Kalınma Planı (2014-2018)*. Çalışma Grubu Taslak Raporu. Ankara
- Sümer, S.K., Kocabıyık, H., Say, S.M., Çiçek, G. 2010. *Traktörlerde 540 ve 540E kuyruk mili çalışma karakteristiklerinin tarla koşullarında kıyaslanması*. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 16: 37-45.
- Şenyiğit, U., Akbolat, D. 2010. Farklı sulama yöntemlerinin topraktan karbondioksit (CO₂) çıkışı üzerine etkisi. *Ekoloji Dergisi, Çev. Kor.* 19(77): 59-64. doi: 10.5053/ekoloji.2010.779
- Teepe, R., Brumme, R., Beese, F., Ludwig, B. 2004. *Nitrous oxide emission and methane consumption following compaction of forest soils*. *Soil Science Society of America Journal*, 68: 605-611.
- Thomas, S., Barlow, H., Francis, G., Hedderley, D. 2004. *Emission of nitrous oxide from fertilized potatoes*. In: *supersoil 2004: 3th Australian New Zealand Soils Conference*, 5-9 December, University of Sidney, Australia.
- TÜİK. 2012. *Seragazi Emisyon Envanteri (1990-2010)*. *Haber Bülteni*. www.tuik.gov.tr 01.06.2012. sayı: 10829.
- TÜİK. 2014. *Türkiye Tarım Makinaları Envanteri*. www.tuik.gov.tr Erişim: 12.11.2014
- Ulukan, H. 2010. *Küresel ısınma faktörleri ve küresel ısınmanın bazı tarla bitkileri tarımına etkisi*. *Ankara Üniversitesi Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 2(1): 71-79.
- Viesturs, D., Kopiks, N.C., Melece, L., Zakis, I. 2011. *Methodological aspects for estimation of impact of modernisayion of fleet of tractors upon polluting emissions in the air*. *Proceedings of The 10th International Scientific Conference-Latvian University of Agriculture Jelgava, (I)*: 89-92.
- Vatandaş, M., Ekmekçi, K., 2002. *Traktör Motorlarında Eksoz Gazı Kirliliği ve Yakıt Ekonomisi Optimizasyonu*. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 8(2): 140-142.
- Yeşilsoy, Ş., Tüzüner, A., Sunar, U. 1976. *Orta Anadolu da toprak işlemenin rutubet muhafazası ve buğday verimine etkileri*. *Toprak-Su Dergisi*, 42.
- Yokuş, S., Bilgili, E.M., Aydın, C. 2009. *Kurak bölgelerde sürdürülebilir toprak yönetimi*. 1. *Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*. 16-18 Haziran-Konya, 861-867.