



jotaf

**Journal of Tekirdag
Agricultural Faculty**

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi

ISSN: 1302-7050
e-ISSN: 2146-5894

**Issue: 2
Volume: 18
2021**



jotaf

Journal of Tekirdag
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi



ISSN:1302-7050 e-ISSN:2146-5894

Cilt / Volume 18

Sayı / Issue 2

Mayıs / May 2021

Owner (On Behalf of Faculty)	Sezen ARAT Tekirdag Namık Kemal University
Editor-in-Chef	Fulya TAN Tekirdag Namık Kemal University
Editorial Management	Ersen OKUR, Tekirdag Namık Kemal University Eray ÖNLER, Tekirdag Namık Kemal University
Section Editors	Adnan ORAK, Tekirdag Namık Kemal University Fatih KONUKÇU, Tekirdag Namık Kemal University Aydın ADILOĐLU, Tekirdag Namık Kemal University H. Ersin ŐAMLI, Tekirdag Namık Kemal University Glen ÖZDEMİR, Tekirdag Namık Kemal University Süreyya ALTINTAŞ, Tekirdag Namık Kemal University Fulya ÖZDİL, Tekirdag Namık Kemal University A. Şükrü DEMİRİ, Tekirdag Namık Kemal University Nihal KILIÇ, Tekirdag Namık Kemal University M. Recai DURGUT, Tekirdag Namık Kemal University
Editorial Adviser Board	AyŐe GÜL, Ege University Jim HANCOCK, Michigan State University Nasser MAHNA, Tabriz University Bryan M. JENKIS, California University Peter KISS, Szent Istvan University Ali İhsan ACAR, Ankara University Hristo I. BELOEV, Ruse University Necdet DAĐDELEN, Adnan Menderes University nal KIZIL, Çanakkale Onsekiz Mart University Manzoor QADIR, United Nations University Mohammad T. SATTARI, Tabriz University Erol BAYHAN, Dicle University Memmedova TURANE, Azerbaijan State Agrarian University Memmedova AYTEKİN, Azerbaijan State Agricultural University Gamze SANER, Ege University Mariana IVANOVA, Agribusiness and Rural Development University Alberto POMPO, El Colegio de la Frontera Norte Eugenia BEZIRTZOGLU, Thrace University Muhammet ARICI, Yıldız Teknik University Atilla YETİŐEMİYEN, Ankara University Nermina SPAHO, Sarajevo University Tuđrul GİRAY, Puerto Rico University Mehdi RAHİMİ, Graduate University of Advanced Technology M.RüŐtü KARAMAN, Afyon Kocatepe University Josef GORRES, Vermont University Christina YANCHEVA, Agriculture University Cafer Sırrı SEVİMAY, Ankara University Abdurrahim Tanju GKSY, Bursa Uludağ University Nurettin TAHSİN, Agriculture University János PAUK, Szent István University Ramazan DOĐAN, Bursa Uludağ University Grsel DELLAL, Ankara University Horia GROSU, Agr. Sciences and Veterinary Medicine University Türker SAVAŞ, Çanakkale Onsekiz Mart University Ignacy MISZTAL, Breeding and Genetics University Zlatko JANJEI, Zagreb University
Language Editor	Petru GOLBAN, Tekirdag Namık Kemal University
Statistics Editor	Yahya Tuncay TUNA, Tekirdag Namık Kemal University

jotaf



jotaf

Journal of Tekirdağ
Agricultural Faculty

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi



ISSN:1302-7050

e-ISSN:2146-5894

Yayın Tarihi / Publication Date

Mayıs 2021 / May 2021

Yayıncı/Publisher

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Tekirdağ Namık Kemal University, Faculty of Agriculture

Yayın Türü/Type of Publication

Yerel Süreli Yayın/International Periodical

Yayın Dili/Type of Language

Türkçe ve İngilizce /Turkish and English

Yayın Periyodu/Publishing Period

Dört ayda bir Ocak, Mayıs ve Eylül aylarında yayımlanır
Triannual (January, May & September)

Tarandığı İndeksler/Indexed by

ESCI
TR DİZİN
ULAKBİM-Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi)
SCOPUS
AGRIS/CARIS (FAO-AGRIS veri tabanı)
CABI
EBSCO
ProQuest

İletişim/Correspondence

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Telefon

+90 282 250 20 00/22 70

Web

<http://jotaf.nku.edu.tr>
(jotaf-en.nku.edu.tr)
dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf
(dergipark.org.tr/en/pub/jotaf)

Elektronik posta/E-mail

ziraatdergi@nku.edu.tr
ftan@nku.edu.tr

Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi' nin ulusal, uluslararası ve hakemli dergisidir.
Yayımlanan makalelerin sorumluluğu yazarına/yazarlarına aittir.

Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty is the official peer-reviewed, international journal of Tekirdağ Namık Kemal University Agricultural Faculty. Authors bear responsibility for the content of their published articles.

jotaf

Address: Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty/ Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, Tekirdağ Namık Kemal University, Agricultural Faculty
59030, Değirmenaltı – Tekirdağ / TURKEY



İçindekiler / Contents

Is Debt Financing a Burden or a Boost to the Growth of Small Scale Poultry Farms? Evidence From Nigeria.....	179-186
Felix Odemero ACHOJA, Nwamaka NWOKOLO	
Investigating the Causes of Entrepreneurs Failure to Start-up Greenhouse Business in Isfahan Province, Iran	187-196
Masoud RAMEZANI, Abdolhamid PAPZAN	
Bazı Pestisitlerin Faydalı Bakteriler ve Patojen Bakteriler Üzerine Bakterisidal Etkilerinin Belirlenmesi.....	197-212
Recep KOTAN, Elif TOZLU	
Effects of Chemical and Organic Fertilizer Treatments on Yield and Quality Traits of Industrial Tomato.....	213-221
Ahmet TURHAN, Neşe ÖZMEN	
Comparative Investment Analysis of Agricultural Irrigation Systems	222-233
Süheyla AĞIZAN, Zeki BAYRAMOĞLU	
Biyçeşitlilik Gölge Fiyatının Doğal Kaynak Yönetiminde Kullanımı Üzerine: Uludağ Milli Parkı Örneği	234-246
Serkan GÜRLÜK	
Farklı Konukçu Bitkilerden İzole Edilen Agrobacterium tumefaciens İzolatlarının Fenotipik ve Genotipik Karakterizasyonu.....	247-259
Eda GEYLANI YÜZBAŞIOĞLU, Yeşim AYSAN	
Infrared Drying Kinetics and Color Qualities of Organic and Conventional Sweet Red Peppers.....	260-272
Aysel ARSLAN, Yurtsever SOYSAL, Muharrem KESKİN	
Bioactive Properties Of Commercial Reishi Mushroom Products In Powder Form	273-281
Ahmet Şükrü DEMİRCİ, Didem SÖZERİ ATİK, İbrahim PALABIYIK, Mehmet GÜLCÜ	
Noise Exposure Levels in Black Tea Processing Factories and Its Effects on Employees	282-291
Gıyasettin ÇİÇEK, Sarp Korkut SÜMER	
Kurak ve Yarı Kurak Bölgelerde Tuzlu ve Sığ Yeraltı Sularından Etkilenen Meralarda Bazı Yem Bitkilerinin Performansları	292-302
Barış BAHÇECİ, Ali Fuat TARI, İdris BAHÇECİ	
Stomatal Behaviors and Physiological Responses Affected by Iron Deficiency in Peach Plants Grafted onto Garnem and GF 677	303-311
Servet ARAS, Hakan KELES, Erhan BOZKURT	
Yulaf Çim Suyunun Bazı Yabancı Ot ve Kültür Bitkisi Tohumlarının Çimlenme ile Fide Özellikleri Üzerine Etkileri	312-321
Ruziye KARAMAN, Cengiz TÜRKAY, İlnur AKGÜN	
Determination of Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions (GHG) of Cotton Cultivation in Turkey: A Case Study from Bismil District of Diyarbakır Province.....	322-332
Mehmet Fırat BARAN, Osman GÖKDOĞAN, Yılmaz BAYHAN	
Tekirdağ İli Bağ Alanlarında Görülen Yabancı Ot Türleri, Yoğunluk ve Rastlama Sıklıklarının Belirlenmesi	333-343
Adnan KARA, Erdal ATA	
Biyolojik-Biyoteknik Mücadele Desteklemeleri Hakkında Üretici Görüşlerinin Belirlenmesi.....	344-358
Betül SAYIN, Alamettin BAYAV, Tuba BEŞEN, Meltem EMRE, M. Ali ÇELİKYURT, Dilek KARAMÜRSEL, Musa KUZGUN, Ş. Gülden YILMAZ, Selda ARSLAN	
Determination of Germination Biology of Some Sage (Salvia ssp.) Species Under Salinity Stress	359-367
Banu KADIOĞLU	
Siyah Alaca Süt Sığırlarında Mevsim ve Laktasyon Sırasının Sütün Bileşimi ve Kalitesine Etkisi	368-374
Ahmet Refik ÖNAL, Mahmut ÖZKAN, Yahya Tuncay TUNA	

Is Debt Financing a Burden or a Boost to the Growth of Small Scale Poultry Farms? Evidence From Nigeria


Felix Odemero ACHOJA^{1*}, Nwamaka NWOKOLO²

Abstract

The growth of poultry industry is very relevant to the economy of Nigeria. Poultry farm growth may respond to debt financing positively over time up to a threshold, beyond which it becomes a burden to the business. The debt threshold of poultry farms is still not significantly understood by stakeholders in the industry. Therefore this study derives its significance by examining the asymmetric relationship between debt financing and the growth of small scale poultry farms in Nigeria. Multi-stage procedure for selection of sample was employed to involve two hundred and forty (240) poultry farmers in the survey. Primary data collected with structured questionnaire were analyzed using descriptive statistical tools (mean, percentage, standard deviation). Inferential statistical formula (Ordinary Least Square technique of multiple regression model) was employed for data analysis. Result indicates that 6% of total asset was financed by debt while 94% was financed by owner's equity (personal fund). This indicates that debt threshold of 50% was neither attained nor exceeded. Further result shows that the growth indicators namely stock size, revenue and poultry owners' equity responded positively to debt financing status but to a small extent. Significant determinants of debt financing status of poultry farms identified in the study were: farm age, farm size, terms of loan, loan duration, loan sources and owners' equity. Debt financing positively impacted poultry farm growth. This implies that surveyed poultry farms are in the tolerable debt level where owners equity is higher than total debt owed. The study has established a positive causal relationship between debt financing and the growth of poultry farms in Delta State, Nigeria. The study has further accentuated the centrality of credit financing as a catalyst in the growth and development of the poultry industry. There is sufficient evidence to advocate for more loans to support the growth of small scale poultry farms. More access to external debt financing is recommended to boost small scale poultry farms' growth in Nigeria. A more efficient credit market will serve as an incentive to the credit seeking behaviour of borrowers (small scale poultry farmers) in Nigeria.

Keywords: Debt financing, Asymmetric relationship, Burden, Boost, Poultry farms' growth

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Felix ACHOJA Odemero, Department of Agricultural Economics & Extension, Delta state university, Asaba campus, Nigeria. E-mail: achojafelix@gmail.com  OrcID: 0000-0002-9705-4923

²Nwamaka NWOKOLO, Department of Agricultural Economics & Extension, Delta state university, Asaba campus, Nigeria. E-mail: amosindi@yahoo.com  OrcID: 0000-0002-0568-1779.

Atif/Citation: Achoja, F.O., Nwokolo, N. Is Debt Financing a Burden or a Boost to the Growth of Small Scale Poultry Farms? Evidence From Nigeria. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2021, 18 (2), 179-186

1. Introduction

Globally, poultry agribusiness is important economically being a source of income, food, employment and self-sufficiency and animal protein (Bosnjak and Rodic, 2008; Hodges, 2009). According to Achoja and Chukwuji (2013), the poultry sub-sector in Nigeria is believed to have asset base of up to ₦2 trillion with employment capacity of about 30 million people in Nigeria. However, supply-demand gap of chicken eggs and meat in Nigeria is still wide. Some persons in Nigeria depend on poultry industry for their livelihood. Poultry industry is one of the dominant sectors of Nigerian economy. It contributes to the national GDP, generates employment opportunities to a good percentage of Nigerians enhances food security and alleviates poverty.

The small scale poultry farmers therefore deserve external financing through loan. Obtaining loan is an important tool for farmers to obtain the working capital used in order to improve their productivity and income. Obtaining loan therefore through agricultural credit is important in the strategy of developing the agricultural farm productivity. Achoja (2012) has established the multiplier effects of credit utilization in poultry development. Loan can be classified into productive and unproductive loans. The former is a loan that is expected to create assets which will yield income sufficient to repay the principal and interest on the loan. The unproductive loan is a loan that is used for other purposes at the expense of farm asset or wealth creation. It is usually raised for protection against disasters. It does not directly affect productivity of the farm. All loans are debt, but not all debts are loan. Sources of debts in poultry farms include: loans (cash credits) from financial and non-financial institutions, debt owed inputs (feeds, drugs etc) suppliers.

The decline in poultry production over the years in Nigeria can be associated with inadequate finance (credit facilities) for the adoption of improved production technologies. This could hinder optimal production of poultry birds (Akanni, 2007). This has led various agencies to lend to the poultry sub-sector sector. The availability of these loans is an incentive for farms to shift sources of farm financing away from equity towards debt. The repayment may however not be smooth due to loan delinquency by poultry farmers.

Good agricultural (Poultry) business practices is capital intensive. It has been determined that the agricultural enterprises that make Good Agricultural Practices (GAP) have increased their market share and economic efficiency (Söyler and Atli, 2018). Although Özpınar and Çay (2018) emphasized the contribution of farm mechanization in farming system, including poultry production system, a mechanized poultry farming is capital intensive and thus requires credit financing. In the light of this, different governments in the world offer different types of loans, guarantees and other supporting measures to facilitate these small scale agribusinesses access to capital. Evidence from previous studies shows that debt financing of poultry agribusinesses is associated with short duration to guarantee pay-off (Abereijo and Fayomi, 2005). Furthermore, banks in many developing countries prefer to lend to other sectors to the detriment of poultry firms expected return and risk (Levitsky, 1996). Reinhart and Rogoff (2012) earlier hypothesized a non-linear effect of debt financing on firms. They associated high debt profile of firms with persistent stagnation and low growth rate. Some authors expressed contrary view that reasonable levels of debt could improve growth in output and profit through capital accumulation (Hameed et al., 2008; Wang, 2009).

This research work was therefore conceived to examine the asymmetric effects of debt, if any, on the growth of poultry farms in Nigeria. Accordingly, the argument raised in this study was underpinned by Financing Gap Theory, Debt 'Laffer Curve', debt overhang theory and debt threshold theory.

Financing gap theory underscores the importance of borrowing from external sources only to close up internal financial gap (short falls) up to a certain threshold (Pattillo, et al. 2004). The debt overhang theory emphasized that high level of indebtedness beyond a threshold, could be burdensome and adversely affect firm's growth (Ali and Mustafa, 2012).

The Debt Laffer curve is a clarification of the debt overhang hypothesis, and it theorizes that a curve indicates the optimal level for a business debt. These theories have not been applied to analyse debt situation of poultry farms in Nigeria before now.

The main thrust of this study was to analyze the asymmetric effects of debt status on the growth of poultry farms in Nigeria. The specific objectives were to:

- i. examine the debt status of poultry farms.
- ii. determine the proportion of poultry farmers that operated within the debt threshold value.
- iii. evaluate the effect of debt status on growth of poultry farms.
- iv. Investigate the determinants of debt status in poultry farms.

The hypotheses tested in the study were:

- H₀₁: There is no significant gap between the debt threshold and debt status of poultry agribusiness.
- H₀₂: Significant relationship does not exist between credit financing (debt) status and the growth of poultry agribusiness.
- H₀₃: The selected factors do not have significant joint and individual effects on the debt status of poultry agribusiness.

2. Materials and Methods

2.1. Study Area, Sampling Procedure and Data Collection Techniques

This study was carried out in Delta State, Nigeria. Delta State, Nigeria was chosen for the study due to the presence of many poultry farms in it. Delta state enjoys tropical climate with rainy season (March-November) and dry season (December-March). Annual rainfall is about 256.5mm to 190mm in the North. The temperature varies between 20^oc and 34^oc. The state is suitable for crop production and livestock farming such as piggery, goats, aquaculture and poultry production. Multi-stage sampling procedure was applied to select the respondents. The first stage involved the random selection of two local government areas from each of the three agricultural zones. This gave a total of six local government areas. Stage two (2) involved the random selection of four communities in each of the six selected local government areas. This gave a total of twenty four (24) communities. Stage three (3) involved a random selection of ten poultry farms. This gave a total of 240 respondents. The study was based mainly on cross-sectional and 3 year-time series data. The instrument for data collection from the respondents was structured questionnaire. The instrument was subjected to the validity and reliability tests. The questionnaire was designed to capture information on the farm financial statements (balance sheet and income statement). Copies of the questionnaire was personally administered and retrieved from respondents by the researcher. The questionnaire was subdivided into the sections according to the specific objectives of the study.

2.2. Methods of data analysis.

- i. The debt status as stated in objective ii was analyzed by employing the formula stated in equation 1:

$$\text{Debt status} = \frac{\text{amount borrowed} - \text{amount repaid}}{\text{Amount borrowed}} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

- ii. Debt threshold was determined by the equation for debt – equity ratio according to Helfert (2008) in equation 2.

$$\text{It is stated as debt – equity ratio (DER)} = \frac{\text{debt (₦)}}{\text{Equity (₦)}} \times 100 \quad (\text{Eq.2})$$

According to Helfert (2008) debt equity ratio is an attempt to show the relative proportion of owner's claims and of lenders claims. It is used as a measure of debt exposure. It is expressed either as a percentage or as a proportion. For debt to be sustainable, the debt to income ratio must be constant or declining as depicted by equation 3:

$$\text{SDB} = \frac{D}{v} \quad (\text{Eq.3})$$

SDB = Sustainable Debt

D = Debt

v= Income

Theoretically, the highest point at the Laffer curve represents the stage obtaining more credit.

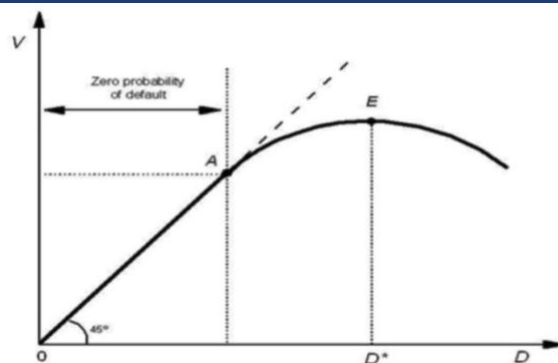


Figure. 1 Debt laffer curve, adapted from Krugman(1989).

A poultry farm that has debt that is below the threshold (below 50%) is not at risk and can borrow more. For a farm that has debt above the threshold (above 50% or 0.5), the farm can no longer borrow, the farm is in distress and needs a bailout.

iv. Debt status gap was analyzed using the equation 4

$$DB_{\text{gap}} = \beta_0 + \beta_1 (DT - DER) + \mu \quad (\text{Eq.4})$$

Where:

DB_{gap} = debt status gap

DT = debt threshold

DER = debt – equity ratio

β_0 = constant

β_1 = coefficient of debt gap

μ = error term

Ordinary least square technique of multiple regression was used to analyze the relationship between debt status and poultry farm growth.

Determinants of debt status was evaluated using ordinary least square technique of multiple regression as shown in equation 5, equation 6 and equation 7.

$$DB = \beta_0 + \beta_1 LS + \beta_2 INT + \beta_3 LCD + \beta_4 LDU + \beta_5 FMSZ + \beta_6 FAGE + \beta_7 LNFRQ + \beta_8 CRWT + \beta_9 EQT + \mu \quad (\text{Eq.5})$$

2.3. Model Specification

2.3.1. Determinants of debt status

The model for the determinants of debt status is implicitly specified as:

$$DB = f(LS + INT + LCD + LDU + FMSZ + FAGE + LNFRQ + CRWT + EQT + \mu) \quad (\text{Eq.6})$$

The explicit form of the model is specified as:

Linear model

$$DB = \beta_0 + \beta_1 LS + \beta_2 INT + \beta_3 LCD + \beta_4 LDU + \beta_5 FMSZ + \beta_6 FAGE + \beta_7 LNFRQ + \beta_8 CRWT + \beta_9 EQT + \mu \quad (\text{Eq.7})$$

3. Results and Discussion

Table 1 and 2 present the result on the distribution of loan borrowed by poultry farmers in the study area. It shows that a large number of farmers 97.5% borrowed loans less than ₦ 500,000 while very few farmers 1.3% borrowed loans between ₦ 500,100 to ₦ 10,000,000. Also some farmers 1.3% borrowed loans between 15,000,100 to 20,000,000. This implies that most of the farmers did not borrow so much loans because they were small scale farmers.

Table 1. Distribution of sources of loans among surveyed poultry farmers

Debt sources		Amount
1.	Long term loan	Nil
2.	Short term loan	48654000
3.	Suppliers credit	5406000
Total debt		54060000
Equity		898833900

Table 2. Distribution of loan borrowed by poultry farmers

Class of amount borrowed (₺)	Frequency	Percent	Mean/Mode
<5.000,000	234	97.5	
5.000,100-10.000,000	3	1.3	
10.000,100-15.000,000	0	0	<500,000
15.000,100-20.000,000	3	1.3	
Total	240	100	

3.1. Debt Status of poultry farms

The result in *Table 3* implies that the debt servicing tends to accelerate the growth of poultry farms by providing financial capital that serves as working capital for firm growth. Although high debt servicing could be cumbersome and traumatic to poultry farm managers, these farmers are not in the distressed debt level. The overall debt status of poultry farmers in the study area is 6%. This means that the poultry farmers are still operating in the tolerable level and are advised to borrow more as debt in form of loan will cause an increase in poultry farm growth. The finding also collaborates the hypothesis of Reinhart et al (2012) that firms with high debt are liable to slow growth and stagnation and low debt will not cause slow growth rather speed up growth.

Table 3. Distribution of debt status of poultry farms

Default rate [%]	Number of farmers	Percentage Distribution	Cumulative frequency	
1 – 10	87	36.25	36.25	Tolerable debt
11 – 20	73	30.42	66.67	
21 – 30	27	11.25	77.92	
31 – 40	28	11.67	89.59	
41 – 50	17	7.08	96.67	
51 – 60	4	1.67	98.34	*Debt threshold
61 – 70	2	0.83	99.17	Distressed debt
71 – 80	0	0	99.17	
81 – 90	2	0.83	100	
91 – 100	0	0	100	
Total	240	100	100	

* Default rate of 50% is the debt threshold of poultry farms

3.2. Debt- Equity Ratio of Poultry Farms

Debt equity ratio is a financial ratio and is used as a standard for judging the financial standing of a firm. It is also known as the financial leverage. It is a measure of the firm's ability to repay its obligations. When examining the health of a firm, it is critical to pay attention to the debt equity ratio. If the ratio is increasing, the firm is being financed by creditors rather than its own revenue. Optimal debt equity ratio is considered to be about 1 but it differs from firm to firm and also from country to country. For most countries, the maximum acceptable debt to equity ratio is 1.5 – 2. Debt equity ratio gives an indication of the equity strength of a farm at a point in time. According to Helfert (2008) debt equity ratio is an attempt to show the relative proportion of owns claims and of lenders

claims. It is used as a measure of debt exposure. It is expressed either as a percentage or as a proportion. In general, a high debt to equity ratio indicates that a firm may not be able to generate enough cash to pay its debt obligations.

$$\text{Equation 8 depicts debt – equity ratio: DER} = \frac{\text{debt (₦)}}{\text{Equity (₦)}} \times 100/1 \quad (\text{Eq.8})$$

If the quotient comes to 0.5 (50%) or less, it means debt is half of the equity. The numerator is the debt, while the denominator is the owners' equity (net worth).

Debt equity ratio for poultry farms in Delta state, Nigeria is reported in equation 9:

$$\frac{\text{₦54,060,000}}{\text{₦ 896,705,000}} = 0.06 \text{ or } (6.0\%) \quad (\text{Eq.9})$$

This result implies that poultry farms are capitalized with 6.0% debt financing and 94% owners' equity. Poultry farms' debt status is far below the 50% debt threshold. Therefore, small scale poultry farms can seek and obtain additional loan to increase productivity and revenue. Reinhart et al. (2012) stated that debt has a non-linear relationship with firm growth. This implies that low debt can lead to growth of poultry farm firm, but it debt increases beyond the threshold value, it impacts negative effects on growth.

The result of the present study indicates that the co-efficient of debt status is positive, this means that most of the farmers are still within the tolerable threshold region and at this level, it is encouraged to borrow more. The positive sign although insignificant is a signal that farmers can still borrow more signal that farmers can still borrow more loans.

3.3. Relationship between debt status and poultry farm growth parameters

Table 4, Table 5 and equation 9 present the result on the relationship between debt status and poultry growth parameters. The finding reveals that there is positive and significant relationship ($p < 0.01$) between debt status and all the poultry growth parameters that were captured in the study. This result implies that an increase in the amount of debt obtained for the farm will lead to an increase in all the growth parameters (revenue, equity and stock size). The finding in equation 9 implies that a 1% increase will translate to 0.51% in poultry farm growth all other things being equal.

Table 4. Relationship between debt status, loan diversion and poultry farm growth parameters (revenue, equity and stock size)

n = 240		debt status	Stock size	Equity	Revenue
debt status	Pearson Correlation	1			
	Sig. (2-tailed)				
Stock size	Pearson Correlation	0.054	1		
	Sig. (2-tailed)	0.407			
equity	Pearson Correlation	0.035	0.997**	1	
	Sig. (2-tailed)	0.594	0.000		
Revenue	Pearson Correlation	0.054	0.993**	0.988**	1
	Sig. (2-tailed)	0.402	0.000	0.000	
	N	240	240	240	240

Table 5. Relationship between debt status and poultry farm growth

variable	coefficient	std. error	t-stat.	prob.
Constant	362816.83	53545.38	6.77**	9.63E-11
Debt Status	0.51	0.091	5.53**	8.38E-08
R Square	0.1138		F-statistic	30.58738
Adjusted R Square	0.1101		F-statistic	8.38E-08
Durbin-Watson stat	1.520			

** = significant at 1%.

This finding could be attributed to the fact that as more loans are obtained and spent on the operation of the farm, it will increase the capacity of the farm, create wealth and increase the assets base of the farm. This will lead to an upward move of the farms revenue and the growth parameters. This result is in agreement with the finding of Odoemenem and Obinne (2010) who reported that growth of a farm is hindered by their limited access to loan which means growth is enhanced as farmers have more access to loans.

3.4. Determinants of debt status of poultry farms

Table 6 shows that the R^2 of the regression is 0.29 or 20.92% this means that the variables used in the equation only explain 20.92% of the explained variable (dependent) while 79.08% of the dependent variable are explained by variables not captured in the study. However the P-value of the F-statistic is significant ($P < 0.05$) this means that the model is fit and the result can be relied upon to make inference with regards to the dependent variable.

Creditworthiness has a positive but insignificant relationship ($P < 0.05$) with debt status. Most farms that are creditworthy will then borrow more, if not monitored will lead to a huge debt. Equity has a positive and significant relationship with debt status ($p < 0.05$). The more the equity base of the farm, the more the farm can acquire loan. Therefore farms should always borrow in line with their equity. A farm with low equity should obtain low loans. Farm age has a negative but significant relationship ($P < 0.05$) with debt status this means that an increase in farm age will result in a 4.72% reduction in debt status. This finding agrees with Lewis (1954) who theorized that older firms could depend on internally generated revenue for the financing of its expansion or growth process. The older a poultry gets the more financially stable it becomes and the less it relies on loans and external financing. Farm size also has a negative and significant relationship ($P < 0.05$). This agrees with Oni et al (2005) that noted that an increase in the stock size will result in a decrease in debt status. Smaller firms seek private debt sooner than larger firms do when growth opportunities increase.

Table 6. Distribution of determinants of debt status in poultry farms

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Constant	23.47664	5.768529	4.069780	0.0001
Creditworthiness	3.307279	3.924287	0.842772	0.4002
Equity	9.49E-06	2.38E-06	3.995539	0.0001**
Farm age	-4.724139	1.726501	-2.736250	0.0067**
Farm size	-0.063282	0.015864	-3.989044	0.0001**
Interest	0.116474	0.498639	0.233583	0.8155
Loan condition	6.293070	2.879024	2.185834	0.0299*
Loan duration	0.563955	0.152177	3.705921	0.0003**
Loan frequency	0.299530	0.160203	1.869691	0.0628
Loan sources	-7.042216	2.758092	-2.553293	0.0113**
Loan Diversion	9.03E-06	2.24E-06	4.028411	0.0001**
R-squared	0.209269	F-statistic		5.437417
Adjusted R-squared	0.170782	Prob(F-statistic)		0.000000
Durbin-Watson stat	1.709228			

Dependent variable: Debt Status

**significant at 1%

*significant at 5%

Interest rate has a positive but insignificant relationship ($P < 0.05$) with debt status. The more the interest on loan the more cumbersome it is to payback. Loan duration is positive and significantly ($P < 0.05$) related to debt status. The shorter the duration of loan the more loan repayment default. Poultry farmers are encouraged to obtain loan with longer loan duration. Loan condition is positive and significantly ($P < 0.05$) related to debt status. Farmers are encouraged to get loan with favourable loan conditions. This will reduce the loan repayment default. Loan frequency has a positive and insignificant relationship with debt status. Favourable loan terms and transactions of loan sources has a negative significant relationship with debt status ($P < 0.05$).

References

- Abereijo, D. and A.O. Fayomi, (2005). Innovative approach to SMES financing in Nigeria. A review of SMES. *Journal of Social Science* 2(3): 219-227.
- Achoja, F. O. (2012) Multipliers Effect of Micro Credit Investment Among Small Scale Poultry Agribusiness enterpreneurs in Delta State, Nigeria. *Tropical Agricultural Research and Extension* 15(3),29-32.
- Achoja, F.O., Chukwuji C.O. (2013) Response of Poultry Agribusiness Risk to Financial Fragility and Macroeconomic Shocks in Nigeria (2004-2009) *Agricultura Tropica Et Subtropica*, 46/1, 16-22.
- Akanni, K.A. (2007) Effects of micro-finance on small scale poultry business in South Western Nigeria *Emirate Journal of Food and Agriculture*. 19(2): 38 – 47.
- Ali, R. and Mustafa,U. (2012): External Debt Accumulation and Its Impact on Economic Growth in Pakistan, *The Pakistan Development Review* 51:4 Part Ii (Winter 2012) Pp. 51:4, 79–96
- Bosnjak, D., Rodic V. (2008): Regional Livestock Dispersion and Density in Serbia. *Contemporary Agriculture* 57 (93-4): 164-170.
- Hameed, A., Ashraf, H., Chaudhary, M.A. (2008), External debt and its impact on economic and business growth in Pakistan. *International Research Journal of Finance and Economics*, 20, 132-140
- Helfert, E. A., (2008) Techniques of Financial Analysis, Sixth Edition, Universal Bookstall, New Delhi P.48
- Hodges, J. (2009): Emerging Boundaries for Poultry production: Challenges, Dangers and Opportunities. *World's Poultry Science Journal*, 65:5-22. Knight F.B. (1957): Risk Uncertainty and Profit (Houghton Mifflin Co., Boston, New York´
- Krugman, P. (1988), Financing vs. forgiving a debt overhang: Some analytical notes. *Journal of Development Economics*, 29, 253-268.
- Levitsky, J. (1996) “Support System for SMEs in Developing Countries: A Review”, Paper commissioned by the Small and Medium Industries Branch, United Nations Industrial Development Organization.
- Odoemenem U.I., Obinne C.P. (2010), Assessment of Agricultural Credit Availability to Small Scale Farmers In Southeastern Nigeria. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 1:2-4
- Oni, E. O. and Daniya, A. A. (2012). Development of Small and Medium Scale Enterprises: The Role of Government and other Financial Institutions. *Arabian Journal of Business and Management Review (OMAN Chapter)*, 1(7), February, 16-29
- Özpinar, S , Çay, A. (2018). The Role of Agricultural Mechanization in Farming System in a Continental Climate. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* , 15 (2) , 58-72 .
- Pattillo, C., Poirson, H., Ricci, L. (2004), What are the channels through which external debt affects growth? IMF Working Paper 04/15. Washington, DC.
- Reinhart, C. M. and Rogoff, K. S. (2010). “Growth in a Time of Debt,” *American Economic Review*, 100(2); 573–78.
- Reinhart, C. M., Reinhart, V. R. and Rogoff, K. S. (2012). “Public Debt Overhangs: Advanced-Economy Episodes since 1800,” *Journal of Economic Perspectives*, 26(3);69–86.
- Söyler, O., Atlı, H. (2018). A Research on The Determination of Contributions of Good Agricultural Practices at Citrus Production on Agricultural Enterprises from the Points of Technology and Economy . *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* , 15 (2) , 87-94 .
- Wang, F. (2009), The effects of foreign borrowing policies on economic growth: Success or failure? *Journal of Economic Policy Reform*, 12(4), 273-284.


Investigating the Causes of Entrepreneurs Failure to Start-up Greenhouse Business in Isfahan Province, Iran


Masoud RAMEZANI¹, Abdolhamid PAPZAN^{2*}

Abstract

Despite the impact of entrepreneurship on economic development, it has not received much attention over the last few decades. Most studies in the field of entrepreneurship have been based on the experiences of successful entrepreneurs. Although the success and failure of entrepreneurs are two sides of the same coin, studying the causes of entrepreneurial failure provides us with much more important information for analyzing the entrepreneurial ecosystem in a country. Therefore, by examining the failure of entrepreneurs, the entrepreneurial ecosystem can be changed to improve the conditions for future success of entrepreneurs. The present study examines factors caused to failure start-up greenhouse business by licensed entrepreneurs in province of Isfahan located at central part of Iran. This study considers population who obtained license to start greenhouse business but failed to do so at last. This study applied qualitative research technique and related data were collected through semi-structured telephone interviews with totally 450 interviewee and 264 of them participated in the study. To analysis the collected data, the structural content analysis technique of grounded theory was applied. Due to importance of factors, vocabulary counting technique was applied. As a result, 575 Barriers are expressed by entrepreneurs. At the open coding stage, the extracted phrases are integrated in 19 terms of meaningful expressions by integrating the same items and removing repetitive cases. At the axial coding stage, 19 integrated concepts are obtained. Subsequently, the extracted phrases create six main factors. At the selective coding stage, the entrepreneurs' basic barriers are categorized into three categories: Human Barriers, Economic barriers, Infrastructure facilities and supportive policies. This study well revealed that weak infrastructure facilities, poor supportive system, economy barriers and problems with human resource barriers respectively had powerful deterrent factors which caused license holders to give up starting a greenhouse business.

Keywords: Failure of Entrepreneurs, Startup Greenhouse Business Failure, Sustainable Agriculture, Isfahan Province

¹ Masoud RAMEZANI, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. E-mail: m.ramezani@khuif.ac.ir  OrcID: 0000-0002-1941-3759

² **Corresponding Author:** Abdolhamid PAPZAN, Department of Agricultural Extension and Education, College of Agriculture, Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: Abdolhamid.Papzan@gmail.com  OrcID: 0000-0002-7159-899X

Atif/Citation: Ramezani, M., Papzan A. Investigating the Causes of Entrepreneurs Failure to Start-up Greenhouse Business in Isfahan Province, Iran. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 187-196.

1. Introduction

In recent decades, sustainable agriculture has been highly valued in considered of development programs, due to environmental issues. Generally, Sustainable Agriculture has two fundamental goals of maintaining agricultural production levels with benefit of reducing harmful environment impacts (Khaton Abadi and Amini, 1996). In all local farming systems, to reduce dependency on low-inputs of environment and increase its effective use is one the most important requirements. Small family farms, as in Turkey, constitute the main structure of Iran's agriculture. In such circumstances, special attention should be paid to increasing yield per unit area to improve people's livelihoods (Özpinar, 2017). Climate change is already affecting agriculture; with considerable damages unevenly distributed across the world including Iran is not exempt from this. Because of Iran's climate condition which drought is one of its consequences, the country is facing with water resources constraints. Moreover, Agriculture in Isfahan province has faced with irreparable damage recently, because of factors such as; unwisely human interference, incorrect water resources management, and extensive exploitation of underground resources, inappropriate cultivation patterns, incorrect cropping systems and improper design of irrigation (Ramezani and Papzan 2019). On the other hand, sustainable food security is becoming increasingly important because of growing urban population.

One of the offered solutions to cope with these problems is greenhouse cultivation expansion. Greenhouse cultivation created possibility to use dense cultivation, continuous production, increased productivity in limited water, soil, and manpower resources with controlling environmental factors at the same time. Development of greenhouse crops to meet the growing food needs of the country and the water restrictions of the region has been considered by the Agricultural Jihad Organization and Isfahan Province authorities.

Despite the need to greenhouses expansion across the province, unfortunately more than half of those who have received greenhouse permits have never set up their own greenhouses, in other words; they have failed soon at the early stage in this way to start-up a greenhouse business (GhB). This study investigates the factors affecting the failure of greenhouse entrepreneurs in Isfahan province and seeks to find the right answer to the question of why greenhouse applicants have been reluctant to set up their greenhouses after spending time and money and obtaining an establishment permit, which usually takes between one and two years.

Identifying main causes and reasons to stop setting up greenhouses not only prevent wasting time and capital of applicants but also enable authorities and planners in order to make proper decisions in Isfahan province.

In particular, definitions of business “disappearance”, “closure”, “exit”, and “failure” are confusing and often overlapping. Business "disappearance" could be derived from seizure, integration or optional closure (Cardozo and Borchert, 2004). Business "closure" means non-survival, instability and business interruption. The term "exit" can be used to exit a business in a particular market or to produce a particular product or to terminate an entrepreneur's participation in a business (Stokes and Blackburn, 2002). "Failure" means being defeated, failing to achieve a goal, failing to do the job, failing to reach the desired goal, and being bankrupt due to inability to pay the debt. Failure is not about liquidating a business, but about failing to meet predetermined goals at the time of setting up or managing a business (Cannon and Edmondson, 2001, 2005; Sitkin, 1992). According to above-mentioned definitions; the study population failed to achieve their goals so it can be said that the study community failed to start-up GhB.

Few studies have been conducted on failure compared to success (Whetten, 1980), new businesses are constantly looking for successful business models. Moreover, failure studies have been considered due to failures and avoiding repetition of mistakes (Williamson, 1985), the investigation about failure has great importance and should be done with the same intensity as the investigation about success (Nonaka and Takeuchi, 1996; Sheppard and Chowdhury, 2005).

There are many causes contributing to the failure of entrepreneurs. Some consider individual factors to be involved and believe that entrepreneurs themselves have a significant impact on survival and growth of start-up (Chell et al., 1991; R Bellu, 1993). Human capital factors such as age, education, gender and ethnicity are essential to growth (Cooper et al., 1994; Wiklund and Shepherd, 2001). "Inappropriate financing" is one of the factors that many scholars have emphasized on its importance (Bruno et al., 1992; Hodgetts and Kuratko, 2001; Longenecker et al., 1999; Zacharakis et al., 1999). Financial problems include lack of attention to proper financing and lack of

cash management for survival and business expansion. Understanding the technical and financial feasibility and identifying potential customers is crucial for the proper development of a business plan for the survival and growth of initiatives (Castrogiovanni, 1996; Hansen, 1995).

Women entrepreneurs in Kermanshah province are facing with financial barriers, administrative bureaucracy barriers, complex procedures to obtain license, shortage of capital, lack of access to financial resources, high production costs, banks' uncertainty, investors' uncertainty, high raw material costs, marketing, knowledge, skill, cultural and personality barriers (Ghambarali and Rostami, 2015). Notash (2014) identifies that lack of business knowledge, little experience, lack of skill, inappropriate marketing skill, inadequate partnerships, lack of anticipation of alternatives, financial barriers, repeated errors, and unfavorable business environment are the roots of the failure of entrepreneurs. Najafi and Safa (2014) cited that factors such as lack of proper businessplan, lack of experience and expertise in rural areas, lack of access to rural markets, lack of access to information and information resources, lack of financing for business investment, local jobs and law barriers are the major obstacles and challenges for entrepreneurship development in rural areas in rural entrepreneurial home businesses.

Some people consider the support system as a business failure factor. A small business development support system that can provide educational services, technical advice, supportive infrastructure, access to capital, and a legal environment is essential (Valentinov, 2007). Markley and Dabson (2008) considers the issue of partnership and how to select shareholders or owners and how to work together to create and run a business. Doing mistakes in partnership is one of the most important problems that cause entrepreneurs failure (Ghambarali and Rostami, 2015).

Arasti and Gholami (2010) has taken into accounts factors such as weaknesses in human resource management, cash flow and accounting problems, unrealistic project evaluation, technical problems in the production process, lack of support of family and friends, corruption and the need to use illegal relationships and practices, inappropriate financing by investors and banks, government laws and regulations incompatible with entrepreneurial activities, inappropriate economic climate and international developments such as the war, etc. in the failure of entrepreneurs. Walsh and Cunningham (2017) attributes the failure of entrepreneurs to inexperience, lack of financial commitment, difficulty accessing finance resources. Al-Shami et al. (2019) attributes the failure of Malaysian female entrepreneurship to personal life events, intensive competition and loan inflexibility, lack of resources, poor financial management and personal dissatisfaction with their own business performance.

In generally, according to all previous studies there are several important factors which cause to business failure such as inappropriate financial recourses, financial issues, inefficient liquidity management to survive and business development, lack of financial capital, high production costs, high costs to supply raw material, lack of appropriate business plan, unrealistic evaluation of business plan, lack of experience to select shareholders, inappropriate frustrating, lack of family support, lack of knowledge and experience, doing repeated mistakes, cultural barriers, lack of access to adequate data, complex procedure to obtain license, administrative corruption and bureaucracy, lack of supportive system for producers, no educational system, lack of technical consultancy, inappropriate regulation toward entrepreneurship, international condition such as sanction and war. The main purpose of this study is qualitatively to investigate the reasons for not starting greenhouses by entrepreneurs in the agricultural sector in Isfahan province.

2. Materials and Methods

The purpose of this study is practical and it is qualitative in nature. Due to the lack of information and resources on the cause of the failure of greenhouse entrepreneurs, it is necessary to address this issue from different perspectives. The grounded theory approach will be useful for identifying processes where there is insufficient knowledge (Bazargan, 2019). Therefore, in this study, grounded theory, systematic approach was used. This approach has been proposed by Strauss and Corbin (Corbin and Strauss, 1990).

The study population includes of individuals who get related approvals between 2009 - 2017 but gave up starting to do so. Agricultural and natural resources engineering Organization of Isfahan extracted greenhouse statistics from the information available in their file and provided it to research team. In Isfahan province, 1012 permission to start-up vegetable GhB have been issued which 471 cases started up their own business and obtain utilization permission as well. 91 cases are setting up their Greenhouse Business, while 450 cases failed to start up GhB and gave up to do so,

most dissuasion were in cities of Tiran, Isfahan, Dahaghan, Borkhar and Najafabad.

The data collection tool is a semi-structured interview. Due to the geographical extent of the province, the distribution of the study population at the provincial level, lower costs and improved quality of information gathering, faster access to people, greater convenience of the interviewer and the interviewee, telephone interviewing was used to gather information. For this study, 264 individuals were studied. To analyze the data after assigning the code to each interviewee, the interviews implemented the words, their meanings and their relevance in terms of repetition rate, number of words, words, metaphors and idioms used in sentences and their repetition rate, counting were made to discover patterns in the utterances. (Puppis, 2019). Open coding was done for the collected data on the basis of allocation of conceptual tags. In the open coding phase, 575 quotes and 48 concepts were identified and categorized into 19 codes. In this section, only open codes derived from data were presented in the form of concepts. The codes were reviewed and finally coded based on the research-driven phenomenon that led to the failure of greenhouse entrepreneurs. Axial Coding (Summarizes 6 categories and identifies the relationship between the categories and determines the underlying causes, describing the causal conditions), and selective coding (to communicate between axial and other categories and modify them) have been used. (Corbin and Strauss, 2014)

In the structural analysis of the transcribed text, the textual structure of the interview text was used to confirm the findings using triangulation method and the results were confirmed by the statistical community and knowledgeable people in this field.

3. Results and Discussion

Since study population is 264 people, at first it seems necessary to consider the individual characteristics of the respondents and then the reasons for not setting up a greenhouse. According to research findings, 95.1 percent of greenhouse approvals have been issued to male applicants. It seems that GhB is men owned business. During the interview it was revealed that the percentage of women who tried to set up a greenhouse by themselves is even lower. It was explored that if any approval was issued to women it was mainly due to ownerships of the land.

39.4 percent of approval was related to start-up small size GhB (less than 4000 M²), 50.8 percent of approval to start-up average size greenhouse business (between 4000 to 8000 M²) and 9.8 percent of approval to start-up big size GhB (more than 8000 M²). Since more issued approvals rate are related to average size GhB, it means that most applicant to start-up GhB are from middle class people.

3.1 Result of coding process:

Interviewees were asked to give explanation to give up starting GhB and totally 575 separate reasons were represented. 48 conceptual sentences were identified during open coding process and 19 integrated subjects were identified during axial coding process and merging the same concepts and removing repetitive cases, finally the main variables were identified during selective coding process which included human barriers, economic barriers, supportive barriers, infrastructure barriers. The results of the coding process are presented in *Figure 1*.

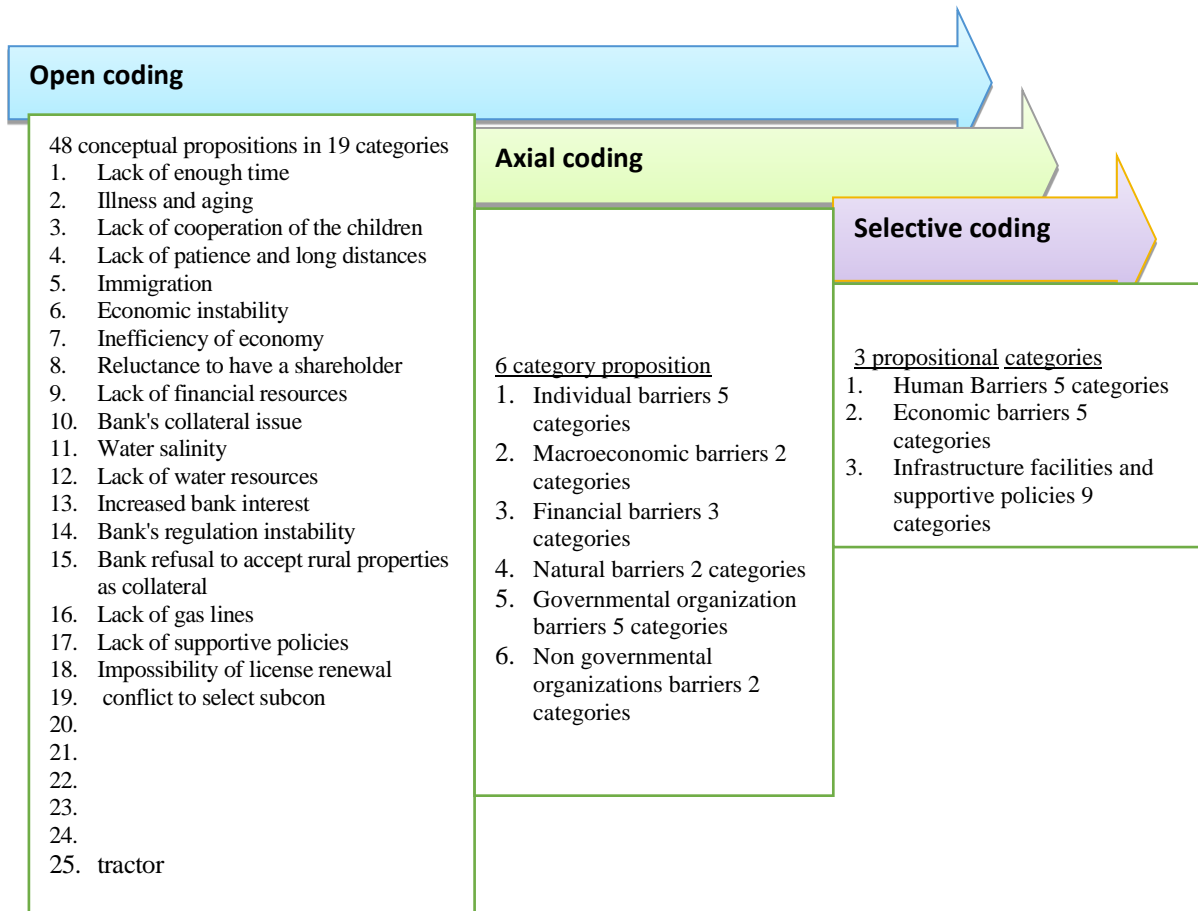


Figure 1. The results of the coding process

According to received data, study population volume, rate of repeated responses in this section, in order of importance and weight, each factor will be evaluated separately:

3.2. Infrastructure facilities and supportive policies

This indicator would be investigated by organizations and natural barriers, which organization has two different views of governmental organizations (GO) barriers and Non-governmental organization (NGO) barriers as following:

3.2.1. Governmental organization barriers

Bank's profit regulation instability, complexity in bank's regulations, bank refusal to accept rural or common properties as collateral, lack of infrastructure facilities such as gas lines, lack of supportive policies of production business are included GO barriers.

Results of word counting show that bank's totally is a serious deterrent to start-up GhB with 33.4 percent of frequency. They refuse to accept properties as collateral to loan assignment. This factor has important effect with 24.3 percent. Unfortunately, Operating Banks refuse to accept some part of greenhouse's property as collateral unlike to industrial projects. On the other hand, they refuse to accept rural land and common properties, on the contrary, Banks accept urban properties, because these properties are easy to sale. Moreover, this will serve the interests of banks, but it can never lead to agricultural growth and prosperity. Lack of valuation of agricultural lands form bank point of view causes that farmers buy land or urban properties and they invest in nonproductive urban sectors instead of investing in rural production which it would multiply the lack of development in rural regions. Also increasing the bank profit caused to give up starting up this business for 4.7 percent of farmers. Complexity and bureaucracy of banks regulation has 4.3 percent frequency as well.

Lack of gas lines and lack of government supportive policy toward production accounts for 3 percent of failure to start up GhB separately, since the cost of greenhouse gas heating is considerable, lack of gas lines to failure is reasonable. Due to the reduction in greenhouse gas heating costs by one-second or one-third compared to other fossil fuels, energy accounts for a significant portion of the cost of production, so the lack of greenhouse startups seems reasonable due to the lack of gas.

3.2.2. Nongovernmental organizations barriers

Impossibility to extend approvals of starting greenhouses and conflict with Agricultural and Natural resources engineering organization of Iran are two most important factors, with frequency of 0.7 and 0.5 respectively. It should be noted that it is possible to extend approval for just 3 years which is legal and if greenhouse was not started by approval applicants, all approval procedure must be done again.

3.2.3. Natural Barriers

Natural factors such as climate change which drought is one of its consequences caused to lack of water resources and water salinity. Inhabitants of these regions who has the same challenges failed to start-up GhB. Water resources shortage with 9.4 percent and water salinity with 0.5 percent has effect on failure to start up GhB.

3.3. Economic system barriers

Generally, economic barriers have two different levels consist of microeconomic and macroeconomic on the way to startup GhB. Each one of factors has been considered separately as following:

3.3.1. Financial barriers

Financial barriers consist of Lack of financial resources, bank's collateral problem and unwillingness to have a shareholder. It should be noted that there is a narrow boundary between the lack of collateral and the refusal to accept property collateral for rural and common lands.

Inability to give proper guarantee against the bank loan would be included in financial barriers whereas refusal to accept common or rural properties by banks is an organizational barrier. According to word counting financial resources barriers, collateral and shareholder problems have 20, 12 and 1.7 percent effect on failure start-up GhB respectively.

3.3.2. Macroeconomic barriers

These kinds of barriers explore the implications of economic instability and inefficiency of economy accounts for 7.7 and 3.8 percent of failure to start-up GhB respectively, also they have a strong cause and effect relationship with each other and are among economic variables.

3.4. Human Barriers

Human factors such as illness and aging, Lack of cooperation of the children with the principal in the process such as father or grandfather with license holder to take steps, long distance, lack of enough time to spend and immigration account for 2.3, 1, 0.2, 0.2 percent of failure to start-up GhB respectively.

The conceptual model of the factors effect on the failure start-up of greenhouse business has been designed in *Figure 2*.

Based on the word counting procedure results, lack of infrastructure facilities and supportive system has the most significant effect on failure to start-up G GhB B by 50.4 percent. In the meanwhile, the role of GO and natural factors is 39.3 percent and 9.9 percent respectively. Since, NGOs does not have much effect on the failure of GhB. Economic barriers totally contributed 45.2 percent that financial barriers have a 33.7 percent share of total and microeconomic barriers have 11.5 percent. Among all studied factors on greenhouse failure, human factor with frequency of 4.4 percent has the least effect among the other factors. In the conceptual model of this study, each factor effects directly on the failure of GhB.

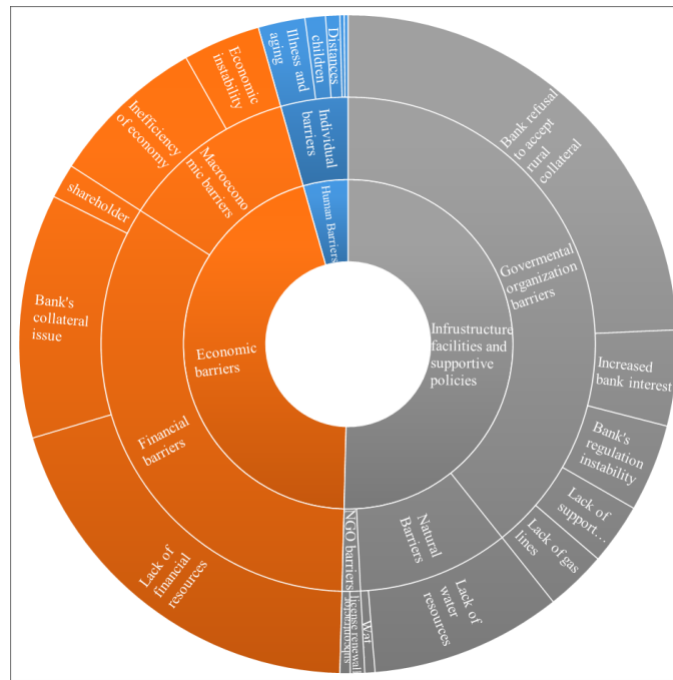


Figure 2. The conceptual model of identification and classification of the factors effect on the failure start-up of greenhouse business

4. Conclusions

Role of GO to failure a GhB was evaluated crucial and fundamental role in infrastructure facilities and supportive policies barriers. This finding is in the line with the results of the Moumeni-helali (2015) and Ghambarali's studies (2015). This factor was the first effective obstacle of start-up a GhB. In the meanwhile, operating banks had a powerful deterrent effect on rural entrepreneurs. Refusal to accept the rural properties, rural common properties and the greenhouse land as the part of the collateral have created numerous problems for applicants. Whereas in the industrial sectors, operating banks accept the land and factory as collateral even it is located in rural areas. This attitude aggravated the backwardness in agricultural sector and increased social gap between rural and urban systems. If the end goal of rural development is to prioritize the destitute people and make them empowerment and self-reliance, these measures are inconsistent with adopted policies.

On the other hand, rising Bank interest rate from 5 percent or 7 percent to 14 percent or 18 percent, which it complies with current economic condition in Iran, anyhow it cannot be properly justified because of necessity of changing production patterns and optimum use of water resources especially in areas such as Isfahan province.

It is not economically rational to provide the same pattern of bank profits for the country and for all businesses. In the meanwhile, complexity of banking regulation and bank's regulation instability have also aggravated and because of lack of agility and excessive administrative bureaucracy have made numerous problems for applicants, so that some of them leave halfway left unfinished.

Existence of gas lines is one of the most essential facilities to start-up GhB. Unfortunately, in Isfahan province greenhouse owners use neither renewable nor clean energies for energy supplying and sustainable agriculture. The lack of gas has led some greenhouses to give up start this business, which makes sense.

Shortage of government supportive system toward production sector is one of the barriers to discourage applicants to start-up GhB. The findings are complying with the explored results by Valentinov, (2007) and Markley and Dabson (2008). Unfortunately, government supportive policies for the production sector are limited to grant loan or to ask postponing farmers' debts. It is expected that government provides literally the supportive system including of various services such as education, technical advice, financial resources and moral and legal environment.

Shortage of financial resources and lack of appropriate collateral are the most important financial barriers that have been created due to lack of economic function before any implementation. Hence, before taking any action, it is a must

to hold courses about how to have effective greenhouse cost and income, how to take procedure to take related license, how to set up green house, how to set up greenhouse and writing economic feasibility study report for applicant in order to make a realistic judgment and right decision the findings are compatible with research results of (Bruno et al., 1987; Hodgetts and Kuratko 2001; Zacharakis et al., 1999, Longenecker et al. 1999, Castrogiovanni, 1996; Hansen, 1995; Notash, 2014; Moumeni-helali, 2015, Ghambarali and Rostami, 2015; Elyasi and Notash, 2011). Unwillingness to have shareholders is another effective factor on failure to start up GhB. In the study of the reasons for the withdrawal of ten applicants for greenhouses, 9 cases were due to investor withdrawal and one case was due to withdrawal of land ownership. It seems that investors are more afraid of partnerships. It has roots into the legal matters and economic profitability of greenhouses business. Some applicants withdraw from the partnership because they are not familiar with the legal issues. The findings are compatible with the results of Arasti (2006 & 2011), Ghambarali and Rostami (2015).

Economic factors such as economic instability and economic disadvantage have reduced the attractiveness of the GhB for investment. Policymaking, having an economic cultivation pattern, attention to market components and planning production in a way that serves the interests of the producer, can be an effective factor in attracting financial capital. Resolving this problem requires national determination and the cooperation of all agricultural authorities and stakeholders. The findings of Ghambarali, et al, Najafi et al. also confirm these results. According to the results of the research, none of the respondents had received any training in establishing a greenhouse. In other words, education has been a forgotten element during the establishment of the greenhouse. This finding is consistent with the results of Yüksel and Yüksel (2011).

According to the research findings, focus on the four midterm strategies could increase start-up greenhouses business by 45%; Acceptance of rural collateral, reducing the bank profit with priority for agricultural projects including greenhouse at the provincial level, economic stabilization in order to raise economic revenue in greenhouse activity and also banking bureaucracy reduction by providing legal and moral environment.

Based on the research findings, the following recommendation are proposed to improve the conditions for establishing a greenhouse in Isfahan province:

1. It is recommended that operating banks be more flexible in accepting rural collateral and common properties. On the other hand, in order to improve the future conditions of peasants, it is advised that the government implement a plan in order to help them to split common properties for rural areas which they have right to be supported in receiving facilities at least.
2. As the lack of gas fuel piping was an obstacle to the establishment of greenhouses, so it is recommended to make appropriate policies in the field of sustainable and clean energy use in the province. Unfortunately, at present, none of Isfahan greenhouse owners use new and clean energy. Paying attention to new and clean energy sources will have a profound impact on the economic efficiency of greenhouses in long term.
3. Since termination of partnership was identified as one of the factors for not establishing a greenhouse, It is suggested that legal and financial partnership training be provided to applicants who want to set up a greenhouse as a partnership
4. Economic factors such as market instability and economic inefficiency have reduced the attractiveness of the greenhouse establishment for investment.
5. The government and greenhouse owners are expected to provide the necessary infrastructure for economic stability and agricultural planning with proper planning.

List of abbreviations

GhB: Greenhouse Business, NGO: Non-governmental organization, GO: governmental organization

Acknowledgements

We are thankful for Agricultural and natural resources engineering Organization of Isfahan extracted greenhouse statistics from the information available in their file and provided it to research team.

References

- Al-Shami, S., Al Mamun, A., Sidek, S., Rashid, N. (2019). Causes of failure among Malaysian female entrepreneurs. *Qualitative Research in Financial Markets*.
- Bazargan, A. (2019). Introduction to qualitative research methods and mixed conventional approach in the Behavioral Sciences. Didar book. Tehran.
- Bruno, A. V., Leidecker, J. K., & Harder, J. W. (1987). Why firms fail. *Business Horizons*, 30(2), 50-58.
- Bruno, A. V., McQuarrie, E. F., Torgrimson, C. G. (1992). The evolution of new technology ventures over 20 years: Patterns of failure, merger, and survival. *Journal of business venturing*, 7(4), 291-302. [https://doi.org/10.1016/0883-9026\(92\)90003-A](https://doi.org/10.1016/0883-9026(92)90003-A)
- Cannon, M. D., Edmondson, A. C. (2001). Confronting failure: Antecedents and consequences of shared beliefs about failure in organizational work groups. *Journal of Organizational Behavior: The International Journal of Industrial, Occupational and Organizational Psychology and Behavior*, 22(2), 161-177. <https://doi.org/10.1002/job.85>
- Cannon, M. D., Edmondson, A. C. (2005). Failing to learn and learning to fail (intelligently): How great organizations put failure to work to innovate and improve. *Long range planning*, 38(3), 299-319. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2005.04.005>
- Cardozo, R., Borchert, P. (2004). The disappearance of business. *online*, <http://www.babson.edu/entrep/fer/BABSON2003/II/II-P2/Chapter1.htm>.
- Castrogiovanni, G. J. (1996). Pre-startup planning and the survival of new small businesses: Theoretical linkages. *Journal of management*, 22(6), 801-822. [https://doi.org/10.1016/S0149-2063\(96\)90037-9](https://doi.org/10.1016/S0149-2063(96)90037-9)
- Chell, E., Haworth, J., Brearley, S. (1991). *The entrepreneurial personality*, (16): London: Routledge.
- Cooper, A. C., Gimeno-Gascon, F. J., Woo, C. Y. (1994). Initial human and financial capital as predictors of new venture performance. *Journal of business venturing*, 9(5), 371-395. [https://doi.org/10.1016/0883-9026\(94\)90013-2](https://doi.org/10.1016/0883-9026(94)90013-2)
- Corbin, J., Strauss, A. (2014). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*: Sage publications.
- Corbin, J. M., Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. *Qualitative sociology*, 13(1), 3-21. <https://doi.org/10.1007/BF00988593>
- Elyasi, M., Notash, H. (2011). Identifying the Roots of Failure of Iranian Skilled Entrepreneurs, A Discursive Narrative View ., *the Journal of Entrepreneurship Development*, 4(6), 131-149.
- Ghambarali, R., Rostami, F. (2015). Identifying Challenges Faced by Women Entrepreneurs of Kermanshah Province. *Journal of Entrepreneurship in Agriculture*, 2(1), 1-17.
- Hansen, E. L. (1995). Entrepreneurial networks and new organization growth. *Entrepreneurship theory and practice*, 19(4), 7-19. <https://doi.org/10.1177/104225879501900402>
- Hodgetts, R. M., Kuratko, D. F. (2001). *Entrepreneurship: A contemporary approach*: South-Western/Thomson Learning.
- Khaton Abadi, A., Amini, A. (1996). *Management and principles of sustainable agriculture*. Paper presented at the 4th Congress of Natural Sciences based on optimal energy efficiency of agriculture and Plant Breeding., Isfahan.
- Longenecker, C. O., Simonetti, J. L., Sharkey, T. W. (1999). Why organizations fail: the view from the front-line. *Management Decision*, 37(6), 503-513. DOI: 10.1108/00251749910278023
- Markley, D., Dabson, B. (2008). Creating a System of Support for Entrepreneurs and Small Businesses in Kentucky. *A report to the Mountain Association for Community Economic Development*. *Online*. <http://www.maced.org/files/entrepreneurshipreport-web.pdf>.
- Najafi, B., Safa, L. (2014). An Investigation of Entrepreneurial Home Businesses and Obstacles and Challenges for their Development in Rural Areas. *Agricultural Entrepreneurship Journal*, 1(2), 61-73.
- Nonaka, I., Takeuchi, H. (1996). The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. *Long range planning*, 4(29), 592.
- Notash, H. (2014). Developing a Framework of Entrepreneurial Learning from Failures for Iranian Habitual Entrepreneurs: A Process Approach . *Journal of Entrepreneurship Development*, 4(6), 131-150.
- Özpınar, S . (2017). *Determination of Structural Properties of Agriculture in Çanakkale* . Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi , 14 (1) , 0-0 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/jotaf/issue/29442/315449>
- Puppis, M. (2019). Analyzing talk and text I: Qualitative content analysis. In *The Palgrave handbook of methods for media policy research* (pp. 367-384): Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-16065-4_21
- Ramezani, M., Papzan, A. (2019). Quality Analysis of the Problems and Barriers of Greenhouse Growers: Case Study of Isfahan Province, Iran. *International Journal of Agricultural Management and Development*, 9(3), 249-259.
- R Bellu, R. (1993). Task role motivation and attributional style as predictors of entrepreneurial performance: Female sample findings. *Entrepreneurship & Regional Development*, 5(4), 331-334. <https://doi.org/10.1080/08985629300000021>
-

- Sheppard, J. P., Chowdhury, S. D. (2005). Riding the wrong wave: Organizational failure as a failed turnaround. *Long range planning*, 38(3), 239-260. <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2005.03.009>
- Sitkin, S. B. (1992). Learning through failure: The strategy of small losses. *Research in organizational behavior*, 14, 231-266.
- Stokes, D., Blackburn, R. (2002). Learning the hard way: the lessons of owner-managers who have closed their businesses. *Journal of small business and enterprise development*, 9(1), 17-27. <https://doi.org/10.1108/14626000210419455>
- Valentinov, V. (2007). Why are cooperatives important in agriculture? An organizational economics perspective. *Journal of institutional Economics*, 3(1), 55-69. <https://doi.org/10.1017/S1744137406000555>
- Walsh, G. S., Cunningham, J. A. (2017). Regenerative failure and attribution. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-03-2015-0072>
- Whetten, D. A. (1980). Organizational Decline: A Neglected Topic in Organizational Science¹. *Academy of Management review*, 5(4), 577-588. <https://doi.org/10.5465/amr.1980.4288962>
- Wiklund, J., Shepherd, D. A. (2001). *Intentions And Growth: The Moderating Role of Resources and Opportunities*. Paper presented at the Academy of management Proceedings. <https://doi.org/10.5465/apbpp.2001.6133075>
- Williamson, O. E. (1985). *The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting*: Free Press.
- Yüksel, E. and Yüksel, A.N. (2011). Tekirdağ'da Örtüaltı Yetiştiriciliğinin Belirlenmesi . *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* , 8 (2) , 153-159 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/pub/jotaf/issue/19042/201411>
- Zacharakis, A. L., Meyer, G. D., & DeCastro, J. (1999). Differing perceptions of new venture failure: a matched exploratory study of venture capitalists and entrepreneurs. *Journal of Small Business Management*, 37(3), 1.

Bazı Pestisitlerin Faydalı Bakteriler ve Patojen Bakteriler Üzerine Bakterisidal Etkilerinin Belirlenmesi

Determination of Bactericidal Effects of Some Pesticides on Useful and Pathogenic Bacteria

Recep KOTAN¹


Elif TOZLU^{2*}

Özet

Tarımda kullanılan kimyasal bitki koruma ve bitki besleme ürünlerinin insan sağlığına ve çevreye verdikleri zarar her geçen gün daha da iyi anlaşılmaktadır. Ancak, bu zararın önemli bir kısmı bitki üzerindeki ve canlı bir sistem olarak tarif edilen topraktaki faydalı mikrobiyal fauna üzerinde oluşmaktadır. Birçok pestisit nihayetinde uygulamadan sonra toprağa düşerek, buradaki faydalı ve zararlı birçok mikroorganizmanın popülasyonunu azaltmakta veya onları öldürmektedir. Bu çalışmada; toplam 39 farklı pestisitinin 7 patojen olmayan farklı bakteri izolatu (*Brevibacillus brevis* CP-1, *Bacillus megaterium* TV-6D, *Bacillus subtilis* TV-6F, *Paenibacillus polymyxa* TV-12E, *Pseudomonas fluorescens* TV-11D, *Pseudomonas fluorescens* FDG-37, *Pantoea agglomerans* RK-79) ve 2 farklı patojen bakteri izolatu (*Erwinia amylovora* RK-228, *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* RK-268) olmak üzere toplam 9 bakteri izolatına karşı bakteriyosidal etkileri test edilmiştir. Bakteriyosidal testleri Petride Disk Diffüzyon Yöntemi kullanılarak yapılmış ve test dozu olarak da her bir pestisitinin üretici tarafından önerilen dozları kullanılmıştır. Test edilen 15 farklı insektisitinin 4'ü (%26.66), 14 farklı fungusitin 8'i (%57.14), 7 farklı herbisitinin ise 5'i (%71.42) bakteriyosidal etki göstermiştir. Geri kalan 2 farklı akarisit ve 1 nematositin herhangi bir bakteriyosidal etkisi görülmemiştir. Toplamda test edilen 39 pestisitinin 17'si (%43.59) bakteriyosidal etki göstermiş, pestisitlerden etkilenen bakterilerin tamamı faydalı bakteriler ve büyük bir çoğunluğu ise Gram pozitif bakterilerden oluşmuştur. Sonuç olarak, tarım alanlarında faydalı bakterilerin önemli görevler üstlendiği düşünüldüğünde; kullanılan kimyasal pestisitlerin bakteriyel çeşitlilik üzerindeki bu olumsuz etkisinin en az düzeye indirilmesi için mutlaka insan ve çevreye dost kontrol yöntemlerinin uygulanmasına ihtiyaç vardır. Bu yöntemlerden biri olan biyopestisitlerin tarım alanlarında kullanılması sırasında, mecbur kalınmadıkça kimyasal ilaçlar ile karıştırılmamaları büyük önem taşımaktadır.

Anahtar kelimeler: Antimikrobiyal, Bakteri, Bakteriyosidal, Biyolojik Mücadele, Pestisit, PGPR

^{2*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Elif Tozlu, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye. E-mail: elifalpertozlu@atauni.edu.tr  OrcID: 0000-0002-0016-9696

¹Kotan, R., Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Erzurum, Türkiye. E-mail: rkotan@atauni.edu.tr  OrcID: 0000-0001-6493-8936.

Atıf/Citation: Kotan, R., Tozlu, E. Bazı Pestisitlerin Faydalı Bakteriler ve Patojen Bakteriler Üzerine Bakterisidal Etkilerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 197-212.

Abstract

The damage of chemicals that are used for plant protection and plant nutrition products used in agriculture to human health and the environment is understood better day by day. However, a significant part of this damage occurs on the beneficial microbial fauna on the plant and in the soil described as a living system. After application, many pesticides eventually fall into the soil and kill many beneficial and harmful microorganisms or decrease their population. In this study; bactericidal effects of a total of 39 different pesticides against 7 different non-pathogenic bacterial isolates, 7 non-pathogenic different bacterial isolates (*Brevibacillus brevis* CP-1, *Bacillus megaterium* TV-6D, *Bacillus subtilis* TV-6F, *Paenibacillus polymyxa* TV-12E, *Pseudomonas flourescens* TV-11D, *Pseudomonas fluorescens* FDG-37 and *Pantoea agglomerans* RK-79) and 2 different pathogenic bacterial isolates (*Erwinia amylovora* RK-228 and *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* RK-268) were tested. Bactericidal tests were performed using the Petri Disc Diffusion Method and the recommended doses doses by manufacturer in the label information on each pesticide as the test dose were used. 4 of 15 different insecticides tested (26.66%), 8 of 14 different fungicides (57.14%), 5 of 7 different herbicides (71.42%) had bactericidal effects. No bactericidal effects of the remaining 2 different acaricides and 1 nematocide were observed. Of the 39 pesticides tested in total, 17 (43.58%) had bactericidal effects, and all of the bacteria affected by the pesticides were beneficial and the majority were Gram positive bacteria. Consequently, considering that beneficial bacteria play an important role in agriculture; in order to minimize this negative effect of used chemical pesticides on bacterial diversity, it is absolutely necessary to apply human and environmentally friendly control methods. In addition to all these applications, biopesticides should not be mixed with chemicals unless they are obliged to be used in agricultural areas.

Keywords: Antimicrobial, Bacteriocidal, Bacterium, Biological Control, Pesticide, PGPR

1. Giriş

Bitkisel üretimde birçok canlı (hastalık etmenleri, zararlı etmenler ve yabancı otlar) ve/veya cansız (çevresel faktörler, toprak faktörleri, atmosferdeki zehirli gazlar ve hatalı tarımsal uygulamalar) etmenler verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Verim ve kalitedeki kayıpların oranı bu canlı ve/veya cansız pek çok faktörün yoğunluğu, tek veya birkaçının bir arada bulunabilme durumu, bitki, toprak, hava, su ve diğer pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Dünyada, bitki hastalık, zararlı ve yabancı otlardan dolayı meydana gelen ürün kayıplarının yaklaşık %35 dolayında olduğu (Agrios, 2005), buna hasat sonrasında görülen %6-12'lik kayıplar da eklendiğinde, %45 gibi bir orana (Yıldız, 2011) ulaştığı görülmektedir. Ayrıca, mücadele yapılmadığı takdirde ise bu kayıpların %100'e çıkabileceği (Canhilal ve Tiryaki, 2010), parasal değerinin ise yaklaşık yıllık 550 milyar dolar, ürünü korumak için yapılan masrafların da 455 milyar dolar olduğu belirtilmektedir (Agrios, 2005).

Bitkisel üretimdeki bu kayıpları minimize etmek için, dünyada olduğu gibi ülkemizde de yoğun bir şekilde kimyasal gübre ve pestisit kullanılmaktadır. Ülkemizde birim alanda kullanılan pestisit miktarının Avrupa Birliği ülkelerine kıyasla oldukça az olduğu ifade edilmesine rağmen, pestisit kullanımının heterojen dağılım gösterdiği de unutulmamalıdır (Delen ve ark., 2005). Entansif tarım yapılan Ege ve Akdeniz Bölgeleri ile ekstansif tarım yapılan Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerinin pestisit tüketim payları kıyaslandığı zaman bu heterojen yapı açıkça görülmektedir. Ege ve Akdeniz Bölgelerinin tüketim toplamı, genel olarak ülke pestisit tüketiminin %34'ünden fazlasını, hatta bazı yıllar %50'sine yakınına oluşturmaktadır. Doğu Anadolu ve Güney Doğu Anadolu Bölgelerindeki kullanım ise, ülke tüketiminin ancak %10'u kadardır (Durmuşoğlu ve ark., 2010).

Son yıllarda dünyada farklı ülkelerden araştırmacıların yaptıkları çalışmalardan elde edilen sonuçlar, pestisitlerin yaygın ve hatalı kullanımlarının önemli bir küresel sağlık sorununa dönüştüğünü göstermektedir. Ülkemizde de yapılan benzer çalışma sonuçları aynı endişeleri ortaya koymaktadır. Yoğun olarak kullanılan bu kimyasal gübre ve pestisit uygulamaları yüzünden insanların ciddi sağlık sorunları ile karşı karşıya kaldığı; bitkisel üretimin ana materyallerinden olan hava, su ve toprağın yani kısaca çevrenin ciddi boyutlarda kirlendiği belirtilmektedir (Atılğan ve ark., 2007; Delen, 2016).

Bu kimyasal gübreler ve pestisitler ne yazık ki sadece uygulandığı bölgede kalmamakta, zamanla geniş bir çevreye yayılım göstermektedirler. Alper (2010), bitkilere uygulanan tarım ilaçlarının yaklaşık %30 kadarının bitkiye ulaştığını, ancak %70'inin ise rüzgar, yağmur ve sulama yoluyla farklı ekolojik ortamlara taşındığını ifade etmektedir. Yıldız ve ark. (2005) ise atılan pestisitlerin %0.015 ile %6'sının hedef alınan organizmalara, geri kalan %94-99.9'luk kısmının ise agroekosistemdeki hedef olmayan organizmalara ulaştığını belirtmektedirler. Ülkemizde her yıl özellikle de ilkbaharda toplu arı ölümlerini konu alan onlarca haber yapılmakta olup, bu ölümlerin sebeplerinin başında da küresel iklimsel değişiklikleri ile bilinçsiz tarım ilacı kullanımının geldiği vurgulanmaktadır (Kotan, 2020). Kimyasal bitki besleme ürünlerinde de benzer bir durum söz konusudur. Nitekim, özellikle de içme suyu havzalarının yakınlarında yapılan tarımsal faaliyetlerde yoğun olarak kullanılan nitratlı gübreler nitrat kirliliğine neden olmaktadır (Olhan ve Ataseven, 2009). Bu durumun özellikle de Konya gibi kapalı havzalarda, yeraltı suları ile yapılan sulama faaliyetlerinde çok daha büyük bir boyutta tehdit oluşturduğu belirtilmektedir (Büyük ve ark., 2016).

Çağlarırmak ve Hepçimen (2010), başlıca toprak kirleticileri olarak ağır metaller, pestisitler, hormonlar, organik bileşikler ve radyoaktif hidrokarbon yanma ürünlerinin bir döngü içerisinde olduğunu ve giderek büyük bir sorun haline geldiğini belirtmektedirler. Özellikle de bu kimyasalların bilinçsizce kullanımının havada, suda ve toprakta ciddi bir kirliliğe yol açtığı vurgulanmaktadır. Bir diğer olumsuz etkisinin ise topraktaki faydalı mikrobiyal biota üzerine olduğu kaydedilmektedir. Birçok pestisit eninde sonunda uygulamadan sonra toprağa düştüğü için, topraktaki mikroorganizmalar daha fazla etkilenmektedir. Pestisitler, toprağa uygulandıklarında bitki patojenlerinin popülasyonlarını düşürürler, öldürürler veya özellikle bazı bitkiler için çok önemli olan mikorizal ilişkiye zarar verebilirler (Meena ve ark., 2016). Pestisitlerin çoğu mikroorganizmaların biyolojik görevlerini, çeşitliliğini, bileşimini ve biyokimyasal süreçlerini olumsuz yönde etkilerler (Meena ve ark., 2016). Özetle bitkisel üretimde kimyasal pestisit ve özellikle nitratlı gübrelerin yoğun bir şekilde kullanımı sonucu; topraklar, yer altı suları ve atmosferde gittikçe artan kirlilik hem dünyada hem de Türkiye'de, insan ve hayvan sağlığını, yaban hayatını ve çevreyi ciddi manada tehdit eder bir boyuta gelmiştir. Özellikle de günümüzde toprak kirliliğinin küresel bir sorun haline geldiği ve bu durumun sürdürülebilir tarım ve gıda güvenliği açısından büyük tehditler oluşturduğu gözlenmektedir (Kotan, 2020).

Bu çalışma; Türkiye’de yaygın olarak kullanılan toplam 39 farklı aktif madde içerikli pestisitlerin üretici tarafından önerilen dozlarının daha önce yürütülen çeşitli çalışmalarda bitki rizosferi veya fillosferinden, bitkinin toprak üstü aksamından veya böcekten izole edilerek bitki gelişimi ve/veya biyolojik mücadeledeki etkinliği ispat edilmiş toplam 7 farklı faydalı bakteri ve 2 farklı bitki patojeni bakteri üzerine *in-vitro* ortamda bakterisidal etkilerinin test edilmesi için yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışmada kullanılan pestisitler

Çalışmada birbirinden farklı; 15 insektisit, 14 fungusit, 7 herbisit, 2 akarisit ve 1 nematosit olmak üzere toplam 39 adet pestisit kullanılmıştır. Kullanılan pestisitlerin ticari isimleri ve aktif madde içerikleri *Tablo 1*’de verilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan pestisitlerin ticari isimleri

Table 1. The trade name of pesticides used in the study

İnsektisit			Fungisit		
Ticari İsmi	Aktif Maddesi		Ticari İsmi	Aktif Maddesi	
1	Chlorpyrifos 480 g	Alban 4 EC	1	Mastercop SC	Bakır Pentahidrat 65.82 g/l
2	Bifenthrin 100 g/l	Battalion 100 EC	2	Sunvax 200 FF	Carboxin 205 g/l + Thiram 205 g
3	Alphacypermethrin 100 g	Best Alfa 100 EC	3	Cavalry 500 SC	Chlorothalonil 500 g/l
4	Indoxacarb 75 g/l + Abamectin 18 g/l	Capito SC	4	Voyage 50 WP	Cymoxanil %50
5	Imidacloprid 350 g/l	Confidor SC 350	5	Ceres WG	Cymoxanil %30 + Famoxadone %22.5
6	Acetamiprid 80 g/l+Novaluron 100 g/l	Cormoran 180 EC	6	Koritus WG	Cyprodinil %50
7	Thiodicarb %80	Dicarvin 80 DF	7	Cebir SC	Fludioxonil 12.5 g/l + Metalaxyl g/l
8	Dimethoate 400 g	Dicentra EC	8	Veliyette WP	Fosetyl-AI %80
9	Acetamiprid %20	Effore 20 SP	9	Evakur SL	Propamocarb-HCl 722 g/l
10	Methomyl %90	Hektaş Aron SP	10	Broader 30 EC	Propiconazole 150 g + Difenconazole 150 g
11	Ethoprophos 200 g/l	Mocap 20 EC	11	Gensil 2 DC	Tebuconazole %2 (tohuma)
12	Oholo pyrifos-ethyl %25	Napoleon 25 WP	12	Hekta Süper FS	Tebuconazole 60 g/l
13	Abamectin 18 g	Plamec 18 EC	13	Fersil 2DS	Tebuconazole %2 (tohuma)
14	Chlorpyrifos ethyl 250 g/l	Pyrimicro 25 CS	14	Thira-Fort 80 WP	Thiram tetramethyithiuram disulphide %80
15	Lambda-cyhalothrin 50 g	Red Sunny 50 EC			
Herbisit			Akarisit		
Ticari İsmi	Aktif Maddesi		Ticari İsmi	Aktif Maddesi	
1	Heckate SC	Aclonifen 600 g/l	1	Apollo 50 SC	Clofentezine 500 g/l
2	Titan 48 EC	Clomazone 480 g/l	2	Suum 10 SC	Etoazole 110 g
3	Efsane 70 WP	Metribuzin %70 w/w	Nematosit		
4	Safa Dram 6 E	Monilate 720 g	Ticari İsmi		
5	Dinox CS	Oxadiazon 200 g/l	Aktif Maddesi		
6	Reclame 330 EC	Pendimethalin 330 g/l	1	Javelin 400 EC	Fenamiphos 400 gr/L
7	Effor Süper 5EC	Quizalofop-p-ethyl 50 g			

2.2. Çalışmada kullanılan bakteriler

Çalışmada, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Kültür Koleksiyonunda bulunan toplam 9 bakteri izolatu kullanılmıştır. Bu izolatlardan 7'si daha önce yürütülen çalışmalarda bitki gelişimi üzerine olumlu etkileri tespit edilmiş ve/veya biyoajan özelliğine sahip olan faydalı bakteri izolatu (*Brevibacillus brevis* CP-1, *Bacillus megaterium* TV-6D, *Bacillus subtilis* TV-6F, *Paenibacillus polymyxa* TV-12E, *Pseudomonas fluorescens* TV-11D, *Pseudomonas fluorescens* FDG-37 ve *Pantoea agglomerans* RK-79) ve 2'si ise patojen bakteri izolatu (*Erwinia amylovora* RK-228 ve *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* RK-268)'dır. Bu bakteri izolatları ile ilgili bazı detaylı bilgiler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Çalışmada kullanılan bakteri izolatları
Table 2. The bacterial strains used in the study

Faydalı Bakteriler							
MIS tanılama sonuçları	Bİ	İzole edildiği konukçu	Gram Özelliği	AF	FÇ	Kaynak	
CP-1	<i>Brevibacillus brevis</i>	0.650	<i>Ricania simulans</i>	GP	+	+	Göktürk ve ark., 2018
TV-6D	<i>Bacillus megaterium</i>	0.750	Buğdaygil kök	GP	+	+	Samancıoğlu ve ark., 2016
TV-6F	<i>Bacillus subtilis</i>	0.831	Buğdaygil kök	GP	K+	-	Tozlu ve ark., 2016
TV-12E	<i>Paenibacillus polymyxa</i>	0.551	Buğdaygil kök	GP	K+	+	Demir ve ark., 2018
TV-11D	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0.711	Pancar kök	GN	+	+	Esringü ve ark., 2016
FDG-37	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	0.222	Toprak	GN	+	+	Karagöz ve ark., 2016
RK-79	<i>Pantoea agglomerans</i>	0.762	Elma yaprak	GN	+	+	Kotan, 2002
Patojen Bakteriler							
MIS tanılama sonuçları	Bİ	İzole edildiği konukçu	Gram Özelliği	AF	FÇ	Kaynak	
RK-228	<i>Erwinia amylovora</i>	0.972	Armut çiçek	GN	TE	TE	Kotan ve ark., 2004
RK-268	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i>	0.676	Kayısı sürgün	GN	TE	TE	Kotan ve Şahin, 2006

Bİ: Benzerlik indeksi; AF: Azotsuz besi ortamında gelişim; FÇ: Fosfatı çözebilme; +: Pozitif reaksiyon; K+: Kuvvetli pozitif reaksiyon; -: Negatif reaksiyon; TE: Test edilmedi

2.3. Pestisit dozlarının hazırlanması

Tablo 1'de verilen pestisitlerin etiket bilgilerindeki önerilen dozlarının steril distile su ile süspansiyonları hazırlanmıştır. Bu süspansiyonlar "Disk Difüzyon Yöntemi" kullanılarak Triptic Soy Agar Besiyerinde (TSA) geliştirilen taze bakteri kültürleri üzerinde bakterisidal etkileri için test edilmiştir

2.4. Taze bakteri kültürlerinin geliştirilmesi

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Mikroorganizma Kültür Koleksiyonunda, Luria Bertani (LB) Broth ve %30 gliserol içerisinde -80 °C'de ultra derin dondurucuda muhafaza edilen bakteriler buradan çıkarılarak çözümleri için yarım saat bekletilmiştir. Steril öze dolusu bakteri kültürü daha önce hazırlanan yüzeyi tamamen kurutulmuş olan TSA besiyerine ayrı ayrı 4 fazlı olarak çizilmiş ve 28 °C'ye ayarlanmış, inkübatörde 48 saat süreyle gelişmeye bırakılmıştır. Gelişen bakterilerin saf kültür olup olmadıkları kontrol edilmiş, kontaminasyon gözlenenler paralel kültürlerden ekim yapılarak yeniden saflaştırılmıştır.

2.5. Pestisitlerin bakteriosidal etkilerinin belirlenmesi

Gelişen saf ve taze bakteri kültürleri katı besi ortamından öze ile alınarak tüplere aktarılmış, fizyolojik serum (%0.85 NaCl) içerisinde BIOLOG türbidimetre standartları kullanılarak 600 OD'de absorbansları 1×10^8 CFU ml⁻¹'ye eşitlenmiştir. Bu kültürlerden steril pipetle alınan 100 µl bakteri süspansiyonu TSA besi ortamının tam ortasına transfer edilerek, steril cam bagetle besi ortamının tüm yüzeyine homojen bir şekilde yayılmıştır. Her bir pestisit önerilen dozlarında hazırlanan süspansiyonlarından alınan 15 µl pestisit Oxoid Blank Disklere (çap 6 mm) emdirilmiş ve bu diskler bakterileri kültürlerinin yayıldığı petrilerin tam orta noktasına yerleştirilmiştir. Kültürler 28 °C'ye ayarlanmış, inkübatörde 96 saat süreyle gelişmeye bırakılmıştır. Bu inkübasyon süresinin sonunda pestisit içeren diskin etrafındaki inhibasyon zonunun çapı milimetre cinsinden ölçülerek kaydedilmiştir. Her bir pestisit, her bir bakteri üzerine etkisi için testler 3 kez tekrar edilmiştir.

2.6. Sonuçların değerlendirilmesi

Gelişen bakteri kültürlerinde pestisit emdirilmiş disklerin etrafında oluşan inhibasyon zonlarının çapı ölçülerek ortalamaları alınmıştır. Ortalamalar virgülden sonrası 0.5'den büyük olanlar üst, küçük olanlar alt tam sayıya yuvarlanmıştır. İnhibasyon zonu oluşturan aktif maddelerde hangi bakteri grubunda gram pozitif (GP) veya gram negatif (GN) bakterilerin % kaçına etkili olduğuna bakılarak, beş farklı risk gruplandırması (0, I, II, III ve IV) yapılmıştır. Yapılan son değerlendirmede risk gruplandırması hangi bakteri grubunda daha yüksek çıkmışsa aktif maddenin risk grubu da 0 olmuştur.

0. Grup (Riskli Grup)	Test edilen GP veya GN bakteri gruplarından hiç birisinde bakterisidal etki göstermeyen pestisitler.
I. Grup (Düşük Riskli Grup)	Test edilen GP veya GN bakteri gruplarından herhangi birisinin %1 ile 25'inde etkinliğe sahip pestisitler.
II. Grup (Riskli Grup)	Test edilen GP veya GN bakteri gruplarından herhangi birisinin %26 ile 50'sinde etkinliğe sahip pestisitler.
III. Grup (Yüksek Riskli Grup)	Test edilen GP veya GN bakteri gruplarından herhangi birisinin %51-75'inde etkinliğe sahip pestisitler.
IV. Grup (Çok Yüksek Riskli Grup)	Test edilen GP veya GN bakteri gruplarından %76-100'ünde bakterisidal etki gösteren pestisitler.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Toplam 39 farklı pestisit katı besi ortamında "Disk Difüzyon Yöntemi" kullanılarak yapılan testlerinde önerilen dozları üzerinden oluşan inhibasyon zonları bakterisidal etki olarak değerlendirilmiş, ilgili sonuçlar *Tablo 3, 4 ve 5*'de verilmiştir. Test edilen toplam 15 insektisit 11'inin bakterilerin hiçbiri üzerinde bakterisidal etki oluşturmadığı görülmüştür (*Tablo 3*). Test edilen toplam 14 fungisit 8'i (*Tablo 4*), 7 herbisit 5'i en az bir veya daha fazla bakteri üzerinde bakterisidal etki göstermiş (*Tablo 5*), 2 akarisit ve 1 nematosit ise bakteriler üzerinde bakterisidal etki göstermemiştir (*Tablo 5*). Ayrıca, test edilen toplam 39 pestisit hiç birisinin patojen bakteriler *Erwinia amylovora* ve *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* üzerinde bakterisidal etkisi olmamıştır.

Tablo 3. In-vitro koşullarda test edilen insektisitlerin bazı bakteriler üzerine antimikrobiyal etkileri (İnhibisyon zonu (mm))**Table 3. Antimicrobial effects of tested insecticides on some bacteria in in-vitro (Inhibition zone (mm))**

Ticari İsmi	İnsektisit Aktif Maddesi	Test Dozu	İnhibasyon Zonları (mm)*									
			Faydalı bakteri						Patojen bakteri			
			CP-1	TV-6D	TV-6F	TV-12E	TV-11D	FDG-37	RK-79	RK-228	RK-268	
1 Plamec 18 EC	Abamectin 18 g	100 ml/100 l	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Effore 20 SP	Acetamidrid %20	80 g/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3 Cormoran 180 EC	Acetamidrid 80 g/l+Novaluron 100 g/l	50 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 Best Alfa 100 EC	Alphacypermethrin 100 g	400 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5 Battalion 100 EC	Bifenthrin 100 g/l	200 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6 Alban 4 EC	Chlorpyrifos 480 g	200 ml/100 l	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7 Pyrimicro 25 CS	Chlorpyrifos ethyl 250 g/l	400 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 Dicentra EC	Dimethoate 400 g	400 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9 Mocap 20 EC	Ethoprophos 200 g/l	10 l/100 l	21	12	14	13	21	-	-	-	-	-
10 Confidor SC 350	Imidacloprid 350 g/l	200 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11 Capito SC	Indoxacarb 75 g/l + Abamectin 18 g/l	140 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12 Red Sunny 50 EC	Lambda-cyhalothrin 50 g	300 ml/100 l	-	9	8	-	-	-	-	-	-	-
13 Hektaş Aron SP	Methomyl %90	160 g/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14 Napoleon 25 WP	Oholo pyrifos-ethyl %25	2.4 kg/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15 Dicarvin 80 DF	Thiodicarb %80	180 g/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-: İnhibasyon zonu oluşmamıştır.

GP ve GN bakteriler farklı renkle renklendirilmiştir.

Tablo 4. In-vitro koşullarda test edilen fungusitlerin bazı bakteriler üzerine antimikrobiyal etkileri (İnhibasyon Zonu (mm))

Table 4. Antimicrobial effects of tested fungicides on some bacteria in in-vitro (Inhibition zone (mm))

Ticari İsmi	Fungisitın Aktif Maddesi	Test Dozu	İnhibasyon Zonları (mm)									
			Faydalı bakteri							Patojen bakteri		
			CP-1	TV-6D	TV-6F	TV-12E	TV-11D	FDG-37	RK-79	RK-228	RK-268	
1	Mastercop SC	Bakır Pentahidrat 65.82 g/l	250 ml/100 l	27	11	-	-	9	-	-	-	-
2	Sunvax 200 FF	Carboxin 205 g/l + Thiram 205 g/l	3000 ml/100 l	-	11	13	-	9	-	-	-	-
3	Cavalry 500 SC	Chlorothalonil 500 g/l	600 ml/100 l	20	12	11	-	-	-	-	-	-
4	Voyage 50 WP	Cymoxanil %50	60 g/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Ceres WG	Cymoxanil %30 + Famoxadone %22.5	80 g/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Koritus WG	Cyprodinil %50	80 g/100 l	-	9	12	9	14	-	-	-	-
7	Cebir SC	Fludioxonil 12.5 g/l + Metalaxyl 5 g/l	1000 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Veliyette WP	Fosetyl-AI %80	400 g/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Evakur SL	Propamocarb-HCl 722 g/l	500 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Broader 30 EC	Propiconazole 150 g + Difenoconazole 150 g	100 ml/100 l	46	9	-	-	13	-	-	-	-
11	Gensil 2 DC	Tebuconazole %2 (tohuma)	150 g/100 kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Hekta Süper FS	Tebuconazole 60 g/l	5000 ml/100 l	-	9	-	-	21	-	-	-	-
13	Fersil 2DS	Tebuconazole %2 (tohuma)	150 g/100 kg	-	13	16	-	-	11	-	-	-
14	Thira-Fort 80 WP	Thiram tetramethyithiuram disulphide %80	800 g/100 l	-	11	16	-	10	-	-	-	-

:- İnhibasyon zonu oluşmamıştır.
GP ve GN bakteriler farklı renkle renklendirilmiştir.

Tablo 5. In-vitro koşullarda test edilen herbisitlerin, akarisitlerin ve nematositin bazı bakteriler üzerine antimikrobiyal etkileri (İnhibasyon Zonu (mm))*Table 5. Antimicrobial effects of tested herbicides, acaricides and nematocytetes on some bacteria in in-vitro (Inhibition zone (mm))*

Ticari İsmi	Herbisitin Aktif Maddesi	Test Dozu	İnhibasyon Zonları (mm)								
			Faydalı bakteri						Patojen bakteri		
			CP-1	TV-6D	TV-6F	TV-12E	TV-11D	FDG-37	RK-79	RK-228	RK-268
1 Heckate SC	Aclonifen 600 g/l	600 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Titan 48 EC	Clomazone 480 g/l	300 ml/100 l	-	16	18	-	19	-	-	-	-
3 Efsane 70 WP	Metribuzin %70 w/w	150 gr/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 Safa Dram 6 E	Monilate 720 g	1200 ml/100 l	-	11	11	-	10	-	-	-	-
5 Dinok CS	Oxadiazon 200 g/l	300 ml/100 l	-	-	-	-	3	-	-	-	-
6 Reclame 330 EC	Pendimethalin 330 g/l	1000 ml/100 l	-	9	11	-	10	-	-	-	-
7 Effor Süper 5EC	Quizalofop-p-ethyl 50 g	200 ml/100 l	-	-	-	-	11	-	-	-	-
Ticari İsmi	Akarisitin Aktif Maddesi	Test Dozu	CP-1	TV-6D	TV-6F	TV-12E	TV-11D	FDG-37	RK-79	RK-228	RK-268
1 Apollo 50 SC	Clofentezine 500 g/l	80 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 Suum 10 SC	Etozazole 110 g	100 ml/100 l	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ticari İsmi	Nematositin Aktif Maddesi	Test Dozu	CP-1	TV-6D	TV-6F	TV-12E	TV-11D	FDG-37	RK-79	RK-228	RK-268
1 Javelin 400 EC	Fenamiphos 400 gr/L	15 L/100 L	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-: İnhibasyon zonu oluşmamıştır.

GP ve GN bakteriler farklı renkle renklendirilmiştir.

Bakterisidal etki gösteren insektisit, fungusit ve herbisitlerin ayrı ayrı değerlendirilmelerinde GP ve GN bakteriler üzerindeki etkinlikleri ve risk gruplandırma sınıfları *Tablo 6*'da verilmiştir.

Tablo 6. Farklı pestisit aktif maddelerinin faydalı bakteri izolatlarına karşı bakterisidal risk gruplandırması

Table 6. The bactericidal risk group of different pesticides active substance against useful bacterial strains

No	Aktif Maddeler	GPS	OİZ	RG	GNS	OİZ	RG	TMS
İnsektisit Aktif Maddeleri								
1	Ethoprophos 200 g/l	4/4	15.00	IV	1/3	7.00	I	5/7
2	Lambda-cyhalothrin 50 g	2/4	8.50	II	0/3	0	0	2/7
3	Chlorpyrifos 480 g	1/4	6.75	I	0/3	0	0	1/7
4	Abamectin 18 g	1/4	2.00	I	0/3	0	0	1/7
Fungisit Aktif Maddeleri								
1	Propiconazole 150 g + Difenoconazole 150 g	2/4	13.75	II	1/3	4.33	I	3/7
2	Bakır Pentahidrat 65.82 g/l	2/4	9.50	II	1/3	3.00	I	3/7
3	Chlorothalonil 500 g/l	3/4	10.75	III	0/3	0	0	3/7
4	Thiram tetramethyithiuram disulphide %80	2/4	6.75	II	1/3	3.33	I	3/7
5	Cyprodinil %50	3/4	7.50	III	1/3	4.66	I	4/7
6	Carboxin 205 g/l + Thiram 205 g/l	2/4	6.00	II	1/3	3.00	I	3/7
7	Tebuconazole 60 g/l	1/4	2.25	II	1/3	7.00	I	2/7
8	Tebuconazole %2 (tohumu)	2/4	7.25	II	1/3	3.66	I	3/7
Herbisit Aktif Maddeleri								
1	Clomazone 480 g/l	2/4	8.50	II	1/3	6.33	I	3/7
2	Monilate 720 g	2/4	5.50	II	1/3	3.33	I	3/7
3	Pendimethalin 330 g/l	2/4	5.00	II	1/3	3.33	I	3/7
4	Quizalofop-p-ethyl 50 g	0/4	0	0	1/3	3.66	I	1/7
5	Oxadiazon 200 g/l	0/4	0	0	1/3	1.00	1	1/7

GPS: Bakterisidal etkiye maruz kalan GP bakteri sayısının toplam GP bakteri sayısına oranı, **OİZ:** Ortalama inhibasyon zonu, **RG:** Risk grubu, **GNS:** Bakterisidal etkiye maruz kalan GN bakteri sayısının toplam GN bakteri sayısına oranı, **TMS:** Bakterisidal etkiye maruz kalan bakteri sayısının toplam bakteri sayısına oranı

Bakterisidal etki gösteren toplam 4 insektisit tamami en az bir veya daha çok GP, 1'i ise GN bir bakteri izolatu üzerinde etkili olmuştur. Ethoprophos aktif maddesi test edilen 4 GP bakteri üzerine de etkili olurken, lambda-cyhalothrin aktif maddesi test edilen 4 GP bakterinin 2'si, chlorpyrifos ve abamectin aktif maddelerinin ise test edilen 4 GP bakterinin sadece 1'i üzerinde etkili olmuştur. Ethoprophos aktif maddesi ise test edilen 3 GN bakteriden sadece 1'isi üzerinde bakterisidal etki gösterirken, diğ er aktiflerden hiçbirisi bakterisidal etki göstermemiştir. Bakterisidal etkiye sahip aktiflerin GP bakterilere karşı oluşturdıkları ortalama inhibasyon zonları 2-15 mm arasında değışirken, GN bakterilere karşı oluşturdıkları ortalama inhibasyon zonları 0-7 mm arasında değışmiştir. Test edilen insektisit aktiflerinin yapılan risk gruplandırmasında; ethoprophos (200g/l) aktifi IV. risk grubuna, lambda-cyhalothrin(50 g) aktifi II. risk grubuna ve chlorpyrifos (480 g) ve abamectin (18 g) aktifleri ise I. risk grubuna dahil edilmiştir.

Bakterisidal etki gösteren toplam 8 fungusitin tamami en az bir veya daha çok GP, 7'si ise tek bir GN bakteri izolatu üzerinde etkili olmuştur. Chlorothalonil (500 g/l) ve cyprodinil (%50) test edilen 4 GP bakterinin 3'üne; propiconazole (150 g) + difenoconazole (150 g), bakır pentahidrat (65.82 g/l), thiram tetramethyithiuram disulphide (%80), carboxin (205 g/l) + thiram (205 g/l), tebuconazole (60 g/l) ve tebuconazole (%2) aktifleri ise test edilen 4 GP bakterinin 2'sine karşı bakterisidal etki göstermiştir. Chlorothalonil aktif maddesi GN bakteriler üzerinde hiçbir bakterisidal etki göstermezken, geri kalan 7 aktif de sadece 1 GN bakteri izolatına karşı etki göstermiştir. Bakterisidal etkiye sahip aktiflerin GP bakterilere karşı oluşturdıkları ortalama inhibasyon zonları 2.25-13.75 mm arasında değışirken, GN bakterilere karşı oluşturdıkları ortalama inhibasyon zonları 0-7 mm arasında değışmiştir. Test edilen fungusit aktiflerinin yapılan risk gruplandırmasında; chlorothalonil ve cyprodinil

aktifleri III. risk grubuna; geri kalan propiconazole + difenoconazole, bakır pentahidrat, thiram tetramethyithiuram disulphide, carboxin + thiram ile farklı iki ticari preparatta bulunan tebuconazole aktiflerinin her ikisi de II. risk grubuna dahil edilmiştir.

Bakterisidal etki gösteren toplam 5 herbisitın 3'ü en az bir veya daha çok GP, 5'i ise tek bir GN bakteri izolatu üzerinde etkili olmuştur. Clomazone (480 g/l), monilate (720 g) ve pendimethalin (330 g/l) aktifleri test edilen 4 GP bakterinin 2'sine; Clomazone, monilate, pendimethalin, quizalofop-p-ethyl (50 g) ve oxadiazon (200 g/l) aktifleri ise test edilen 5 GN bakterinin sadece 1'ine karşı bakterisidal etki göstermiştir. Quizalofop-p-ethyl ve oxadiazon aktifleri hiçbir GP bakteri izolatu üzerinde bakterisidal etki göstermemiştir. Bakterisidal etkiye sahip aktiflerin GP bakterilere karşı oluşturdukları ortalama inhibasyon zonları 5-8.50 mm arasında değişirken, GN bakterilere karşı oluşturdukları ortalama inhibasyon zonları 1-6.33 mm arasında olmuştur. Test edilen herbisit aktiflerinin yapılan risk gruplandırmasında; clomazone, monilate ve pendimethalin aktifleri III. risk grubuna, quizalofop-p-ethyl ve oxadiazon aktifleri ise I. risk grubuna dahil edilmiştir.

Çalışmada test edilen GP ve/veya GN bakterilere karşı bakteriyosidal etki gösteren bazı insektisit, fungusit ve herbisitlerin risk gruplandırmaları (0-5) Şekil 1'de verilmiştir.

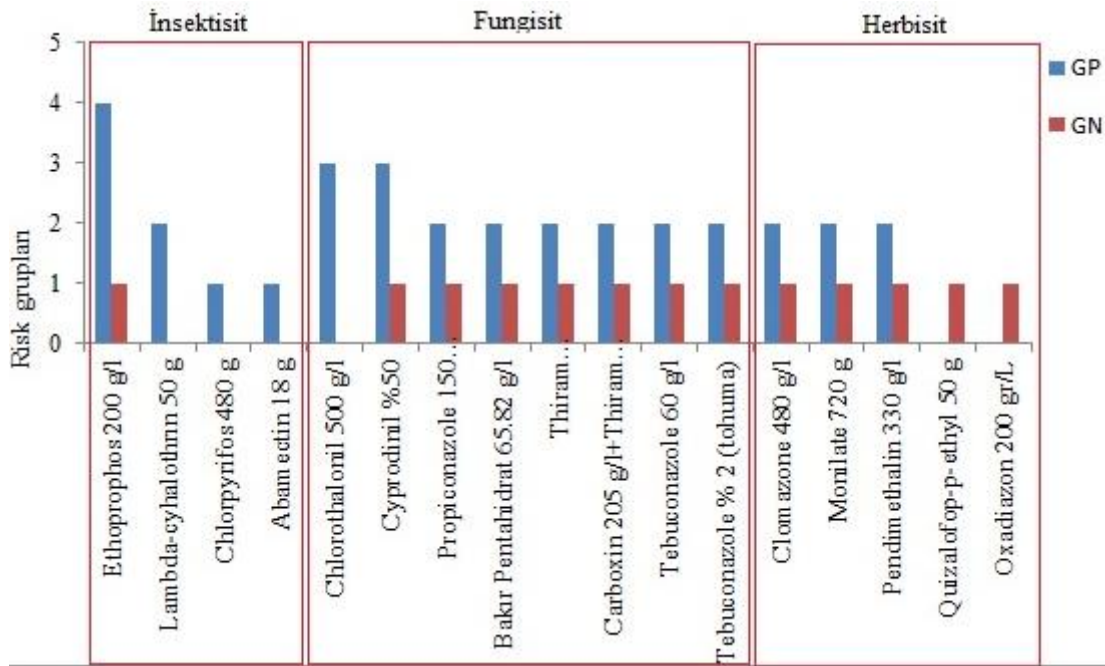


Figure 1. Risk groups of tested some insecticides, fungicides and herbicides in terms of bacterial fauna

Şekil 1. Çalışmada test edilen bazı insektisit, fungusit ve herbisitlerin bakteriyel fauna açısından risk gruplandırmaları

Test edilen toplam 15 insektisitın bir tanesi (Mocap 20 EC) GP bakteriler açısından IV. risk grubuna girerken GN bakteriler açısından I. risk grubuna girmiştir. Üç insektisit ise (Red Sunny 50 EC, Plamec 18 EC ve Alban 4 EC) GP bakteriler açısından I. veya II. risk grubuna girmiştir. Geri kalan 11 insektisit (Effore 20 SP, Cormoran 180 EC, Best Alfa 100 EC, Battalion 100 EC, Pyrimicro 25 CS, Dicentra EC, Confidor SC 350, Capito SC, Hektaş Aron SP, Napoleon 25 WP ve Dicarvin 80 DF) ise her iki bakteri grubu için de risksiz grupta yer almıştır.

Test edilen toplam 14 fungusitın yedisi (Koritus WG, Mastercoop SC, Sunvax 200 FF, Broader 30 EC, Fersil 2 DS, Thira-Fort 80 WP ve Hekta Süper FS) GP ve GN bakteriler açısından I. ile III. risk grubuna girerken, bir fungusit (Cavalry 500 SC) sadece GP bakteriler açısından III. risk grubunda yer almıştır. Geri kalan altı fungusit (Voyage 50 WP, Ceres WG, Cebir SC, Veliyette WP, Evakur SL ve Gensil 2 DC) ise her iki bakteri grubu için de risksiz grupta yer almıştır.

Test edilen toplam 7 herbisitın üçü (Titan 48 EC, Safa Dram 6 E ve Reclame 330 EC) GP ve GN bakteriler açısından I. ile II. risk grubuna girerken, ikisi (Dinox CS ve Effort Süper 5EC) sadece GN bakteriler açısından I.

risk grubunda yer almıştır. Geri kalan iki herbisit (Heckate SC ve Efsane 70 WP) ise her iki bakteri grubu için de risksiz grupta yer almıştır. Yine çalışmada test edilen akarisitlerden Apollo 50 SC ve Suum 10 SC; nematositlerden Javelin 400 EC test edilen bakteri izolatlarına karşı risksiz grupta yer alan grubu oluşturmuştur.

Tarımda kimyasalların uzun süreli, yoğun ve geliş güzel kullanımı; insan ve çevre sağlığını, gıda güvenliğini, biyoçeşitliliği ve tarımsal sürdürülebilirliği ciddi anlamda tehdit eder bir hale gelmiştir. Oluşan çevre kirliliği yaşam alanlarımızda hava, toprak ve su kirliliği olarak karşımıza çıkmakta ve sonuçta tüm ekosistemi etkilemektedir. Yapılan bu çalışmada, test edilen 15 farklı insektisit 4'ü (%26.66), 14 farklı fungusitin 8'i (%57.14), 7 farklı herbisit 5'i (%71.42) bakterisidal etki göstermiş, 2 akarisit ve 1 nematosit herhangi bir bakterisidal etki göstermemiştir. Toplamda test edilen 39 pestisit 17'si (%43.58) bakterisidal etki göstermiş, pestisitlerden etkilenen bakterilerin tamamı faydalı bakteriler ve büyük bir çoğunluğu ise GP bakterilerden oluşmuştur. Bu çalışmada kullanılan faydalı bakteri izolatlarının tamamı, daha önce yürütülmüş çalışmalarda izole edilmiş, ya bitki gelişimi ya da biyolojik mücadele açısından test edilmiş ve çok olumlu aktiviteleri ispatlanmış izolatlar arasından seçilmiştir. Bu çalışmalarda, *Bacillus megaterium* TV-6D (Samancıoğlu ve ark., 2016), *Pseudomonas fluorescens* TV-11D (Esringü ve ark., 2016) ve *Paenibacillus polymyxa* TV-12E (Demir ve ark., 2018) bitki gelişimi açısından, *Bacillus subtilis* TV-6F (Tozlu ve ark., 2016), *Brevibacillus brevis* CP-1 (Göktürk ve ark., 2018) ve *Pseudomonas fluorescens* FDG-37 (Karagöz ve ark., 2016) biyolojik mücadele açısından, *Pantoea agglomerans* RK-79 (Kotan, 2002) izolatı ise her iki açıdan da öne çıkmıştır. Çalışmada kullanılan patojen türler *E. amylovora* (Kotan ve ark., 2004) ve *P. syringae* pv. *syringae* (Kotan ve Şahin, 2006)'den ibaret olup, test edilen pestisitlerin hiçbirisi bu patojen türler üzerinde antibakteriyel etki göstermemiştir.

Toprak; tarımda kullanılan tohum, su veya hava gibi ana materyaller içerisinde belki de en önemlisidir. Artık günümüzde canlı bir sistem olarak kabul edilen toprakta oluşabilecek kimyasal bir kirlilik; sadece toprağın dokusuna değil, aynı zamanda içindeki biyolojik aktiviteye ve dolayısı ile toprağın verimliliğine de etki etmektedir. Bir başka ifadeyle, ağır metaller veya toksik kimyasallar ile kontamine olmuş topraklarda yapılan bitkisel veya hayvansal üretim sonucu, bu toksik maddelerin gıda zincirine dahil olması ile başta insan olmak üzere o kirliliğe sahip alanlardaki tüm canlı sistemlerin etkilenmesi kaçınılmazdır. İlk sırada bakteriler olmak üzere topraktaki mikroorganizma sayısının fazlalığı ve çeşitliliği toprak sağlığı ve verimliliğinin de dolaylı bir göstergesidir. Toprakta veya bitkinin toprak üstü organlarında yaşayan ve bitki lehine çalışarak bitki büyümesini destekleyen veya biyolojik mücadelede görev alan bu faydalı organizmaların korunması sürdürülebilir tarım açısından oldukça önemli bir husustur (İmriz ve ark., 2014).

Tarımda kullanılan kimyasallar toprakta bulunan faydalı mikroorganizmaların popülasyonlarının azalmasına neden olmaktadır (Aktar ve ark., 2009). Çinko, bakır ve kurşun gibi elementler toprak partiküllerine kuvvetlice yapışarak toprağın üst tabakasında uzun süre kalabilmektedirler (Tokatlı ve Atılğan Helvacıoğlu, 2020). Lo (2010), 1990-2010 yılları arasında yayınlanan birçok araştırmayı değerlendirdiği derleme çalışmasında; pestisitlerin ruhsatlandırılması ile ilgili yönetmeliklerde, bunların toprak mikroorganizmaları ve toprak verimliliği üzerinde etkileri ile ilgili bilgi istenildiğini, ancak bunun farklı yapıdaki pestisitlerin farklı gruplardaki mikroorganizmalar üzerine etkilerinin değerlendirilmesinin kolay olmadığını belirtmiş, bazı pestisitlerin mikroorganizmaların büyümesini uyardığını, bazılarının da depresif etkilerinin olduğunu veya mikroorganizmalar üzerinde hiçbir etkilerinin olmadığını da bildirmiştir.

Arora ve Sahni (2016), kimyasal pestisitlerin toprak mikroorganizmalarının aktivitelerini bozduğunu, Heinonen-Tanski ve ark. (1985) ise pestisitle muamele edilmiş topraklarda, toplam mikroorganizma sayısının arttığını belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada, karbonfuran etken maddesinin sulanan veya sulanmayan topraklarda Azospirillum ve diğer anaerobik azot fiksasyonu yapan mikroorganizmaların popülasyonunu artırdığı; bütaklor aktif maddesinin ise sulanan topraklarda bu bakterilerin popülasyonunda azalmaya sebep olduğu kaydedilmiştir (Jena ve ark., 1987). El Fantroussi ve ark. (1999), diuron ve klorotoluron aktif maddelerinin; işlenmiş ve işlenmemiş topraklarda, mikrobiyal fauna üzerinde hiçbir fark göstermediğini, linuron aktif maddesinin ise olumsuz etki gösterdiğini belirtmişlerdir. Yine, aynı çalışmada, fosforlu herbisitlerden glifosatın ve insektisitlerden methamidophos aktif maddeli olanların topraktaki mikrobiyolojik aktiviteyi teşvik ettiği ancak diğer fosfor içeren insektisitlerden fenamifosların aktif maddesinin ise olumsuz etki ettiği bildirilmiştir. Bir başka çalışmada da; prometryne aktif madde içeren herbisitlerin soya fasulyesi ve ayçiçeğinde uygulanması sonucunda, topraktaki

Azotobacter ve diğer bazı faydalı bakterilerin biyolojik aktivitesinin 28 günlük herbisit uygulamasından sonra güçlü bir şekilde azaldığının tespit edildiği de belirtilmiştir (Govaderica ve ark., 2001). Yabancı ot kontrolünde yaygın olarak kullanılan 2,4-D'nin mavi yeşil aglerde ve Rhizobiumların aktivitesinde ciddi derecede azalmaya sebep olduğu vurgulanmış (Fabra ve ark., 1997), herbisit uygulanmış topraklarda total bakteri sayısında azalmanın olduğu da kaydedilmiştir (Dickinson, 1973). Al-Ani ve ark. (2019), Glifosat %48, Miraj (Alphacypermethrin %10) ve Malathion (%50 WP)'un farklı dozlarını uyguladıkları topraktaki bakteri, mikrofunguslar ve aktinomisetlerin mikrobiyal aktivitelerini ve sayılarını olumsuz yönde etkilediğini ve sayıca azalttığını tespit etmişlerdir. Yine, Ubuoh ve ark. (2012), glifosfat uygulamalarının toprakta bulunan mikrobiyal popülasyonda ciddi azalmaya neden olduğunu ortaya koymuşlardır. Koç ve Yardım (2019) ise, buğday agro-ekosisteminde yaptıkları pestisit uygulamalarının toprakta bulunan fungal ve bakteriyel mikroorganizmalar üzerine önemli düzeylerde etkilerinin olmadığını saptamışlardır.

Ülkemizde de kimyasal pestisitlerin topraktaki mikrobiyal canlılık üzerine etkileri ile ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar daha çok belirli pestisitlerin topraktaki faydalı ya da zararlı mikroorganizmalar üzerine etkisinden ziyade, toplam sayılarının değerlendirilmeleri üzerindedir. Örneğin yapılan bir çalışmada; Kahramanmaraş yöresinde yaygın olarak kullanılan fungusitlerden Safomyl 50 WP, insektisitlerden Decis EC 25 ve herbisitlerden Tefralin'nin toprak mikrobiyotası üzerine etkisi araştırılmış, Safomyl ile muamele edilen toprakta, maya-küf sayısının arttığı, Decis ile muamele edilen toprakta toplam bakteri sayısında azalma olduğu, Tefralin uygulanan toprakta ise toplam maya-küf ve canlı bakteri sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir (Ören ve ark., 2009). Doğrudan arazide yapılan çalışmalarda ortam koşullarına bağlı olarak da pek çok etkinliğin değişebileceği muhtemeldir. Özellikle faydalı oldukları daha önceki çalışmalar ile tespit edilen bakteri izolatlarının seçilerek pestisitlere karşı hassasiyetlerinin kontrollü koşullarda ölçülmesi, pestisitlerin topraklarda oluşturdukları tahribatı tahmin etmede önemli bir kriter olacaktır.

Pestisitlerin faydalı bakteri popülasyonları üzerine muhtemel olumsuz etkilerinin değerlendirildiği bu çalışmada, özellikle herbisitler (%71.42) açısından riskin daha büyük olduğu ve herbisitleri fungusitler (%57.14) ile insektisitlerin (%26.66) takip ettiği görülmüştür, test edilen akarisit ve nematosit aktif madde sayılarının çok az olması dolayısı ile bu gruplar için genel bir değerlendirme yapılmamıştır. Test edilen toplam 39 farklı pestisit 13 adetinin yani %33.33'ünün 7 faydalı bakteriden en az birine karşı bakteriyosidal etkiye sahip olduğu görülmüştür. Faydalı bakteriler üzerinde bakteriyosidal etkiye sahip bu 13 farklı pestisit tamami GP bakteriler üzerinde etkili olurken, sadece 3'ü 2 farklı GN bakteri üzerinde etkili bulunmuştur. Pestisitlere karşı GP bakterilerin, GN bakterilere göre çok daha hassas olduğu tespit edilmiştir.

Çevrenin pestisite maruz kalmasında toprak tipi, iklimsel faktörler, yapılan tarımsal işlemler, pestisit uygulama zamanı, uygulama şekli, aletin özellikleri gibi pek çok faktör kritik rol oynamaktadır. Örneğin, Khan ve ark. (2006), herbisitlerin kumlu- killi- tınlı topraklarda nohutun mikrobiyal birlikteliği ve canlılığı üzerinde önemli düzeyde olumsuz etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir. Her bir aktif maddenin tek başına mikroorganizmalar üzerine etkinliklerinin test edilmesi elbette ki büyük önem arz etmektedir. Ancak, bitkisel üretimde bir üründe aynı vejetasyon süresi içerisinde bir pestisit birkaç defa kullanıldığı gibi, çok sayıda farklı aktif madde içerikli pestisitler de aynı üretim alanlarında kullanılmaktadır. Bu aktif maddelerin bitkiden veya toprak yüzeyinden yıkanarak toprak derinliklerine indiğinde birbirleri ile olan yeni kimyasal bağlanmalar veya kopmaları sonucu oluşabilecek yeni maddelerin toksisite konularında herhangi bir bilgi mevcut değildir.

Topraktaki faydalı veya zararlı mikrobiyal popülasyonların dengesindeki bozulmaların mutlaka toprakta birçok dengeyi değiştireceğini düşünmek çok da yanlış bir bakış açısı olmayacaktır. Popülasyonda dominant olan patojen, pestisit uygulaması ile kontrol edildiğinde, azınlıkta olan bir diğer patojen yeni dominant patojen olarak ortaya çıkabilmektedir. Örneğin; *Rhizoctonia solani*'yi kontrol etmek için pentachloronitrobenzen içerikli fungusitlerin kullanılmasının *Pythium* ve *Fusarium* türlerinin neden olduğu fidelik hastalıklarının artmasına yol açtığı, benzimidazole ve chlorothalonil içerikli fungusitlerin kullanılmasının ise *Sclerotium rolfsii*'nin doğal antagonisti olan *Trichoderma viride*'yi baskı altına almasından dolayı hastalığın artmasına neden olduğu belirtilmektedir (Sinha ve ark., 1998). Ayrıca, fungusit uygulama programlarının başarısızlığında yanlış kullanım ve uygun olmayan püskürtme zamanlamasının da etkili olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır (Köycü ve ark., 2018).

Bitki gelişimi açısından özellikle GP bakteriler içerisinde yer alan *Bacillus* ve *Paenibacillus* cinslerine dahil birçok türün çok önemli olduğu bilinmektedir. Bu çalışmada pestisitlerin bu bakteri cinslerine ait test edilen türlere etkili olması pestisitlerin faydalı bakteriler üzerindeki baskısı açısından oldukça dikkat çekicidir. Ayrıca, test

edilen toplam 39 pestisitinin hiç birisinin patojen bakteri *E. amylovora* (Kotan ve ark., 2004) ve *P. syringae* pv. *syringae* (Kotan ve Şahin, 2006) üzerinde bakteriyosidal etki göstermemesi de dikkat çekicidir. Patojen mikroorganizmaların ekstrem koşullara dayanımının patojen olmayanlara kıyasla çok daha yüksek olduğu fikrini destekler niteliktedir. Ancak, çok daha doğru yorumlar yapılabilmesi için pestisitlerin mikrobiyal topluluklar üzerindeki uzun vadeli etkileri ve toprak ortamındaki uzun vadeli eko-toksikolojik etkileri üzerinde iyi tasarlanmış çalışmalara ihtiyaç olduğu da muhakkaktır.

Pestisitler sadece toprakta veya çevredeki faydalı mikrobiyal fauna üzerine olumsuz etki etmekle kalmamaktadırlar. Bitkilerin doğrudan veya dolaylı olarak toprakta kalan pestisiti bünyesine alması ve bu bitkilerin insan gıdası veya hayvan yemi olarak kullanılması sonucunda pestisitler insanların gıda zincirine girmektedirler (Tiryaki ve ark., 2010). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), gelişmekte olan ülkelerde tarımda kullanılan kimyasallardan dolayı yılda üç milyon zehirlenme vakası olduğunu belirtmektedir (Meena ve ark., 2020). Kirliliğe toprakta sağlıksız yetişen bitkisel ürünler ise insan ve hayvan hayatını doğrudan olumsuz etkilemektedir (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010). Ağır metaller; maruz kalınan doz, genetik, kişinin bağışıklık direnci ve genel sağlık hali, yaşı, beslenme düzeyi gibi faktörlere bağlı olarak insanlarda en başta kanser olmak üzere çeşitli hastalıklara sebep olmaktadır (Çağlarırnak ve Hepçimen, 2010). Özellikle bu toksik maddelerin içme sularına karışabilirlikleri de düşünüldüğünde konunun çok daha kaygı verici olduğu anlaşılmaktadır. Bu yüzden, tarımsal faaliyetlerde bulunan işletmelerin, içme suyu havza alanlarındaki olumsuz etkilerinin mutlaka minimize edilmesi gerekmektedir (Olhan ve Ataseven, 2009). Ayrıca, pestisitlerin insanlarda toksik olmaları nedeniyle mücadelede çalışan herkesin bunların kullanımı sırasında meydana gelebilecek potansiyel zarardan sakınmaları büyük önem taşımaktadır (Yeşil ve Ögür, 2011).

Tarımda kullanılan kimyasal gübrelerin de pestisitlere benzer etkilerinin olduğu ve özellikle yüksek dozlarda kullanıldıklarında azotlu gübrelerin sağlık ve çevresel açıdan ciddi riskler oluşturduğu bilinmektedir. Bu kimyasal gübreler özellikle de yoğun tarım yapılan alanlarda yeterli uygulanmadığında verim ve kalitede önemli kayıplara neden olmakta, buna karşın fazla uygulandığında ise özellikle azot ve fosforlu gübrelerin yıkanması ile taban ve yüzey sularının kirliliğine, azot oksit (NO , N_2O , NO_2) emisyonu ile de hava kirliliğine yol açmakta, ayrıca, azotlu gübrelerin fazla kullanılması durumunda da özellikle yaprağı yenen sebze türlerinin yapraklarındaki nitrat miktarından dolayı da insan sağlığının olumsuz etkilenmesine neden olduğu kaydedilmektedir (Atılğan ve ark., 2007).

4. Sonuç

Bu çalışmada test edilen insektisit, fungusit ve herbisit içeriklerinde kullanılan aktif maddelerden faydalı bakteriler üzerindeki etkileri bakımından yapılacak bir değerlendirmeden riski yüksek olandan daha düşük olana doğru bir sıralama yapmak gerekebilir. Buna göre; **1.** İnsektisit aktif maddelerinden sırası ile ethoprophos, lambda-cyhalothrin, chlorpyrifos ve abamectin; **2.** Fungisit aktif maddelerinden sırası ile propiconazole + difenoconazole, bakır pentahidrat, chlorothalonil, thiram tetramethyithiuram disulphide, cyprodinil ve carboxin +thiram, tebuconazole 60 g/l ve tebuconazole; **3.** Herbisit aktif maddelerinden sırası ile clomazone, monilate, pendimethalin, quizalofop-p-ethyl ve oxadiazon içerikli ürünlerin kullanımında çok daha dikkatli olunması gerekir. Bu aktif maddeler antimikrobiyal etkilerinden dolayı kesinlikle bakteri ya da fungus içerikli mikrobiyal gübre veya biyopestisitler ile karıştırılmamalı, mutlak kullanılmak zorunda kaldığı zaman ise önce ilaç uygulanmalı, en az 4-5 gün geçtikten sonra da mikrobiyal ürün uygulaması yapılmalıdır. Daha önce mikrobiyal ürün uygulaması yapılmışsa da mutlaka mikrobiyal ürün tekrar uygulanmalıdır. Risk grubunda olmayan ve herhangi bir bakterisidal etkisinin olmadığı görülen aktif maddeli pestisitlerde ise daha detaylı çalışmalara gerek olduğu, ancak biyolojik ürünler ile uygulama zorunluğu olduğu durumlarda ise hemen uygulama öncesi karıştırılarak, hiç bekletilmeden uygulanması önerilebilir. Bunun için de tarımda kullanılan kimyasal gübre ve pestisitlere alternatif sağlık ve çevre açısından risk içermeyen ürünlere ve çevre dostu tarım yöntemlerine mutlaka ihtiyaç vardır.

Kaynakça

- Aktar W., Sengupta D., Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. *Interdisc Toxicology*, 2 (1): 1-12.
- Agrios, G.N. (2005). *Plant Pathology*. 5th Edition, Elsevier Academic Press, Amsterdam, 26 (27): 398-401.
- Alper, S. (2010). *Türkiye’de Bitkisel Üretimde Girdi Kullanımının Yarattığı Çevresel Sorunlar*. (TÜİK Uzmanlık Tezi) Samsun.
- Al-Ani, M.A., Hmoshi, R.M., Kanaan, I.A., Thanoon, A.A. (2019). Effect of pesticides on soil microorganisms. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1294 (7): 072007.
- Arora, S., Sahni, D. (2016). Pesticides effect on soil microbial ecology and enzyme activity-An overview. *Journal of Applied and Natural Science*, 8 (2): 1126-1132.
- Atılğan, A., Coşan, A., Saltuk, B., Erkan, M. (2007). Antalya yöresindeki seralarda kimyasal ve organik gübre kullanım düzeyleri ve olası çevre etkileri. *Ekoloji*, 15 (62): 37-47.
- Büyük, G., Akça, E., Kume, T., Nagano, T. (2016). Investigation of nitrate pollution in groundwater used for irrigation in Konya-Karapınar Region, Central Anatolia. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 19 (2): 168-173.
- Canhilal, R., Tiryaki, O. (2010). Kayseri ve civarında bitki koruma uygulamaları: problemler ve çözüm önerileri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26(2): 88-101.
- Çağlarımak, N., Hepçimen, A.Z. (2010). Metal toprak kirliliğinin gıda zinciri ve insan sağlığına etkisi. *Akademik Gıda*, 8 (2): 31-35.
- Delen, N. (2016). *Fungisitler. Geliştirilmiş ve Güncellenmiş 2. Baskı*, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti., ISBN: 978-605-320-347-6, Ankara.
- Delen, N., Durmuşoğlu, E., Güncan, A., Güngör, N., Turgut, C., Burçak, A. (2005). Türkiye’de pestisit kullanımı, kalıntı ve duyarlılık azalışı sorunları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi*, 3-7 Ocak, S. 629-648. Ankara, Türkiye.
- Demir, O., Kotan, R., Yıldırım, Z.N. (2018). An economic improvement practice on natural rangelands: Plant Growth Promotion Bacteria. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (9): 6162-6167.
- Dickinson, C.H. (1973). Interactions of fungicides and leaf saprophytes. *Pesticide Science*, 4: 563-574.
- Durmuşoğlu, E., Tiryaki, O., Canhilal, R. (2010). Türkiye’de pestisit kullanımı, Kalıntı ve dayanıklılık sorunları. *VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi*, S. 589-607, Ankara, Türkiye.
- El Fantroussi, S., Verschuere, L., Verstraete, W., Top, E.M. (1999). Effect of phenylurea herbicides on soil microbial communities estimated by analysis of 16S rRNA gene fingerprints and community level physiological profiles. *Applied Environmental Microbiology*, 65: 982-988.
- Esringü, A., Kotan, R., Bayram, F., Ekinci, M., Yıldırım, E., Nadaroğlu, H., Katircioğlu, H. (2016). Sarımsak yetiştiriciliğinde farklı bakteri biyofarmülasyonu uygulamalarının bitki gelişim parametreleri, verim ve enzim düzeyleri üzerine etkisi. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, TARGİD Özel Sayı*, 214-227.
- Fabra, A., Duffard, R., Duffard, A.E. (1997). de Toxicity of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid to *Rhizobium* sp in pure culture. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 59: 645-652.
- Govedarica, M., Milošević, N., Konstantinovič, B. (2001). Uticaj dimetenamida i metalahlora na mikrobiološka svojstva zemljišta pod šećernom repom. *V Jugosl. Savetov. O Zašt. Bilja Zlatibor*, 12: 3-8.
- Göktürk, T., Tozlu, E., Kotan, R. (2018). Prospects of entomopathogenic bacteria and fungi for biological control of *Ricania simulans* (Walker, 1851) (Hemiptera: Ricaniidae). *Pakistan Journal of Zoology*, 50 (1): 75-82.
- Heinonen-Tanski, H., Siltanen, H., Kilpi, S., Simojoki, P., Rosenberg, C., Mäkinen, S. (1985). The effect of the annual use of some pesticides on soil microorganisms, pesticide residues in soil and carrot yields. *Pesticide Science*, 17 (2): 135-142.
- İmriz, G., Özdemir, F., Topal, İ., Ercan, B., Taş, M.N., Yakışır, E., Okur, O. (2014). Bitkisel üretimde bitki gelişimini teşvik eden Rizobakteri (PGPR)’ler ve etki mekanizmaları. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi*, 12 (2): 1-19.
- Jena, P.K., Adhya, T., Rajaramamohan, K., Rao, V. (1987). Influence of carbaryl on nitrogenase activity and combinations of butachlor and carbofuran on nitrogen-fixing micro-organisms in paddy soils. *Pesticide Science*, 19: 179-184.
- Karagöz, K., Kotan, R., Dadaşoğlu, F., Dadaşoğlu, E. (2016). Identification and characterisation of potential biofertilizer bacterial strains. *International Conference on Advances in Natural and Applied Sciences*, 21-23 April, S. 114-118, Antalya, Turkey.
- Khan, M.S., Zaidi, A., Rizvi, P.Q. (2006). Biotoxic effects of herbicides on growth, nodulation, nitrogenase activity, and seed production in chickpeas. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*, 37: 1783-1793.
- Koç, İ., Yardım, E.N. (2019). Pestisitlerin ve odun sirkesinin bazı mikrobiyal ve fiziko-kimyasal toprak parametrelerine etkilerinin araştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22 (6): 896-904.

- Kotan R. (2002). *Doğu Anadolu Bölgesi'nde Yetiştirilen Yumuşak Çekirdekli Meyve Ağaçlarından İzole Edilen Patojenik ve Saprofitik Bakteriyel Organizmaların Klasik ve Moleküler Metodlar ile Tanısı ve Biyolojik Mücadele İmkânlarının Araştırılması*. (Doktora Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Kotan R. (2020). Tarımda Biyolojik Çözümler. Harman Yayıncılık, Ege Basım Matbaa ve Reklam Sanatları Ltd. Şti., 1. Baskı, İstanbul.
- Kotan, R., Şahin, F. (2006). Biological control of *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* and nutritional similarity in carbon source utilization of pathogen and its potential biocontrol agents. *Journal of Turkish Phytopathology*, 35 (1-3): 1-13.
- Kotan, R.**, Şahin, F., Ala, A. (2004). Nutritional similarity in carbon source utilization of *Erwinia amylovora* and its potential biocontrol agents. *Journal of Turkish Phytopathology*, 33 (1-3): 25-38.
- Köycü, N.D., Özer, C., Solak, E., Delen, N. (2018). Infection of *Botrytis cinerea* in Different Fungicide Application Programs in Semillon Grape. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (3): 61-67.
- Lo, C.C. (2010). Effect of pesticides on soil microbial community. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 45 (5): 348-359.
- Meena, H., Meena, R.S., Rajput, B.S., Kumar, S. (2016). Response of bio-regulators to morphology and yield of clusterbean [*Cyamopsis tetragonoloba* (L.) Taub.] under different sowing environments. *Journal of Applied and Natural Science*, 8: 715-718.
- Meena, R.S., Kumar, S., Datta, R., Lal, R., Vijayakumar, V., Brtnicky, M., Sharma, M.P., Yadav, G.S., Jhariya, M.K., Jangir, C.K., Pathan, S.I., Dokulilova, T., Pecina, V., Marfo, T.D. (2020). Impact of agrochemicals on soil microbiota and management: A Review. *Land*, 9: 34.
- Olhan, E., Ataseven, Y. (2009). Türkiye'de içme suyu havza alanlarında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanabilecek kirliliği önleme ile ilgili yasal düzenlemeler. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2): 161-169.
- Ören, A., Özbolat, K., Dıġrak, M. (2009). Kahramanmaraş Yöresinde yaygın olarak kullanılan bazı pestisitlerin toprak mikroorganizmaları üzerine etkisi. *KSÜ Doġa Bilimleri Dergisi*, 12 (1): 23-28.
- Samancıoġlu, A., Yıldırım, E., Turan, M., Kotan, R., Şahin, U., Kul, R. (2016). Amelioration of drought stress adverse effect and mediating biochemical content of cabbage seedlings by plant growth promoting rhizobacteria. *International Journal of Agriculture and Biology*, 18: 948-956.
- Sinha, A.P., Singh, K., Mukhopadhyay, A.N. (1998). Soil Fungicides. Boca Raton, Florida.
- Tiryaki, O., Canhilal, R., Horuz, S. (2010). Tarım ilaçları kullanımı ve riskleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 26 (2): 154-169.
- Tokatlı, C., Atılgan Helvacıoġlu, İ. (2020). Tarımsal kirliliġin Trakya Bölgesi sucul habitatları üzerine etkilerinin temel bileşen analizi kullanılarak deġerlendirilmesi: makro ve mikro elementler-aġır metaller. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2): 137-148.
- Tozlu, E., Mohammadi, P., Kotan, M.Ş., Nadaroglu, H., Kotan, R. (2016). Biological control of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de bary, the causal agent of white mold disease in red cabbage by some bacteria. *Plant Protection Science*, 52 (3): 188-198.
- Ubuoh, E.A., Akhionbare, S.M.O., Akhionbare, W.N. (2012). Effects of pesticide application on soil microbial spectrum: case study-fecolart demonstration farm, Owerri-West, Imo state, Nigeria. *International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering*, 3 (2): 34-39.
- Yeşil, S., Öġür, E. (2011). Zirai mücadelede pestisit kullanımının Türkiye ve Konya ölçeğinde deġerlendirilmesi ve pestisit kullanımının olası sakıncaları. *I. Konya Kent Sempozyumu*, 26-27 Kasım, S. 439-450. Konya, Türkiye.
- Yıldız, F. (2011). Bitki Koruma (Fitopatoloji). Bornova, İzmir.
- Yıldız, M., Gürkan, O., Turgut, C., Kaya, Ü., Ünal, G. (2005). Tarımsal savaşımında kullanılan pestisitlerin yol açtığı çevre sorunları. *VI. Türkiye Ziraat Mühendisliġi Teknik Kongresi*, 3-7 Ocak, S. 22, Ankara, Türkiye.

Effects of Chemical and Organic Fertilizer Treatments on Yield and Quality Traits of Industrial Tomato

Kimyasal ve Organik Gübre Uygulamalarının Sanayi Domatesinin Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri


Ahmet TURHAN^{1*}, Neşe ÖZMEN²

Abstract

Increasing plant production by protecting the environment is one of the main goals of today's agriculture. On the other hand, the use of both inorganic and organic fertilizers is becoming increasingly extensive. This study was carried out in field conditions to determine the effects of organic and inorganic fertilization on yield and quality characteristics of industrial tomato (*Solanum lycopersicum* L., cv. Heinz 1015 F₁). For this purpose, contents of fruit total soluble solid contents, total dry matter, titratable acidity, lycopene, total carotenoids, and vitamin C contents and yield (marketable yield and paste yield) were determined. Experiments were conducted in randomized blocks design with 3 replications. There were seven experimental treatments as of control (without fertilizer), chemical fertilizer, organic farmyard manure, sheep manure, poultry manure, vermicompost and leonardite. According to the research results, the highest marketable and tomato paste yield were obtained from chemical fertilizer, followed by organic fertilizers and the lowest values were obtained from the control. As compared to chemical fertilizers, organic fertilizers influenced fruit quality attributes more positively. The highest lycopene, total carotenoid and vitamin C contents were obtained from organic fertilizers, especially from poultry manure. Fruit soluble solids and dry matter contents, important processing traits assumed by tomato industry, were obtained from poultry manure treatments. Fruits from leonardite-treated plants had considerably higher titratable acidity levels. Except for total dry matter and titratable acidity, lowest values of quality parameters considered important in industrial tomatoes were obtained from unfertilized (control) plots. Present findings revealed that chemical fertilizers were essential for high and economic yield levels in tomato farming, but organic fertilizers should also be supplemented to improve tomato fruit quality attributes.

Keywords: Yield, Quality, Organic fertilizers, Chemical fertilizers, Tomato

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Ahmet TURHAN, Bursa University of Uludag, Mustafakemalpaşa Vocational School, Department of Plant and Animal Production, 16500, Bursa and Turkey. E-mail: turhan@uludag.edu.tr  ORCID: 0000-0002-1976-8082.

²Neşe ÖZMEN, Bursa University of Uludag, Mustafakemalpaşa Vocational School, Department of Food Processing, 16500, Bursa and Turkey, E-mail: nozmen@uludag.edu.tr  ORCID: 0000-0001-5244-6256.

Atıf/Citation: Turhan, A., Özmen, N. 2021. Effects of Chemical and Organic Fertilizer Treatments on Yield and Quality Traits of Industrial Tomato. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 213-221.

Özet

Çevreyi koruyarak bitkisel üretimi artırmak günümüz tarımının ana hedeflerinden birisidir. Diğer yandan, inorganik ve organik gübrelerin kullanımı giderek artmaktadır. Bu çalışma organik ve inorganik gübrelemenin domatesin (*Solanum lycopersicum* L., cv. Heinz 1015 F₁) verim ve kalite özelliklerine etkisini belirlemek amacıyla tarla koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla domates meyvesinde toplam suda çözülebilir kuru madde, toplam kuru madde, titre edilebilir asitlik, likopen, toplam karotenoid ve C vitamin içerikleri ile verim (pazarlanabilir meyve ve salça verimi) belirlenmiştir. Deneme tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak, 3 tekrarlamalı olarak planlanmış ve domates bitkilerine kontrol (gübre uygulanmayan), kimyasal gübre, organik çiftlik gübresi, koyun gübresi, tavuk gübresi, solucan gübresi ve leonardit olmak üzere yedi farklı gübre uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, domateste en yüksek pazarlanabilir meyve verimi ve salça verimi kimyasal gübrelemeden elde edilirken, bunu organik gübreler izlemiş ve en düşük verim değerleri kontrol uygulamalarından elde edilmiştir. Organik gübrelerin kullanımı, meyve kalite özelliklerini kimyasal gübrelere göre daha olumlu etkilemiştir. En yüksek meyve likopen, toplam karotenoid ve C vitamin içerikleri organik gübrelerden, özellikle tavuk gübresinden elde edilmiştir. Domates işleme endüstrisi için önemli sayılan meyvede suda çözünebilir katılar ve kuru madde içerikleri bakımından en yüksek değerler tavuk gübresinde bulunmuştur. Leonardit uygulanmış domateslerde titre edilebilir asitlik önemli derecede yüksektir. Diğer taraftan sanayi domateslerinde kalite özellikleri (toplam kuru madde ve titre edilebilir asitlik hariç) en düşük meyveler, gübre uygulanmayan domates bitkilerinden elde edilmiştir. Araştırma sonuçları verimli ve ekonomik domates yetiştiriciliği için kimyasal gübrelerin gerekli olduğunu, aynı zamanda domates meyve kalitesini arttırmak için de organik gübrelerin kullanılması gerektiğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Verim, Kalite, Organik gübreler, Kimyasal gübreler, Domates

1. Introduction

Fertilizers implicate substances applied to soil to supply essential chemicals required for plant growth and development (Ulusu and Yavuzaslanoğlu, 2015). Insufficient fertilizations result in serious losses in yield and quality. On the other hand, excessive applications result in nitrogen and phosphorus leaching into ground waters and then into surface waters through groundwater flows and consequently water pollution. Nitrous oxide emissions also generate air pollution (Güler, 2004).

Plant growth and yield largely depend on quality and quantity of fertilizers (Chang et al., 2010). Fertilizers are classified into two broad groups as of inorganic and organic. Organic fertilizers are generally obtained from plant and animal wastes or minerals, thus they are renewable and soluble in nature and therefore they are sustainable and environment-friendly substances. Organic fertilizers improve soil structure and increase water and nutrient holding capacity of the soils (Ulusu and Yavuzaslanoğlu, 2015). As it was in inorganic fertilizers, organic fertilizers not only the improve plant growth and development through meeting plant nutrient requirements, but also suppress pest populations (Bulluck and Ristaino, 2002). Nileemas and Sreenivasa (2011) reported that organic fertilizer treatments increased soil microbial activity and improved availability of nutrients for tomatoes. Edmeades (2003) reported that organic fertilizers (sheep, cattle manure and poultry litter and green fertilizers) improved organic matter accumulation and soil N, P, K, Ca and Mg contents.

Schnitzer and Khan (1972) indicated that humic compounds improved plant nutrient uptake from the soils, soil water holding capacity, loosened soil structure and improved soil aeration. Humic substances are primary constituents of leonardite and can be classified into humic acid and fulvic acid. Leonardite is rich in organic matter (50-75%) and its humic acid content varies between 30-80% (Akinremi et al., 2000). İstanbulluoğlu (2012) defined that leonardite as an organic substance not fully carbonized like coal and rich in humic acid, organic carbon, macro and micronutrients. Demirkiran et al. (2012) indicated that leonardite could efficiently be used as a fertilizer in organic tomato farming. Vermicompost treatments had positive effects also on soil physical characteristics, increased aggregate stability and decreased bulk density of the soils (Aktaş and Yüksel, 2020). It was reported in previous studies that humic compounds, including humic acid, improve plant root and shoot growth and development and nutrient uptake and enhance plant resistance to biotic and abiotic stress factors (Akinremi et al., 2000; Dursun et al., 2002; Serenella et al., 2002; Cimrin and Yılmaz, 2005; Unlu et al., 2010).

Chemical and organic fertilizers may have both positive and negative impacts on plant growth and development and soil structure. Chemical fertilizers are relatively cheaper, easy to use, contain high quantity of nutrients and they can easily be up taken by the plants. On the other hand, excessive use of chemical fertilizers results in soil degradation, ground and surface water pollution through nutrient leaching into these sources, soil acidity or alkalinity, reduction in beneficial microbial populations, increase plant sensitivity against the pests. Chemical fertilizers also pose some risks on environment, human and animal health (Chen 2006; Mahmood et al., 2017). Therefore, organic fertilizers are started to be used in agricultural practices as an alternative to chemical fertilizers (Ece et al., 2007).

Tomato is one of the most important fruit crops grown throughout the world (Atkinson et al., 2011). Tomato is consumed in different forms including bulk paste, puree, ketchup, tomato juice, fresh and dry tomato. In 2019, 4.005.935 tons industrial tomato was produced in Turkey. Bursa province with an annual production of 1.152.974 tons is the leading industrial tomato producing province of Turkey (TUIK, 2019). It is quite significant to search for whether organic or inorganic fertilizers are to be used in industrial tomato cultivation, or a mid-way should be found between two types of fertilizers. Therefore, this study was conducted to investigate the effects of organic and inorganic fertilizers on industrial tomato yield and quality attributes influencing tomato paste quality.

2. Materials and Methods

2.1. Plant material and experimental site

Field experiments were conducted in summer growing season (May-August) of 2019 over the experimental fields of Mustafakemalpaşa Vocational School of Bursa Uludağ University (40°02' N, 28°23' E., altitude 22 m). "Heinz-1015" industrial hybrid tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivar, commonly used in commercial tomato farming of Turkey, was used as the plant material of the experiments. Tomato seedlings were supplied from a commercial seedling company (Marmara Seedling Product. Agri. Industry Trade Ltd. Co. Bursa, Turkey).

Experimental soils were clay-loam in texture, unsaline (0.49 dS m⁻¹) with slightly alkaline reaction (pH=7.9) and high lime content (11.9%). Soils were rich in available potassium (283.0 mg kg⁻¹), low in phosphorus (11.8 mg kg⁻¹), poor in organic matter (2%), moderate in total nitrogen (0.17%), and sufficient in zinc (0.71 mg kg⁻¹). Summers are hot and dry and winters are rainy in the region. Long-average climate data (1928 – 2018) and climate data for the tomato growing season of the region (May-August 2019) are provided in *Table 1*.

Table 1. Climatic data in long-time averages and averages for the months of the study

Months	Precipitation (mm)		Relative humidity (%)		Mean temperature °C	
	2019	1928-2018	2019	1928-2018	2019	1928-2018
May	52	43.4	72	62	19.7	17.7
June	37	36.5	64	58	24.4	22.1
July	35	17.7	65	56	24.5	24.5
August	26	13.8	64	57	25.1	24.3

2.2. Agronomic practices

The experimental design consisted of randomized complete blocks with three replicates. Each replicate had 20 plants. About 1.5 m spacing was provided between the plots. Two extra rows were placed around each plot as to consider side effects. Treatments were randomly assigned to each plot. Tomato seedlings were planted in the field with 35cm between plants within rows x 140 cm between rows spacing on 7th of May. Herbicide was not applied and weed control was practiced with manual hoeing. Standard cultural practices were applied throughout the growing season. Plants were irrigated with drip irrigation method and irrigation water was supplied from groundwater.

Six different fertilizers (5 organic fertilizers and one chemical fertilizer) were applied to tomato plants. Fertilizers were not applied to control plots (T₀). Chemical fertilizer (T₁) was applied to experimental plots at soil tillage. As base fertilization P₂O₅ 80 kg ha⁻¹, K₂O 50 kg ha⁻¹ and 75 kg ha⁻¹ N were applied before sowing and additional N 75 kg ha⁻¹ was applied at small-fruit stage (Şalk et al., 2008). The source used were triple super phosphate, potassium sulphate and ammonium sulfate. All organic fertilizer treatments; organic farmyard manure (T₂), sheep manure (T₃), poultry manure (T₄), vermicompost (T₅) and leonardite (T₆) were performed three weeks before planting as 30 t ha⁻¹. In this study, the applied quantities of organic fertilizers were based on usual application by local farmers (Mohammad et al., 2013).

Organic fertilizers were supplied from a commercial supplier. Some characteristics of organic fertilizers are provided in *Table 2*.

Table 2. Some physical and chemical properties of organic manures used in the experiment

Treatments	Organic matter (%)	C/N	Moisture (%)	pH	N (%)	P (%)	K (%)
Organic Farm Manure	50	12.0	20	7.0-8.0	2.50	2.50	2.50
Sheep Manure	53	19.0	35	6.7	1.55	0.57	1.58
Poultry manure	65	4.9	15	5.5-7.5	4.00	2.00	2.00
Vermicompost	30-50	12.8	25-35	7.0-9.0	2.50	2.00	2.50
Leonardite	40	17.0	35	5.8-7.8	1.79	0.24	1.35

2.3. Harvest and Analyses

Tomato fruits were harvested at full-red stage between 26 July – 15 August in 6 harvests. Fruits were picked when totally ripe and classified as marketable or non-marketable (fruits with mechanical, physiologic and/or phytosanitary damages) (Campos et al., 2006). Marketable fruits were weighed after each harvest and marketable yield t ha⁻¹ was calculated by taking 1.40 x 0.35m spacing into consideration. For paste yield (PY, t ha⁻¹); harvested

tomato fruits were washed, scrapped, chopped and heated up to 85-90 °C (heated processing method), passed through pulper. Resultant pulp was evaporated in open caldrons until soluble solids dry matter of 28% (28⁰Brix) (Cemeroğlu et al., 2003).

For analyses, 10 fruits were randomly selected from each plot after each harvest. Selected fruits were washed through tap water, and then rinsed through distilled water. Cleaned fruits were deseeded and ground. Ground samples were dried in an oven at 70 °C for 48 hours and weighed to get dry matter (DM, %) contents. Soluble solid contents (SSC) were determined in a refractometer (Abbe-type refractometer, model 60/Direct Reading, Bellington and Stanley Inc., Kent, UK) directly with the use of fruit juice and results were expressed in °Brix at 20 °C. Titratable acidity (TA) content was determined by titration with 0.1 N sodium hydroxide (NaOH), using phenolphthalein as an indicator and results were expressed in % citric acid (Soare et al., 2018). The lycopene and total carotenoid contents were determined by petroleum ether-acetone extraction and measured at the wavelength of 452 and 472 nm using a spectrophotometer (Shimadzu UV-1208, Shimadzu Co., Kyoto, Japan) (Adsule and Dan, 1979; Tepic et al., 2006). Lycopene and carotene contents were expressed in mg 100 g⁻¹. Vitamin C (ascorbic acid) (mg 100 g⁻¹) content was determined by indicator of homogenate fresh samples (AOAC, 1980).

2.4. Statistical analyses

Experimental data were subjected to analysis of variance with SPSS software (IBM® SPSS® Statistics for Windows, Version 20.0, Copyright, 2011, IBM Corp, Armonk, NY). Significant means were compared with the use of Duncan's multiple range tests.

3. Results and Discussion

Effects of chemical and organic fertilizer treatments on marketable yield were found to be significant (Table 3). The highest yield (70.22 t ha⁻¹) was obtained from chemical fertilizer treatment and the lowest yield (15.24 t ha⁻¹) was obtained from the control treatments (no fertilizer application). Organic fertilizer treatments had greater yields than the control, but lower than the chemical fertilizer treatments. Considering the effects of treatments on yield, experimental treatments sorted by Duncan groups were ordered as; T₁ > T₄ > T₃ > T₅ ≥ T₂ > T₆ > T₀. Complying with the present findings, Mahmood et al. (2017) indicated that high chemical fertilizer quantities increased yields in intensive production systems. Heeb et al. (2006) indicated limited effects of organic fertilizers on plant growth and yield as compared to chemical fertilizers. Such limited effects of organic fertilizers were attributed to slower release of nutrients from the organic fertilizers than from the chemical fertilizers and reductions in leaf S, P and N concentrations. Okur et al. (2007) reported that organic fertilizers improved soil fertility through accelerated microbial activity. In this study, among the organic fertilizers, poultry manure was remarkable with a yield level of 60.05 t ha⁻¹. Masarirambi et al. (2010) and Rees and Castle (2002) also pointed out the significance of poultry manure and reported higher yields from poultry manure treatments as compared to the other organic fertilizers.

Effects of different fertilizer treatments on tomato paste yield varied based on source of fertilizer (Table 3). Both chemical and organic fertilizer treatments had positive effects on tomato paste yields. The lowest tomato paste yield (2.90 t ha⁻¹) was obtained from the control treatments and the greatest tomato paste yield (14.55 t ha⁻¹) was obtained from chemical fertilizer treatments followed by organic fertilizers. Among the organic fertilizers, poultry manure produced significant increase in tomato paste yield (13.29 t ha⁻¹). In terms of paste yield all treatments can be arranged in decreasing order as follows: T₁ > T₄ > T₃ > T₅ ≥ T₂ > T₆ > T₀.

Table 3. Effects of chemical and organic fertilizer applications on paste and marketable fruit yield and fruit quality characters

Treatments	MY	PY	TSSC	DM	TA	Lycopene	Carotenoids	Vitamin C
(T)	(t ha ⁻¹)		(⁰ Brix)	(%)		(mg 100g ⁻¹)		
T ₀	15.24 f	2.90 f	5.41 c	6.44 ab	0.48 ab	5.93 f	6.94 f	20.42 d
T ₁	70.22 a	14.55 a	5.80 b	6.11 bc	0.48 ab	7.14 e	8.21 e	26.31 b
T ₂	51.41 d	10.36 d	5.65 bc	6.02 c	0.46 a-c	7.46 c	9.50 c	26.99 b
T ₃	57.60 c	11.83 c	5.75 bc	6.34 a-c	0.41 cd	7.90 a	9.94 a	22.59 c
T ₄	60.05 b	13.29 b	6.20 a	6.68 a	0.43 bc	7.92 a	9.98 a	29.06 a
T ₅	52.10 d	10.25 d	5.51 bc	6.18 bc	0.37 d	7.79 b	9.73 b	23.45 c
T ₆	46.89 e	9.21 e	5.50 bc	5.65 d	0.50 a	7.26 d	8.67 d	22.34 cd

As: T₀ control "no fertilizer application", T₁ chemical fertilizer, T₂ organic farm manure, T₃ sheep manure, T₄ poultry manure, T₅ vermicompost, T₆ leonardite, MY marketable yield, PY paste yield, SSC soluble solid content, DM dry matter, TA titratable acidity

Chemical and organic fertilizers were applied to soil to investigate the effects of experimental treatments on fruit quality traits of tomato and results are provided in Table 3. According to variance analysis, effects of experimental treatments on soluble solids content were found to be significant. The highest soluble solid contents were obtained from poultry manure-treated fruits (6.20). Such a finding complies with the results of earlier studies conducted on tomatoes (Chassy et al., 2006; Barrett et al., 2007; Rickman and Barrett, 2008; Bilalis et al., 2018). Positive effects of poultry manure treatments on fruit quality of Sadia F₁ and Sun cherry tomato cultivars were reported by Kalbani et al. (2016). Alternatively soluble solid contents were the lowest in control plants (5.41) while chemical fertilizer resulted in second highest soluble solid contents, farmyard manure, sheep manure, vermicompost and leonardite treatments yielded closer soluble solid contents to each other. However, the use of vermicompost is very important for sustainable agriculture (Bellitürk et al., 2020).

Cemeroğlu (2011) indicated that processing tomatoes should have certain quality attributes, and Yıldız (2004) pointed out the processing tomatoes should have high dry matter contents. Dry matter contents of tomato fruits were significantly influenced by the experimental treatments (Table 3). The greatest dry matter content (6.68%) was obtained from poultry manure-treated plants. Dry matter contents slightly decreased in sheep manure and chemical treatments and the lowest dry matter content (5.65%) was obtained from leonardite treatments. Effects of experimental treatment on dry matter contents were ordered as; T₄ > T₀ > T₃ > T₅ ≥ T₁ > T₂ > T₆.

The greatest titratable acidity (0.50%) was obtained from leonardite treatments and the lowest titratable acidity (0.37%) was obtained from vermicompost treatments (Table 3). Control, chemical fertilizer and farmyard manure treatments also had high fruit acidity values and these treatments were respectively followed by sheep manure and poultry manure treatments. Bilalis et al. (2018) indicated titratable acidity as an important quality criterion for processing tomatoes. Barrett et al. (2007) reported greater titratable acidity values for organically grown tomatoes.

Since fruit color directly influence tomato paste color, it is considered as a significant quality criterion. Lycopene is responsible of fruit red color. High lycopene and total carotenoid contents are desired by tomato processing industry since high levels of both parameters increase the quality and antioxidant content of tomato paste (DePascale et al., 2001; Marković et al., 2006; Lambelet et al., 2009). In present study, significant differences were observed in fruit lycopene and total carotenoid contents of experimental treatments (Table 3). Organic fertilizer treatments resulted in superior data in comparison to the control and inorganic fertilizer application. Among the organic fertilizers, poultry and sheep manure treatments yielded the highest lycopene (7.92 and 7.90 mg L⁻¹, respectively) and carotenoid (9.98 and 9.94 mg L⁻¹, respectively) contents. Alternatively the lowest lycopene and carotene (5.93 and 6.94 mg L⁻¹, respectively) contents were obtained from the control treatments without any fertilizers.

Variance analysis revealed that experimental treatments had positive effects on fruit vitamin C contents (Table 3). As compared to the control, both inorganic and organic fertilizers significantly increased vitamin C contents. The greatest vitamin C content (29.06 mg 100g⁻¹) was obtained from poultry manure treatments followed by organic farmyard manure, chemical fertilizer, vermicompost, sheep manure and leonardite treatments, respectively. In previous studies, better taste, greater vitamin C contents and other compound levels were reported for organically grown fruits. Organic tomatoes had greater vitamin and mineral contents than conventionally-grown

ones (Akıllı and Cücü, 1996). On the other hand, Uçurum (2012) reported insignificant differences between organically and conventionally-grown tomatoes (cv. Rio Grande).

4. Conclusions

The highest marketable yield and tomato paste yields were obtained from chemical fertilizer treatments. Organic fertilizers significantly increased yield components related to control, but they were not as much effective as the chemical fertilizers. Among the organic fertilizers, poultry manure had greater yields than the other organic fertilizers. Marketable yield and tomato paste yield were found to be substantially lower in control treatments. Such a finding revealed that fertilization was essential for high and economic yields in tomato.

Fruit quality attributes are significant in tomato processing industry since fruit quality directly reflects on quality of processed product. In respect of quality parameters, organic fertilizers, especially poultry manure treatments, were found to be more effective. The lowest values of quality parameters were observed in unfertilized plants (control). Such findings are further supported the significance of fertilization in tomato growing. It was concluded, based on present findings that use of organic fertilizers gave superior results in fruit quality and have positive effects on yield of processing tomato.

While determining the amount of organic fertilizer used in our study, an average of 30 tons of ha was applied, taking into account the information obtained from local farmers. This made the application more natural and allowed organic fertilizers to be compared among themselves. In future studies, when deciding on the amount of organic fertilizer to be applied, farmer applications and the amount of NPK that will be brought into the soil by organic fertilizers should also be taken into consideration.

References

- Adsule, P.G. and Dan, A. (1979). Simplified extraction procedure in the rapid spectrophotometric method for lycopene estimation in tomato. *J. Food Sci. Technol.* 16: 216-218
- Akilli, M. and Cücü, E. (1996). Organik tarımda sebze yetiştiriciliğinde son gelişmeler. *Hasad Dergisi* 11(128): 16-18
- Akinremi, O.O., Janzen, R.L., Lemke, R.L., Larney, F.J. (2000). Response of canola, wheat and green beans to leonardite additions. *Can. J. Soil Sci.* 80: 437-443
- Aktaş, T. and Yüksel, O. (2020). Effects of vermicompost on aggregate stability, bulk density and some chemical characteristics of soils with different textures. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 17(1): 1-11
- AOAC, (1980). Official Methods of Analysis. 13th Ed. Washington, D.C. Association of Official Analytical Chemists.
- Atkinson, N.J., Dew., T.P., Orfila, C., Urwin, P.E. (2011). Influence of combined biotic and abiotic stress on nutritional quality parameters in tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 9673–9682
- Barrett, D.M., Weakley, C., Diaz, J.V., Watnik, M. (2007). Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and conventional production systems. *J. Food Sci.* 72(9): 441-451
- Bellitürk, K., Turan, H.S., Göçmez, S., Solmaz, Y., Üstündağ, Ö., Adiloğlu, A. (2020). Effects of vermicompost applications on microelemental contents of olive saplings' sroduction material. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 17(3): 285-291
- Bilalis, D., Krokida, M., Roussis, I., Papastyliou, P., Travlos, I., Cheimona, N., Dede, A. (2018). Effects of organic and inorganic fertilization on yield and quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Folia Hort.* 30(2): 321-332
- Bulluck, L.R., and Ristaino, J.B. (2002). Effect of synthetic and organic soil fertility amendments on southern blight, soil microbial communities, and yield of processing tomatoes. *Phytopathology* 92: 181–189
- Campos, C.A.B., Fernandez, P.D., Gheyi, H.R., Blanco, F.F., Gonçalves, C.B., Campos, S.A.F. (2006). Yield and fruit quality of industrial tomato under saline irrigation. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)* 63(2): 146-152
- Cemeroğlu, B., Karadeniz, F., Özkan, M. (2003). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 3. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No:28, S: 469-502, Ankara
- Cemeroğlu, B. (2011). Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2. Cilt, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti. Yayınları, No:191, 636s, Ankara
- Chang, K.H., Wu, R.Y., Chuang, K.C., Hsieh, T.F., Chung, R.S. (2010). Effects of chemical and organic fertilizers on the growth, flower quality and nutrient uptake of *Anthurium andreanum*, cultivated for cut flower production. *Scientia Horticulturae* 125: 434-441
- Chassy, A.W., Bui, L., Renaud, E.N., Van Horn, M., Mitchell, A.E. (2006). Three-year comparison of the content of antioxidant micro constituents and several quality characteristics in organic and conventionally managed tomatoes and bell peppers. *J. Agric. Food Chem.* 54: 8244-8252
- Chen, JH. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. Proceedings of International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient Crop Production and Fertilizer Use. 16-20 October, 2006. Land Development Department, Bangkok, Thailand, p. 11
- Cimrin, K.M. and Yılmaz, I. (2005). Humic acid applications to lettuce do not improve yield but do improve phosphorus availability. *Acta Agri. Scand.* 55: 58-63.
- Demirkıran, A.R., Ozbay, N., Demir, Y. (2012). The effect of leonardite and inorganic fertilizers on the tomato growth. *Tr. J. Nature Sci.* 1(2): 48-52
- DePascale, S., Maggio, A., Fogliano, V., Ambrosino, P. and Retieni, A. (2001). Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 76:447-453
- Dursun, A., Guvenc, I., Turan, M. (2002). Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *Acta Agrobotanica* 56: 81-88
- Ece, A., Saltalı, K., Eryiğit, N., Uysal, F. (2007). The effects of leonardite applications on climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield and some soil properties. *Journal of Agronomy* 6 (3): 480-483
- Edmeades, D.C. (2003). The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a Review. *Nut. Cycl. Agroecosys.* 66: 165–180
- Güler, S. (2004). The effects of poultry manure and inorganic fertilizer on yield, quality and leaf composition of tomatoes. *Derim* 24: 21-29
- Heeb, A., Lundegardh, B., Savarge, G., Ericsson, T. (2006). Impact of organic and inorganic fertilizers on yield, taste, and nutritional quality of tomatoes. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 169(4): 535-541
- İstanbulluoğlu, S. (2012). What is leonardite? <http://www.siamad.com.tr/leonard-304t-ned304r.html>.

- Kalbani, F.O.S.A., Salem, M.A., Cheruth, A., Crup, S.S., Senthilkumar, A. (2016). Effect of some organic fertilizers on growth, yield and quality of tomato (*Solanum lycopersicum*). *International Letters of Natural Sciences* 53: 1-9
- Lambelet, P., Richelle, M., Bortlik, K., Franceschi, F. and Giori, M. (2009). Improving the stability of lycopene Z-isomers in isomerised tomato extracts. *Food Chem.* 112:156-161
- Mahmood, F., Khan, I., Ashraf, U., Shahzad, T., Hussain, S., Shahid, M., Abid, M., Ullah, S. (2017). Effects of organic and inorganic manures on maize and their residual impact on soil physico-chemical properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 17(1): 22-32.
- Marković, K., Hruškar, M. and Vahčić N. (2006). Lycopene content of tomato products and their contribution to the lycopene intake of Croatians. *Nutr. Res.* 26:556-560
- Masarirambi, M.T., M.M. Hlawe, O.T. Oseni, T.E. Sibiya. (2010). Effects of organic fertilizers on growth, yield, quality and sensory evaluation of red lettuce (*Lactuca sativa* L.) 'Venezaxoxa'. *Agriculture and Biology Journal of North America* 1(6): 1319-1324.
- Mohammad, M., Darbandi, E.I., Naseri-Rad, H., Tobeh, A. 2013. Growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as influenced by different organic fertilizers. *International Journal of Agronomy and Plant Production* 4 (4): 734-738
- Nileemas, G. and Sreenivasa, M.N. (2011). Influence of liquid organic manures on growth, nutrient content and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in the sterilized soil. *Karnataka, J. Agric. Sci.* 24: 153-157
- Okur, N., Kayıkcıoğlu, H.H., Tunc, G., Tuzel, Y. (2007). The effect of some organic amendments using in organic agriculture on microbial activity in soil. *Journal of Ege University Faculty of Agriculture* 44 (2): 65-80
- Rees, R. and Castle. K. (2002). Nitrogen recovery in soils amended with organic manures combined with inorganic fertilizers. *Agronomie* 22: 739-746
- Rickman, P.J. and Barrett, D.M. (2008). Effects of organic and conventional production systems on quality and nutritional parameters of processing tomatoes. *J Sci. Food Agric.* 89: 177-194
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M., Polat, S. (2008). Özel Sebzeçilik. *Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları* 488s, Tekirdag/Turkey.
- Serenella, N., Pizzeghello, D., Muscolob, A., Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biol. Biochem.*34: 1527-1536
- Schnitzer, M., and M.U. Khan. 1972. Humic substances in the environment. Marcel Dekker, New York.
- Soare, R., Dinu, M., Babeanu, C. (2018). The effect of using grafted seedlings on the yield and quality of tomatoes grown in greenhouses. *Hort. Sci. (Prague)* 45(2): 76-82
- Tepic, A.N., Vejicic, B.L., Takac, A.J., Kristic B.D. and Calic. L.J. (2006). Chemical heterogeneity of tomato inbred lines. *Acta Period. Technol.* 37:45-50
- TUIK, (2019). Turkish Statistical Institute. Crop Production Statistics, Ankara. <http://www.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul> (date of access: 11.04.2020)
- Uçurum, H.Ö. (2012). *The determination of residue amounts and quality characteristics of fresh and frozen tomatoes grown in organic and conventional ways.* (Ph. D. Thesis) Namık Kemal University Graduate School of Natural and Applied Sciences Department of Horticulture, Tekirdag, Turkey
- Ulus, F. and Yavuzaslanoglu, E. (2015). The effects of organic and synthetic fertilizers to be compare on organic tomato plants. *Research Journal of Biological Sciences* 8 (2): 51-53.
- Unlu, H., Ozdamar-Unlu, H., Karakurt Y. (2010). Influence of humic acid on the antioxidant compounds in pepper fruit. *J. Food Agric. Environ.* 8: 434-438
- Yıldız, H. (2004). *Domates salçası üretiminde elektroplazmoliz uygulamasının salça kalite ve verimi üzerine etkilerinin araştırılması*, (Ph. D. Thesis), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. İzmir. Turkey.

Comparative Investment Analysis of Agricultural Irrigation Systems


Tarımsal Sulama Sistemlerinin Karşılaştırmalı Yatırım Analizi


Süheyla AĞIZAN^{1*}, Zeki BAYRAMOĞLU²

Abstract

The return of socio-economic prosperity in the population and developed countries in the world has increased the demand for agricultural products. It increases the need for agricultural water in production and production conditions to meet the increasing demand. Irrigation methods and irrigation systems are needed to meet irrigation water. As a matter of fact, which method or system is chosen for study researches and cost calculations. In this study, comparative economic analysis is aimed for irrigation. For this purpose, plant costs and operating costs of irrigation systems are determined, and investment costs are calculated. In addition, a cost-benefit analysis is performed for irrigation systems and the net present value and internal rate of return are calculated. As a result of the calculation; 1.02 in sprinkler irrigation systems, 1.13 in drip irrigation systems, 1.54 in center-pivot irrigation systems and 1.57 in linear move irrigation systems. According to these values, the cost ratio of linear move irrigation system is higher than other systems. The fact that the cost-benefit ratio is greater than 1 indicates that the investments are profitable. The net present values of irrigation systems are determined as \$ 25.90 in sprinkler irrigation, \$ 179.56 in drip irrigation, \$ 833.00 in center-pivot irrigation and \$ 844.46 in linear move irrigation and in terms of net present value, linear move irrigation systems come to the fore. In addition, the internal profitability rates of irrigation systems are calculated, and the rate of sprinkler irrigation was found to be 20.42%, in drip irrigation 29.09%, in center-pivot irrigation 76.16% and in linear move irrigation 76.41%. According to internal profitability rates, the most profitable system is linear move irrigation system. As a result, linear move irrigation systems are more profitable than other systems.

Keywords: Benefit-Cost Ratio, Internal Rate of Return, Net Present Value, Irrigation Systems, Investment Analysis.

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Süheyla AĞIZAN, Selcuk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Economics, Konya/Turkey, E-mail: agizansuheyla@gmail.com  OrcID: 0000-0002-9210-1671

²Zeki BAYRAMOĞLU, University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Economics, Konya/Turkey. E-mail: zbayramoglu@selcuk.edu.tr  OrcID: 0000-0003-3258-3848

Atif/Citation: Ağızan S., Bayramoğlu Z., Comparative Investment Analysis of Agricultural Irrigation Systems. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 222-233.

Özet

Dünya’da nüfus artışı ve gelişmiş ülkelerde sosyo ekonomik refahın getirisi tüketim çeşitliliği tarım ürünlerine olan talebi artırmıştır. Artan talebin karşılanması için üretim artışı ve üretim artışı da tarımsal su ihtiyacını arttırmaktadır. Sulama suyunun karşılanmasında ise sulama yöntemlerine ve sulama sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Nitekim hangi yöntemin veya sistemin seçilmesi, yapılacak etüt araştırmaları ve maliyet hesaplamaları sonucunda işletmeye uygun olanın karar verilmesi verimlilik açısından önemlidir. Bu çalışmada kapsamında da sulama sistemlerinin karşılaştırmalı ekonomik analizi amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak sulama sistemlerinin tesis masrafları ve işletmecilik masrafları tespit edilerek yatırım masrafları hesaplanmıştır. Ayrıca sulama sistemlerine göre fayda masraf analizi yapılmış ve net bugünkü değer ile iç karlılık oranları hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda sulama sistemlerinin fayda masraf oranları; yağmurlama sulama sistemlerinde 1.02, damla sulama sistemlerinde 1.13, dairesel hareketli sulama sistemlerinde 1.54 ve doğrusal hareketli sulama sistemlerinde 1.57 olarak belirlenmiştir. Bu değerlere göre doğrusal hareketli sulama sisteminin fayda masraf oranı diğer sistemlere göre daha yüksek tespit edilmiştir. Fayda masraf oranının 1’den büyük olması yatırımların kârlı olduğunu göstermektedir. Sulama sistemlerinin net bugünkü değerleri yağmurlama sulamada 25.90 \$, damla sulamada 179.56 \$, dairesel hareketli sulamada 833.00 \$ ve doğrusal hareketli sulamada 844.46 \$ olarak belirlenmiş olup net bugünkü değer bakımından da doğrusal hareketli sulama sistemleri ön plana çıkmaktadır. Ayrıca sulama sistemlerinin iç kârlılık oranları hesaplanmış ve yağmurlama sulamada %20.42, damla sulamada %29.09, dairesel hareketli sulamada %76.16, doğrusal hareketli sulamada %76.41 olarak belirlenmiştir. İç kârlılık oranlarına göre en kârlı sistem doğrusal hareketli sulama sistemidir. Sonuç olarak doğrusal hareketli sulama sistemleri diğer sistemlere göre daha kârlı yatırımlardır.

Anahtar Kelimeler: Fayda Masraf Oranı, İç Karlılık Oranı, Net Bugünkü Değer, Sulama Sistemleri, Yatırım Analizi.

1. Introduction

Water is an indispensable natural resource for living things. The use of water for various purposes (irrigation, transportation, industry, drinking, fishing, etc.) has increased its importance every day. 71% of the water availability in the world is used in agricultural sector, 18% in industrial sector and 11% for domestic purposes. The freshwater consumption in Turkey, in the agricultural sector, 73%, in industry %11, and %16 for domestic purposes (Sutema, 2017). Agriculture is the most important water user in Turkey and in the World (Çakmak et al. 2014).

Since the world population increases day by day, the demand for agricultural products is increasing. Therefore, the amount of production obtained from the unit area should be increased to meet the increasing need. Increase in agricultural production can be provided with applications such as land consolidation, agricultural struggle, land reclamation, quality seed, fertilization, irrigation and so on. Irrigation is much more important in countries which is in arid and semi-arid climates such as Turkey.

Irrigation; In the growing and flowering periods of plants, cultivated plants, which cannot be met with natural precipitation, are defined as a versatile application that increases the effectiveness of other agricultural inputs by giving the water needs of the plants to the plant root area with different irrigation methods. According to this definition, while irrigation method is brought to the field with the help of transmission and distribution elements of irrigation water, it is expressed as the way water is given to the plant root area, while irrigation methods is brought to the field with the help of transmission and distribution elements of irrigation water is the way the water is given to the plant root area. The irrigation system covers all of the necessary means to bring the area to be irrigated from the water source and distribute it in the land (Ağızan, 2018).

While the irrigation method is selected first some factors considered such as existing water source, soil, plants, climate, economic, social, and cultural situation etc. The irrigation system of the selected irrigation method is planned, and the planned irrigation system is being projected, installed, and operated. It is not enough that the irrigation systems are only technically suitable. They should also be appropriate and effective with their economic aspects. The systems should be compared in terms of technical and economic aspects and the irrigation system with the lowest investment cost and high product efficiency should be preferred (Erdem, 2018).

Many studies have so far been conducted on the comparison of irrigation systems. Demir et al. (1995) compared the drip irrigation system and the furrow irrigation system in their studies on strawberry yield under Bursa conditions, and it was determined that more efficiency was achieved with the drip irrigation system and 18.5% more savings. Soydam and Cakmak (2006) compared the collective pressure irrigation systems economically and as a result, it was determined that drip irrigation systems provided more benefits than sprinkling. In studies carried out to date, economical comparisons of furrow, sprinkler and drip irrigation systems were generally made. However, in recent years, the application of new technologies in agriculture is known to increase efficiency and efficiency, as well as to save energy use, decrease in production costs and save labor, and to determine the benefits that modern irrigation techniques (circular motion and linear motion) provide to producers in this field.

The aim of this study is to determine the irrigation systems applied in agricultural production enterprises and to compare the comparative investment costs of irrigation systems with net present value, internal profitability ratio and benefit expense ratio methods.

2. Materials and Methods

The data used in the study were compiled from primary and secondary data sources. Primary data belong to the production period of 2017 and was obtained by conducting a survey with agricultural enterprises located in Çumra district of Konya. The primary data were surveyed with 115 manufacturers determined by stratified random sampling method. Secondary data were obtained from the reports and statistics of various agricultural institutions.

Costs in irrigation systems consist of two parts as investment and management costs. While calculating these expenses, 2017 dollar rate was taken into consideration. Calculations were made by determining one dollar of that year as 3.79 Turkish Lira (Anonim, 2017). In the investment expenses, purchase prices are obtained in accordance with the declarations of the manufacturers, and unexpected expenses are considered as 10% of the purchase prices

and added to the purchase price. In the general expenses calculation, 10% of the total purchase price and unexpected expenses were taken (Talmaç, 2006).

Changing costs, which are included in the operating costs, have been considered the changing costs of the relevant production activities. While depreciation costs are taken 10% of the related irrigation systems, 16% of the purchase prices of the related irrigation systems are taken as interest costs. When calculating permanent labor costs and maintenance-repair costs, the statements of operators are considered.

Net present value; is the difference between the sum of the present value of the money inflows that will be provided over the economic life of the investment over a predetermined discount rate and the sum of the present value of the money outflows required by the investment over this specific discount rate (Akgüç 1994).

$$NPV = \sum_{t=m+1}^{t=n} \frac{G_t}{(1+i)^t} + \frac{H_t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+i)^t} \quad (\text{Eq.1})$$

NPV: Net present value

Gt: Project's revenue in "t" year.

It: Investment amount of the project in year t

m: Completion time of the project

n: The utilization life of the project

i: Reduction Ratio

Ht: Scrap value at the end of the project's utilization life (Albayrak, 2009).

The calculation result can be positive, negative and zero. $NPV > 0$ indicates that the project will be profitable, $NPV < 0$ indicates that the Project will lose and if $NPV = 0$ indicates that the break-even point of the project (Eq.1). The internal rate of return is the discount rate that equates the present value of the cash inflows to the present value of the cash outflows (Senkondo et al., 2004). In this analysis method, the expected profitability rate of investment varies according to project risk, investor expectation and various parameters. The minimum value of the profitability ratio expected from the investment is considered as the capital cost. As a result of the comparison, it is decided to accept or reject the project. For a project to be accepted, LFPR must be greater than the minimum reduction rate accepted by the investor. If the calculated LFPR is lower than the expected profitability of the investment, the project is rejected in a choice between alternative projects, the project with the highest rate is given priority. Internal profitability ratio is smaller than the discount rate which makes NPL positive, and it is smaller than the negative rate ($ip < ir < in$) (Kavak, 2012).

$$IPR = \sum_{t=m+1}^{m+n} \frac{NNG_t}{(1+i)^t} = \sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+i)^t} \quad (\text{Eq.2})$$

The formula defines the IPR as internal profitability ratio, defines the NNG_t as the value of investment amounts in the year t, defines the "n" the economic life of the facility, defines the "m" the construction time of the project and defines the "ir" the internal rate of return (Eq.2). The benefit / cost ratio is the ratio of the present value of the benefits (cash inflows) that a project will provide during its economic and the expenditures made to the investment (cash outputs) to the sum of the present values (Albayrak 2009).

$$\frac{B}{C} = \frac{\left(\sum_{t=m+1}^{t=n} \frac{G_t}{(1+i)^t} + \frac{H}{(1+i)^t} \right)}{\sum_{t=0}^m \frac{I_t}{(1+i)^t}} \quad (\text{Eq.3})$$

The formula defines "B/C" as benefit/cost ratio, defines "Gt" as benefits of the project in t year (cash inputs), defines "H" as scrap value of the project, defines "It" as the cost of the project in t year (cash outflows) defines "m" completion time of the project, defines "n" as economic life of the project, and defines "i" as reduction ratio (Eq.3).

The calculation result can be equal to 1, smaller than 1 and bigger than 1. If B/C ratio=1 it means that the project at break-even point and as a result the income of the project is equal to the investment of the project If $F/M < 1$ it means that the income of the Project below the cost of the project, so it is not acceptable because the project will be lost. If $F/M > 1$ it means that the income of the project is more than the investment of the project. And as a result, project will be accepted. In addition, if the B/C ratio is bigger than 1, profitability increases with B/C ratio

3. Results and Discussion

The production costs of agricultural products and the investment costs of the irrigation systems differ in terms of products. In this study, the production patterns and the irrigation systems used in the agricultural enterprises are examined. It has been determined that wheat, barley, sugar beet, grain maize, silage maize, sunflower, alfalfa, vetch and carrot are produced in the research area. Average land width per plant is determined as 218.87 decares, 25.48% wheat, 21.93% sugar beet, 16.11% barley and 13.21% grain maize are grown. In Irrigation systems, sprinkler, drip, circular moving, and linear moving irrigation systems have been used. Average instrument machinery capital per operation is calculated at \$ 83,118.85. This value is formed by 23.99% are sprinkler irrigation systems, 9.29% are drip irrigation systems, 2.02% are linear moving irrigation systems and 1.73% are circular moving irrigation systems. The capital ratio of the total irrigation systems is determined as 37.03%. Linear and circular moving irrigation systems are just preferred by enterprises with more than 200 decares of land width. The reason is that mobile irrigation systems increase the investment cost in small lands and topographical conditions prevent the use of these systems. In the study, it is determined which irrigation systems are preferred and the investment analysis of the irrigation systems used over the average land (da) widths of the products. The purchase price is considered in accordance with the manufacturers' declarations.

The wheat production area in the examined enterprises is 6.414 da and 83.6% is irrigated by sprinkler irrigation system and 16.4% by drip irrigation system. The barley production area is 4.054 da. The preferred irrigation systems for barley production are like wheat. 88.0% of the barley production areas are irrigated by sprinkler and 12.0% by drip irrigation systems. The drip irrigation system is generally preferred in the crops which are sowed in order Recently because of irrigation costs increased, productivity increased by using drip irrigation and agricultural supports given by the state as a result irrigation system can be used in wheat and barley production. As a result of the research sugar beet production area is found 5520 da. 73.0% of this area is irrigated with sprinkler, 15.0% drip, 7.0% circular moving and 5.0% linear moving irrigation systems (*Table 1*).

Table 1. Distribution of Product Groups and Irrigation Systems in Investigated Enterprises (da and %)

		Wheat	Barley	Sugar beet	Grain Maize	Silage Maize	Sunflower	Clover	Vetch	Carrot	Total
Sprinkler Irrigation	da	5.365	3.569	4.03	1.995	1.073	1.156	1.263	489	360	19.300
	(%) ¹	83,6	88	73	60	65	85,8	91,5	80	81,8	
	(%) ²	27.8	18.49	20.88	10.34	5.56	5.99	6.54	2.53	1.87	
Drip Irrigation	da	1.049	485	828	499	297	192	118	122	80	3.670
	(%) ¹	16.4	12	15	15	18	14.2	8.5	20	18.2	
	(%) ²	28.58	13.22	22.56	13.6	8.09	5.23	3.22	3.32	2.18	
Circular Moving Irrigation	da			386	332	115					833
	(%) ¹			7	10	7					
	(%) ²			46.34	39.86	13.81					
Linear Moving Irrigation	da			276	499	167					942
	(%) ¹			5	15	10.1					
	(%) ²			29.3	52.97	17.73					
Total	da	6.414	4.054	5.52	3.325	1.652	1.348	1.381	611	440	

(%)¹ = Distribution of Irrigation Systems Used in Product Groups Grown in Examined Enterprises

(%)² = Distribution of Products in the System Groups Used by the Examined Businesses

Table 1 shows the total amount of cultivated land according to the irrigation systems and the shares of the products within these land quantities. According to the table, the total of the land width of the sprinkler irrigation system was 19.300 da. The irrigated area which used sprinkler irrigation system 27.80% of wheat, 20.88% of sugar beet and 18.49% of barley is grown. The amount of irrigated land with drip irrigation system is 3.670, 28.58% of wheat, 22.56% sugar beet, 13.60% grain maize and 13.22% barley.

It is determined that 9 types of crops were irrigated with sprinkler and drip irrigation systems, but only sugar beet, grain and silage maize plants are irrigated with circular and linear moving irrigation systems. While the highest share in the circular moving irrigation system is sugar beet (46.34%), it has grain maize (52.97%) in the linear moving irrigation system. In this study, investment costs, management costs, management expenses, management expenses incurred current day and total costs are calculated according to systems and the costs of investment and management of irrigation systems of agricultural holdings are given in *Table 2*.

According to the table, the total investment cost per enterprise is calculated as \$ 54,885.63 in the sprinkler system, \$ 25,530.76 in the drip irrigation system, \$ 21,129.23 in the circular moving irrigation system and \$ 20,197.19 in the linear moving irrigation system. The total investment expenditure in decade is \$ 247.41 in sprinkler irrigation system, \$ 278.26 in drip irrigation system, \$ 228.29 in circular moving irrigation system and \$ 235.85 in linear moving irrigation system. Total operating costs per enterprise are calculated as \$ 42,408.48 in sprinkler irrigation system, \$ 17,760.70 in drip irrigation system, \$ 19,713.73 in circular moving irrigation system and \$ 17,098.65 in linear moving irrigation system. Field calculations, maintenance, harvests, and items related to production inputs were taken into consideration while calculating the variable costs included in the management costs.

Table 2. Investment and Management Costs of Irrigation Systems (\$)

Cost Elements	Irrigation Systems								
	Sprinkler Irrigation System		Drip Irrigation System		Circular Moving Irrigation System		Linear Moving Irrigation System		
	Per enterprise	Per Decares	Per enterprise	Per Decares	Per enterprise	Per Decares	Per enterprise	Per Decares	
Investment Costs	Purchase Price	47,726.64	215.14	22,200.66	241.97	18,373.24	198.51	17,562.78	205.08
	Unexpected Expenses	4,772.66	21.51	2,220.07	24.20	1,837.32	19.85	1,756.28	20.51
	General Expenses	2,386.33	10.76	1,110.03	12.10	918.66	9.93	878.14	10.26
	Total Investment Expense	54,885.63	247.41	25,530.76	278.26	21,129.23	228.29	20,197.19	235.85
	Variable Costs	28,180.66	127.03	11,395.36	124.20	14,590.92	157.64	12,224.58	142.75
Management Costs	Depreciation Expense	4,772.66	21.51	2,220.07	24.20	1,837.32	19.85	1,756.28	20.51
	Irrigation Interest Expense	7,636.26	34.42	3,552.11	38.72	2,939.72	31.76	2,810.04	32.81
	Permanent Labor Cost	767.00	3.46	84.19	0.92	26.61	0.29	30.69	0.36
	Maintenance and Repair Cost	1,051.89	4.74	508.98	5.55	319.16	3.45	277.05	3.23
	Total Costs	42,408.48	191.17	17,760.70	193.58	19,713.73	212.99	17,098.65	199.67
Accumulated to This Day Management Expenses	278,855.08	1,257.02	116,784.72	1,272.86	141,489.37	1,528.70	122,720.38	1,433.04	
Total Expenses	333,740.71	1,504.43	142,315.48	1,551.12	162,618.60	1,756.98	142,917.58	1,668.89	

Different investment costs have been calculated according to irrigation systems in studies conducted. In a study conducted by Gültaş and Erdem (2007), they calculated their investment costs as \$ 30,848.22 for drip irrigation method and \$ 26,293.98 for micro sprinkler irrigation method. While converting these values into dollars, the dollar exchange rate of 2007 (1.308 TL/\$) is utilized. Therefore, they stated that micro sprinkler irrigation system would be preferable if water source is sufficient. In a study conducted by Prevatt et al. (1992), they determined the operating costs of the drip irrigation system as \$ 144.94 and the investment costs as \$ 338.77. Lamm et al. (2002) in the maize production of furrow irrigation method underwater drop and moving sprinkler irrigation system land width, land shape, system costs and the lifetime of the comparison are compared. They stated that moving sprinkler irrigation systems would be more advantageous in enterprises with a minimum width of 65 ha. Dumler et al. (2007) in a study they conducted determined that the investment cost of the drip irrigation systems was \$ 443.90 and the investment cost of circular moving irrigation systems is \$ 292.14. In 2001, Armstrong et al. (2001) calculated the investment costs of irrigation systems within the framework of intelligent irrigation methods. Accordingly, it has been determined that the investment costs of circular moving irrigation systems are 2.500-3.500 \$ for 50 ha land and the investment costs of linear moving irrigation systems are higher. Sprinkler irrigation systems range from \$ 1,750-2,500 for 20 ha and drip irrigation systems for 10 ha of land vary between \$ 5,000-12,000. In Ernst (2017), in a study on irrigation systems, the cost of drip irrigation systems is determined as \$ 638.90 / ha. In addition, the management costs of drip irrigation systems is \$ 305.73. In 1983, Sourell and Schoen (1983) compared surface, drip and sprinkler irrigation systems. As a result of comparison, they determined that, in terms of investment and energy costs, drip irrigation systems are more economical than other systems. In a study by Harris et al. (2017), calculated the investment costs of different irrigation systems. Accordingly, the investment costs of circular moving irrigation systems are \$ 338.00 / ha and the investment cost of underground drip irrigation systems is \$ 1,200 / ha. In another study, the investment cost of circular moving irrigation system for 160 is calculated and the investment cost per decade was determined as \$ 1,212.99. Moll (1996) study in Australia in 1996 and Giddings and Deegenars (1999) study in Australia in 1999 are similar. Both studies are carried out in vineyard areas and

different irrigation systems are compared. Moll aims to reveal the economic system between these five systems by comparing the furrow, pan, micro sprinkler, sprinkler, and drip irrigation systems. According to the study, pan and drip irrigation system is found to be more profitable than the other systems in terms of the net present value in the five systems. In the study conducted by Giddings and Deegenars, different irrigation systems are compared, and it is determined that drip irrigation system is more economical than other systems. And it is determined that the investment is taken back nearly 4 times. In another study conducted in Sri Lanka, in banana gardens surface irrigation and drip irrigation system were compared in terms of cost by using 10 years data. The cost of the drip irrigation system is calculated over a 10 ha area and the initial investment cost of the drip irrigation system is 43% higher than the surface irrigation. Although the investment cost is high in the drip irrigation system, the benefit expense ratio, internal rate of return, yield and net income are higher than surface irrigation (Thadchayini and Thiruchelvam 2005).

While calculating the accumulated management costs in sprinkler and drip irrigation systems, the total of 15-year operating expenses in sprinkler and drip irrigation systems has been reduced to today and the sum of 30-year operating expenses in circular and linear moving irrigation systems has been reduced to this day (Ağızan, 2018). The accumulated management costs per enterprise have been calculated as \$ 278,855.08 in the sprinkler system, \$ 116,784.72 in the drip irrigation system, \$ 141,489.37 in the circular moving irrigation system and \$ 122,720.38 in the linear moving irrigation system. The total cost per enterprise is \$ 333,740.71 in the sprinkler irrigation system, \$ 142,315.48 in the drip irrigation system, \$ 162,618.60 in the circular moving irrigation system and \$ 142,917.58 in the linear moving irrigation system. The lowest cost management in accumulated management cost to this day is the sprinkler irrigation system (\$ 1,257.02), and the highest the circular moving irrigation system (\$ 1,528.70). However, since the utilization life of sprinkler irrigation systems is 15 years, sprinkler irrigation systems should be renewed every 15 years. This will increase investment costs in sprinkler irrigation systems. Circular and linear moving irrigation systems are renewed every 30 years. So, moving systems are more advantageous than sprinkler and drip irrigation systems. It has been found that for the accumulated management cost to this day linear mobile irrigation system (\$ 1,433.04) is lower than other systems at the operating cost per decare (Table 2). In a study by Morris (1999), the methods of sprinkler and drip irrigation were investigated and stated that drip irrigation systems should be used in terms of total costs and operating costs.

In Table 3, according to the irrigation systems, average cultivation areas, average productivity and average product prices obtained by the producer are multiplied and the gross value of the investment for products are calculated. And by adding these, the gross production values of the investment areas are calculated. In the examined enterprises, it is determined that the area is irrigated with sprinkler irrigation system at 19,300 dec, a total of 4,635,888.07 \$ GPV is obtained from this area and it is a total variable cost of 28,180.66 \$. Drip irrigation system is used in 3,670 decare. The total GVP obtained with the drip irrigation system is \$ 1,011,867.28 and the total variable cost per enterprise is \$ 11,395.36. Circular moving irrigation system is established on 833 area and total production value is 320.539.07 \$. Total variable cost per enterprise is 14,590.92 \$. Linear moving irrigation system is used in 942 area. Total GVP 352,858.39 \$ obtained through linear moving irrigation system and total cost per enterprise is \$ 12,224.58. According to these results, it is necessary to use linear moving irrigation systems in terms of both GVP and gross profit. As a matter of fact, this situation is expressed in the studies (Tuzcu 2010).

Table 3 shows the reduced GVP, reduced expense and reduced benefit by taking the reduced coefficients into account according to the interest rates for irrigation systems. For these values, 15 years in sprinkler and drip irrigation systems and 30 years in circular and linear moving irrigation systems are calculated. Although the minimum and maximum interest rate of each system is changing, the calculation of the discount coefficients is made according to the interest rates. In the reduced GVP calculation, for the system with the discount coefficient of the interest rate calculated and a reduced GVP is obtained by multiplying the total GVP per decare. In the reduced expense calculation, the total investment cost per decare is taken into consideration for the first year; in the second year and in the following years, the total management cost is calculated per decare. Reduced cost of the system obtained by multiplying the investment and management costs per decare as systems with discounting coefficients for applied interest rate. Annual net profit is obtained by subtracting total enterprise and investment costs per decare from total GPV per decare. Reduced benefit obtained by multiplying the net profit for years with discounting coefficients for applied interest rate.

Table 3. Investment Areas, GVP And Variable Costs by Products According to Irrigation Systems

Products	Cultivation Area da	Productivity Kg/da	Price \$/kg	GVP (\$)		Variable Cost (\$)			
				Total	Per Enterprise	Per Decares	Per Enterprise	Per Decares	
Sprinkler Irrigation System	Wheat	5,365.00	542.36	0.22	650,867.68	7,481.24	121.32	4,508.31	73.11
	Barley	3,569.00	503.69	0.19	340,611.08	3,915.07	95.44	2,772.05	67.57
	Sugar beet	4,030.00	7,956.36	0.06	1,771,965.12	20,367.42	439.69	10,848.18	234.19
	Grain Maize	1,995.00	1,389.63	0.19	539,871.26	6,205.42	270.61	3,387.15	147.71
	Silage Maize	1,073.00	7,105.36	0.04	321,012.68	3,689.80	299.17	1,749.00	141.81
	Sunflower	1,156.00	345.69	0.45	178,776.31	2,054.90	154.65	1,320.38	99.37
	Clover	1,263.00	1,425.36	0.13	241,609.77	2,777.12	191.30	2,208.16	152.11
	Vetch	489.00	990.00	0.16	76,438.42	878.60	156.32	556.21	98.96
	Carrot	360.00	7,546.28	0.19	514,735.73	5,916.50	1,429.82	831.23	200.88
Total	19,300.00			4,635,888.07	53,286.07	240.20	28,180.66	127.03	
Drip Irrigation System	Wheat	1,049.00	589.23	0.22	138,259.72	3,456.49	131.80	1,737.61	66.26
	Barley	485.00	545.36	0.19	50,115.71	1,252.89	103.33	733.08	60.46
	Sugar beet	828.00	8,256.36	0.06	377,793.65	9,444.84	456.27	4,694.64	226.79
	Grain Maize	499.00	1,497.26	0.19	145,494.27	3,637.36	291.57	1,721.11	137.97
	Silage Maize	297.00	7,625.47	0.04	95,358.51	2,383.96	321.07	975.82	131.42
	Sunflower	192.00	387.61	0.45	33,293.66	832.34	173.41	437.38	91.12
	Clover	118.00	1,675.38	0.13	26,532.73	663.32	224.85	420.49	142.54
	Vetch	122.00	1,152.36	0.16	22,198.09	554.95	181.95	285.22	93.52
	Carrot	80.00	8,102.77	0.19	122,820.93	3,070.52	1,535.26	389.99	194.99
Total	3,670.00			1,011,867.28	25,296.68	275.71	11,395.36	124.20	
Circular Moving Irrigation	Sugar beet	386.00	8,423.30	0.06	179,682.29	19,964.70	465.50	8,663.98	202.01
	Grain Maize	332.00	1,590.23	0.19	102,812.56	11,423.62	309.68	4,445.48	120.51
	Silage Maize	115.00	7,856.96	0.04	38,044.23	4,227.14	330.82	1,481.46	115.94
	Total	833.00			320,539.07	35,615.45	384.80	14,590.92	157.64
Linear Moving Irrigation	Sugar beet	276.00	8,652.49	0.06	131,973.24	11,997.57	478.16	5,054.44	201.44
	Grain Maize	499.00	1,687.53	0.19	163,983.51	14,907.59	328.62	5,416.31	119.40
	Silage Maize	167.00	8,092.30	0.04	56,901.65	5,172.88	340.73	1,753.84	115.52
Total	942.00			352,858.39	32,078.04	374.58	12,224.58	142.75	

Table 4 shows the results of investment analysis according to irrigation systems in examined enterprises. The cost-benefit ratio, NPV and IRR is found for each irrigation system. In the analysis, the lowest interest rate of 16% is used. Ziraat Bank's interest rates for non-subsidized agricultural loans are taken into consideration. The highest interest rates are those that make the benefits of the systems positive for the last time. That is to say, the maximum interest rates that make a positive increase are considered because the highest interest rate will be increased by one unit. In the calculation of the analysis, the cost of benefit ratio is calculated by dividing the present value of the net income of the investments by the sum of the present value of the investment expenses. In the calculation of NPL, the total of the present value of the investment expenses is subtracted from the sum of the present values of the net income of the investments. As a result of the analyzes, the benefit expense ratio is bigger than 1 and the IRR is lower than the low interest rate (16%) means that the project is economic. In case the IRR is higher than the capital cost (16%), the enterprises are not affected by inflation, they met the capital costs and made a profit.

If the cost-benefit ratio is greater than 1, it means that the income of the project is greater than the investment. In the 4 irrigation systems included in the study, the benefit ratio was found to be greater than 1. In Other words, provided more than 1 \$ benefit for each \$ 1 investment. In sprinkler irrigation system, provided 1.02 \$ benefit for each 1 \$ investment. In drip irrigation system provided 1.13 \$ benefit, in circular moving irrigation system 1.54 \$ benefit, and in linear moving irrigation system provided 1.57 \$ benefit. According to Balaban (1986), if the cost-benefit ratio is greater than 1, it means that the project is economic. As a matter of fact, other studies (Talmaç 2006, Atabey and Erdem 2016) prove this situation.

Table 4. Net Income-Expense-Benefit Values Reduced According To Interest Rates For Irrigation Systems (\$)

Irrigation Systems	Lowest Interest Rate			Highest Interest Rate		
	Reduced Net Income	Reduced Expense	Reduced Benefit	Reduced Net Income	Reduced Expense	Reduced Benefit
Sprinkler	1,338.88	1,312.98	25.90	1,171.19	1,179.52	-8.33
Drip	1,536.83	1,357.26	179.56	929.88	931.13	-1.25
Circular Moving	2,376.99	1,543.99	833.00	506.32	508.54	-2.22
Linear Moving	2,313.88	1,469.22	844.66	492.87	498.57	-5.69

NPV is found 25.90 \$ in sprinkler irrigation system, 179.56 \$ in drip irrigation system, 833.00 \$ in circular moving irrigation system and 844.66 \$ in linear moving irrigation system. The lowest interest rate in the internal rate of return is 16% for all systems. In the sprinkler irrigation system, the highest interest rate is 19% and IRR 20.42% is calculated. The highest interest rate in the drip irrigation system is 29% and the IRR is 29.09%. The highest interest rate in circular and linear moving irrigation systems determined as 76%. IRR calculated. %76.16 in circular moving irrigation system, and %76.41 in linear moving irrigation system if IRR is greater than %16 it means that project is economic. It is determined that the IRR of 4 irrigation system is higher than capital cost (Table 5).

Table 5. Investment Analysis Results for Irrigation Systems in the Enterprises Examined

Method	Component	Sprinkler Irrigation Systems		Drip Irrigation Systems		Circular Moving Irrigation Systems		Linear Moving Irrigation Systems	
		Values	Result	Values	Result	Values	Result	Values	Result
Benefit Cost Ratio	F	1,338.88	1.02	1,536.83	1.13	2,376.99	1.54	2,313.88	1.57
	M	1,312.98		1,357.26		1,543.99		1,469.22	
Net Present Value	F	1,338.88	25.90	1,536.83	179.56	2,376.99	833.00	2,313.88	844.66
	M	1,312.98		1,357.26		1,543.99		1,469.22	
Internal Rate of Return	R ₁	16%		16%		16%		16%	
	R ₂	19%	20.42%	29%	29.09%	76%	76.16%	76%	76.41%
	ND ₁	25.90		179.56		833.00		844.66	
	ND ₂	-8.33		-1.25		-2.22		-5.69	

F: The present value of net revenues of investments in the comparison period

M: The present value of investment expenses in the comparison period

R₁: Selected Low Interest Rate

R₂: Selected High Interest Rate

ND₁: The present value of the net income of the investment at low interest rate in the comparison period

ND₂: The present value of the expenses of the investment at the high interest rate in the comparison period

Profitability ratio is found by subtracting the capital cost from IRR. According to Table 5, profitability ratio in sprinkler irrigation system is determined %4.42, in drip irrigation system %13.09, in circular moving irrigation system %60.16 and in linear moving irrigation system %60.41.

According to the results of investment analysis, it is determined that the most advantageous system is linear moving irrigation system. Linear moving irrigation system provides more benefit to enterprises in terms of benefit / cost ratio, NPV, IRR and rate of profit compared to other systems.

Turkey is determined to studies conducted so far generally drip and sprinkler irrigation systems is the investment analysis made of the drip irrigation system in these studies benefit expense ratio and net present values were higher than other irrigation systems (Soydam and Cakmak, 2006; Atabey and Erdem, 2016). In addition, Çetin et al. (2004) calculated the costs of irrigation systems and calculated the investment costs of drip irrigation systems at \$ 2.244 / ha and net benefit at \$ 3.464 / ha.

4. Conclusions

Along with the different crops being grown in agricultural enterprises, the costs of each product are different, and the investment costs also differ between the crops. In this regard, the production patterns in the agricultural

establishments examined were determined which irrigation systems were used in which products, and investment analyzes were carried out over decades of the products according to the irrigation systems.

Products in the study conducted the most preferred irrigation system in terms of products is sprinkler irrigation system. The most irrigated products by sprinkler and drip irrigation systems are wheat and barley. While the most irrigated products in the circular irrigation system are sugar beet and grain, the grain maize is the first in the linear moving irrigation system with 52.97%.

Total expenses of irrigation systems obtained by adding the investment expenses to the accumulated enterprise expenses. While calculating the accumulated enterprise expenses, in drip irrigation system the 15 years expenses are reduced today and in circular and linear moving irrigation system the 30 years expenses reduced today. The linear cost-effective irrigation system (\$ 1,668.89) is the most advantageous system because of the economic life of the systems, although the lowest cost to the decade at the total costs is the lowest cost of sprinkler irrigation system (\$ 1,504.43) and the highest cost circular moving irrigation system (\$ 1,756.98).

Due to its economic life, sprinkler irrigation systems need to be renewed every 15 years and this increases the investment costs of the system. For this reason, the most cost-effective system in total costs per decade is not a sprinkler irrigation system but a linear moving irrigation system. The cost-benefit ratio, NPV and IRR is found for each irrigation system. According to the results of investment analysis, the most advantageous system among the systems is linear moving irrigation system. With this system it is determined that provided 157\$ benefit for each 1\$ investment according to the benefit-cost ratio. NPV is calculated as 844.66 \$. It is considered that the lowest interest rate for the linear moving irrigation system is 16% and the highest interest rate is 76%. According to selected interest rates, IRR calculated as %76.41 and as a result it is determined that system is economic. Profit ratio is determined as %60.41.

As a result, irrigation systems that save water in agricultural irrigation, increase the productivity and quality achieved in the unit area and reduce the labor need should be preferred. In addition, the irrigation system is preferred in terms of product variety and land width is considered, but the investment cost of the irrigation system and economic life also affects the preference. Preferred irrigation systems should be technically and economically consistent with the enterprise. Manufacturers should consider economic consistency as well as technical consistency when deciding between systems. In fact, it is very important in terms of profitability of the enterprise to determine which of the irrigation systems are more economical.

While fragmented and dispersed lands make the use of mobile irrigation systems difficult to use, it is necessary to use and disseminate especially linear moving irrigation systems to protect the water resources, increase the quantity and quality of the product obtained in the unit area and reduce the labor force required for irrigation. Therefore, agricultural land consolidation efforts should be increased, linear mobile irrigation systems should be supported, and producers should be informed about irrigation. In addition, the supply of water resources should be increased, producers should be encouraged to use water saving, and water losses should be minimized until the water is taken from the source to the plant root zone.

Acknowledgment

This work supported by the Selcuk University Research Project (Project No: 17201054) Turkey.

References

- Ağızan, S. (2018). Sulama Sistemlerin Karşılaştırmalı Yatırım Analizi; Konya İli Çumra İlçesi Örneği. (Yüksek Lisans Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 286.
- Akgüç, Ö. (1994). Finansal Yönetim. Avcıol Basım Yayınpp.
- Albayrak, B. (2009). Proje yönetimi ve analizi: Nobel Yayın Dağıtım, 582 pp.
- Anonim. (2017). Geçmiş Tarihli Amerikan Doları. (Web page: <http://paracevirici.com/doviz-arsiv/merkez-bankasi/gecmis-tarihli-doviz/2017/amerikan-dolari>) (Date accessed: 18.03.2019).
- Armstrong, D., O'Donnell, D., Thompson, C. (2001). Sulama Ekipmanları ve Teknikleri. Department of Primary Industries Water and Environment, Tasmania.
- Atabey, B., Erdem, T.(2016). Trakya Bölgesi Koşullarında Damla Sulama Uygulamalarının Ekonomik Açından Değerlendirilmesi. Journal of Adnan Menderes University, Agricultural Faculty, 13(1): 53-61.
- Balaban, A. (1986). Su Kaynaklarının Planlanması. Ankara Üniv. Zir. Fak. Yayınları, 972.
- Çakmak, B., Gökalp, Z., Demir, N. (2014). Sınırtaş nehir havzalarında tarımda su kullanımının değerlendirilmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(2): 119-129.
- Çetin, B., Yazgan, S., Tipi, T. (2004). Economics of drip irrigation of olives in Turkey. Agricultural Water Management, 66(2): 145-151.
- Demir, A.O., Korukçu, A., Yazgan, S. (1995). Bursa Koşullarında Karık ve Damla Sulama Yöntemleri ile Sulanan Çileğin Verim ve Sulama Suyu Gereksinimi 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği 30 Mart – 2 Nisan 1995: 423-436.
- Dumler, T.J., Rogers, D.H., O'Brien, D.M. (2007). Irrigation capital requirements and energy costs: Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service, Kansas State Universitypp.
- Erdem, T. (2018). Farklı Sulama Suyu Uygulamalarının Badem Ağaçlarının Su Kullanımı ve Vegetatif Gelişme Parametrelerine Etkileri. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 15(1): 86-94.
- Ernst, M. (2017). Irrigation Systems. CCD-FS-1. Lexington, KY: Center for Crop Diversification, University of Kentucky College of Agriculture, Food and Environment.
- Giddings, J., Deegenars, A. (1999). Managing the conversion to drip irrigation in vineyards. Australian Government. Grape and wine research and development corporation.
- Gültaş, H.T., Erdem, Y. (2007). Bodur Kiraz Bahçelerinde Damla ve Mikro Yağmurlama Sulama Yöntemlerinin Yatırım ve İşletme Masrafları Yonunden Karşılaştırılması. Tarım bilimleri dergisi, 13(1): 38-46.
- Harris, M.O., Anderson, K., El-Bouhssini, M. (2017). Wheat pests: insects, mites, and prospects for the future University, USA; Gary Hein, University of Nebraska, USA; and Steven Xu, USDA-ARS Northern Crops Institute, USA, 523-600 Achieving sustainable cultivation of wheat Volume 1, Burleigh Dodds Science Publishing, 523-600 pp.
- Kavak, K. (2012). Proje Analizinde Kullanılan Teknikler. (Web page: <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/KKAVAK-1.pdf>) (Date accessed: 14.09.2017).
- Lamm, F., O'Brien, D., Rogers, D., Dumler, T.(2002). Sensitivity of center pivot sprinkler and SDI economic comparisons. Paper presented at the ASAE Meeting Paper No. MC02-201. St. Joseph, MI.
- Moll, J. (1996). Financial Analysis of New Vineyard Developments inThe MIA (pp. 32).
- Morris, J. (1999). Evaluating Drip Irrigation in Eastern Vineyards. WE, 24(4): 16-21.
- Prevatt, J., Clark, G., Stanley, C. (1992). A comparative cost analysis of vegetable irrigation systems. HortTechnology, 2(1): 91-94.
- Senkondo, E., Msangi, A., Xavery, P., Lazaro, E., Hatibu, N. (2004). Profitability of rainwater harvesting for agricultural production in selected semi-arid areas of Tanzania. Journal of Applied Irrigation Science, 39(1): 65-81.
- Sourell, H., Schoen, H. (1983). Water and energy saving irrigation methods. Landtechnik (Germany, FR), 38(9): 356-361.
- Soydam, A., Cakmak, B. (2006). Toplu Basınçlı Sulama Sistemlerinin Ekonomik Yönden Karşılaştırılması; Yaylak Projesi 1400 Nolu Yedeği Örneği. Tarım bilimleri dergisi, 12(1): 74-78.
- Sutema. (2017). Suyun Sektörlere Göre Kullanım Oranları. (Web page: <http://sutema.org/kirilgan-dongu/suyun-sektorlere-gore-kullanim-oranlari.9.aspx>) (Date accessed: 14.09.2017).
- Talmaç, B. (2006). Harran Ovasında Farklı Sulama Yöntemlerinin Ekonomik Analizi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 60s. Adana.

Thadchayini, T., Thiruchelvam, S. (2005). An economic evaluation of drip irrigation project for banana cultivation in Jaffna district, 111-126. Paper presented at the Water resources researches in Sri Lanka. Ed. LG Galagedara.. Symposium proceedings of the Water Professional's Day.

Tuzcu, T. (2010). Adana İli Tarım İşletmelerinde Basınçlı Sulama Sistemlerinin Kullanımı ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.

Biyoçeşitlilik Gölge Fiyatının Doğal Kaynak Yönetiminde Kullanımı Üzerine: Uludağ Milli Parkı Örneği

On the Use of Shadow Price of Biodiversity in Natural Resource Management: The Case of Uludağ National Park


Serkan GÜRLÜK

Özet

Biyojik çeşitlilik, insanoğluna kullanım ve kullanım dışı pek çok değer sağlamasına rağmen ekonomik sistemde bu hizmetlerin değerleri dikkate alınmadığı için yok oluşlarına şahit olmaktayız. Eczacılık hammaddesi sağlama değeri, tarımsal germaplazma destek değeri, ekoturizm değeri ve ekosistem değeri gibi değerler aslında ekonomik hayatın işleyişinde önemli rolleri olan hizmetlerdir. Bu çalışmanın amacı, biyolojik çeşitliliğin dağ-orman ekosistemlerindeki değerini ortaya koymak ve doğal kaynak yönetimindeki etkilerini incelemektir. Bursa Uludağ Milli Parkı'nın (UMP) doğal kaynak değerlerinden biri olan biyolojik çeşitliliğin değeri, optimal orman rotasyonunu hesaplama sürecine dahil edilerek, biyolojik çeşitlilik değerinin dikkate alınmadığı durumdaki Faustmann yaklaşımı ile biyolojik çeşitlilik değerinin dikkate alındığı Hartman yaklaşımları karşılaştırılmıştır. UMP'nin Faustmann yaklaşımıyla hesaplanmış temel modelde yaklaşık 44 yıllık rotasyona sahip olduğu sonucuna varılmıştır. UMP, 44. yılda 956 USD Ha⁻¹ net bugünkü değere ulaşmaktadır. UMP'nin gerçek alanı ile değerlendirildiğinde, en yüksek bugünkü değeri, 12.2 milyon USD olarak hesaplanmıştır. UMP'nin biyolojik çeşitlilik akış değerinin dikkate alındığı Hartman rotasyonunda 44 yıl olan önceki rotasyon süresinin, 53 yıla yükseldiği gözlemlenmiştir. Hartman rotasyonunda 53. Yılda 5.294 USD Ha⁻¹ bugünkü değerine ulaşılmaktadır. Elde edilen sonuçlar, UMP'nin toplam alanına genelleştirildiğinde aslında biyolojik çeşitliliğin ne kadar değerli bir ekosistem hizmeti sağladığı ortaya konulmuştur. Rotasyon başlangıcındaki biyolojik çeşitlilik değeri (gölge fiyatlarla hesaplanan) yeterli büyüklükte ise optimum rotasyon süresinin sonsuza uzaması muhtemeldir. Bu durumda söz konusu doğal kaynağın ekolojik olarak çok hassas doğal kaynaklardan biri olduğu ve kamusal tahsis kararlarında çok dikkatli olunması gerektiği anlaşılır. Ülkemizde hassas ekosistemlerin bulunduğu alanlar net bir şekilde belirlenmeli ve bu tür alanların yönetimi için pek çok ilgi grubunun yer aldığı danışma kurulları oluşturulmalıdır. Çalışmada kullanılan 'etki transferi' ve karbon sekurizasyonu ile eşleştirilen 'birincil üretim ağı' yöntemlerinin de kullanımıyla belirlenen biyolojik çeşitlilik akış değeri, Faustmann ve Hartman orman rotasyonu belirleme yaklaşımları ile ilgili kıymet takdiri literatürüne katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Faustmann orman rotasyonu, Hartman orman rotasyonu, Çevresel değerlendirme, Bursa, Birincil Üretim Ağı

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Serkan GÜRLÜK, Bursa Uludağ Üniversitesi, Türkiye. E-mail: serkan@uludag.edu.tr

 ORCID: 0000-0002-3159-1769

Atıf/Citation: Gurluk,S. Biyoçeşitlilik Gölge Fiyatının Doğal Kaynak Yönetiminde Kullanımı Üzerine: Uludağ Milli Parkı Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 234-246.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

Although biodiversity provides many use and non-use values for humans, we witness their disappearance as the values of these services are not considered in the economic system. Values such as pharmaceutical raw material supply value, agricultural germplasm support value, ecotourism value and ecosystem value are actually services that have an important role in the functioning of economic life. The aim of this study is to reveal the value of biological diversity in mountain-forest ecosystems and to examine its effects on natural resource management. The value of biodiversity, which is one of the natural resource values of Bursa Uludağ National Park (UMP), was investigated at optimal forest rotation calculations. Faustman rotation system, in which the biodiversity value was not taken into account, and the Hartman rotation system, in which the biodiversity value was taken into account were considered in this study. It is concluded that the UMP has a rotation of approximately 44 years in the basic model calculated with the Faustmann approach. UMP reaches its net present value of 956 USD / Ha in the 44th year. When evaluated with the real area of UMP, its highest present value has been calculated as 12.2 million USD. In the Hartman rotation, it was observed that the previous rotation period, which was 44 years, increased to 53 years. In Hartman rotation, the present value of 5.294 USD / Ha is reached in the 53rd year. When the results obtained are generalized to the total area of the UMP, it is revealed how valuable the ecosystem service biodiversity actually provides. If the biodiversity value (calculated at shadow prices) at the beginning of rotation is large enough, the optimum rotation period is likely to extend to infinity. In this case, it is understood that the natural resource in question is one of the ecologically sensitive natural resources and it should be very careful in public allocation decisions. In our country, areas with sensitive ecosystems should be clearly identified and advisory boards should be established for the management of such areas, with many interest groups. The biodiversity flow value determined by the use of 'impact transfer' and 'primary production network' methods paired with carbon securization contributes to the appraisal literature on the approaches to determine Faustmann and Hartman forest rotation.

Keywords: Biodiversity, Faustmann rotation, Hartman rotation, Environmental valuation, Primary production network, Bursa

1. Giriş

Biyolojik çeşitliliğin ekonomik sistem içerisinde dikkate alınmaması ve kaybı, önemli bir çevresel dışsallık sorunu oluşturmaktadır. Bu önemli doğal kaynağın ekonomik karar verme mekanizmalarında dikkate alınmamasının sebebi oluşturduğu hizmetlerin bedava olarak görülmesinden kaynaklanmaktadır. Çevresel değerlendirme yaklaşımları, bu sorunun çözümü için önemli ekonomik araştırma araçlarıdır. Dünya, şaşırtıcı sayıda bitki, hayvan ve böcek türüne ev sahipliği yapmaktadır. Günümüze kadar biyologlar 1.7 milyon tür sınıflandırmışlardır. Fakat bazı bilim adamları bu sayının toplamda 40 milyona kadar ulaşacağını belirtmektedir (Kula, 1994). Biyolojik çeşitliliğin fazla olması ekolojik dengenin sağlanmasında hayati bir öneme sahiptir. Ekolojik denge, biyosfer içinde farklı türlerin farklı fonksiyonları tamamlamasını mümkün kılmaktadır. Biyolojik çeşitliliğin yok edilmesiyle, ekosistemin de büyük oranda zayıflayacağı bilinmektedir. Biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerden sağlanan faydalar anlatılanlardan ve günümüze kadar keşfedilenlerden çok daha fazlası olabilir. Tüm bu faydalar aslında insanoğlunun ekonomik açıdan refah ve gelişme koşullarına da olanak sağlamaktadır. Ancak anlatılan faydalara karşın biyolojik çeşitlilikteki azalma trendinin düzenli bir şekilde devam edeceği; biyolojik çeşitliliğin 2010-2050 döneminde bugünkünden %10 daha az olacağı belirtilmektedir. Ayrıca günümüzde genetik çeşitliliğin her yıl giderek azaldığı ve bu azalmanın yılda ortalama 1000 tür olduğu; bu yüzyılın sonuna kadar yılda 10.000 türe kadar yükseleceği ifade edilmektedir (Goldsmith ve Hilyard, 1988). Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN), nesli tükenmekte olan bitki ve hayvan türleri için oldukça aktif çalışan bir organizasyondur. Organizasyonun çalışmalarında ise dünyada 31.000 den fazla türün yok olma tehlikesiyle karşı karşıya olduğu ifade edilmiştir. Bu değer %41'inin amfibi, %25'inin memeliler, %34'ünün çeşitli ağaç ve çalı türleri, %14'ünün kuşlar, %30'unun köpek balığı türleri, %33'ünün mercan resifleri ve %27'sinin çeşitli kabuklu canlılardan oluştuğu deklare edilmiştir (IUCN, 2020). Dünyada biyolojik çeşitlilik etkin bölgeler ve tehdit altındaki bölgeler belirlenerek IUCN tarafından deklare edilmiştir. Amerika Kıtasının Pasifik Okyanusuna bakan sahil bölgeleri, Akdeniz'e kıyısı olan Güney Avrupa ve Kuzey Afrika bölgeleri, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi hariç tüm yüzölçümü, Afrika Kıtası'nın Doğu Bölgeleri (Arap Yarımadası ve Madagaskar dâhil), Güney Doğu Asya ve Avustralya etrafındaki ada bölgeleri biyolojik çeşitlilikte sıcak noktalar olarak ifade edilmektedir (Conservation International, 2020). Biyolojik çeşitlilik ya da yaşayan organizmaların çeşitliliği ve bu organizmalara ev sahipliği yapan ekosistemler buldukları topluma çok çeşitli yararlar sağlarlar. Ancak bu mal ve hizmetlerin ekonomik karar mekanizmaları içerisinde yer almamaları onların yok oluşlarının temel sebebidir. Doğrudan olmasa da farklı yaklaşımlarla biyolojik çeşitliliğin sağladığı mal ve hizmetlerin ekonomik karşılıkları bulunabilir. Biyolojik çeşitlilik, doğal kaynakların ekonomik değerlemesinde sıkça kullanılan toplam ekonomik değer tablosu içerisinde doğrudan kullanım değeri (use value) ve dolaylı kullanım değerlerinin (non-use value) bazı parçalarını içerir (Gürlük 2006a). Biyolojik çeşitliliğin zengin olması, bulunduğu bölgeye belirli düzeyde doğrudan kullanım değerleri sağlar. Rekreasyon amaçlı bölgedeki bitki ve hayvan zenginliğini keşfe gelenlerin oluşturduğu ekonomi ile eczacılık sektörüne hammadde sağlama değeri (farmasötik değer) bu grupta yer almaktadır. Kullanım değerleri arasında, biyçeşitliliğin tarımsal üretime hammadde sağlama fonksiyonu (Germaplazma) bulunur. Bu önemli fonksiyon üreticiler tarafından bilinmese de (dolaylı kullanımı) tarımda verimlilik ve sürdürülebilirlik için önemli yaşam destek fonksiyonudur (Pearce ve Pearce, 2001). Biyolojik çeşitliliğin kullanım dışı değerleri de söz konusudur. Kişiler gelecek kuşaklara bırakacakları doğal kaynak miktarını önemserler ve bunun sağlanması için bir ödeme isteğinde (willingness to pay) olabilirler (Gürlük, 2006b). Ayrıca çevresel mal ve hizmetlerin bugün kullanılmasa da gelecekte herhangi bir zamanda ve farklı biçimde kullanılma potansiyeli de bir ödeme isteği oluşturabilir. Diğer bir ifadeyle, doğrudan kullanım ve dolaylı kullanım değerinin bileşenlerinin herhangi birinin gelecekte kullanılmasından elde edilecek faydalar için bir ödeme isteği değeri atfedilebilir. Kişiler biyolojik çeşitliliğin varlığından hoşnut olurlar ve bu zenginliğin korunması için bir ödeme isteği eğilimine girebilirler. Ancak basit bir ödeme isteği sorgusu ile ortaya çıkarılmayacak biyolojik çeşitlilik değerleri de vardır. Yaşam döngüsü değeri (ya da yaşam ağı) ya da ekosistem değeri olarak adlandırılabilir bu tür fonksiyonlar ve değerler, diğer tüm ekosistem hizmetlerine altyapı desteği sağlarlar. Dolaylı kullanım değeri olan bu önemli fonksiyon oldukça karmaşık bir yapı gösterir (Van Kooten ve Bulte, 2000). Bir ekosistem içindeki biyolojik türler karşılıklı bağımlılık gösterir ve hayatta kalmak için karmaşık bir gıda sistemine bağımlıdır. Örneğin sonsuz enerji kaynağı olan güneş, yerküreye enerji sağlarken, bitki örtüsü bu enerjiden faydalanır ve çekirgeler için uygun bir ortam oluşur. Çekirgelerin avcısı kuşlar ve kurbağalardır. Kuş ve

kurbağalar yılanların besin zincirinde önemli bir yer tutar. Yırtıcı kuşlar ise önceki türlerin hepsi için avcı konumundadır. Bir hayvan türü öldüğünde, solucanlar, mantarlar ve bakteriler tarafından ayrıştırılır ve çimlerin tekrar kullanması için çürüme sürecinde besinler toprağa salınır. Döngü yeniden başlar. İşte bu döngü, insanoğlu için de hayatın devamlılığı konusunda bir altyapı sağlarken; döngüdeki tüm bitki ve hayvan türleri insanoğlu için doğrudan besin kaynağı da olabilir. Böylesine büyük ve karmaşık ilişkiler sisteminin sağladığı ekonomik değeri tahmin etmek oldukça güçtür. Ancak belirli düzeylerde yaklaşımlar geliştirilmiştir. Ekosistemdeki tüm yaşam biçimleri, gıda arzı ve enerji için diğer tüm canlı ve cansız varlıklara bağlıdır (Anderson, 2010; Bann, 1998). Tüm tahmin güçlüklerine rağmen, insanoğlunun tükettiği enerji kaynaklarıyla elde ettiği gelirin önemli bir bölümü ve her öğünde tükettiği gıdanın parasal değerini önemli bir bölümü biyolojik çeşitlilikle ilgili bir hizmetin sonucu olduğu söylenebilir. Biyolojik çeşitliliğin ekosistem değeri ile ilgili kapsamlı bir araştırma Costanza ve ark., (1997) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, biyolojik çeşitliliğin yaşam ağı hizmet değerinin küresel Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla toplamının 1.3 katı kadar olduğu tahmin edilmiştir. Bahsedilen çalışmalar, her ne kadar karmaşık olsa da biyolojik çeşitliliğin ekosistem destek değeri için de bir yaklaşım geliştirilebileceğini göstermektedir. Biyolojik çeşitliliğin ekonomik değerlemesi kavramı bazı yazarlarca eleştirilse de (Ehrenfeld, 1988), aslında değeri tespit edilen, biyolojik çeşitliliğin sağladığı hizmetlerdir (Pearce ve Pearce, 2001). Diğer bir ifade ile ekonomik analizlerde biyolojik çeşitliliğin kaynak değerleri belirlenmeye çalışılır. Dünya genelinde orman alanlarını içerisindeki biyolojik çeşitlilik, bölgesel ekosistemin sürekliliği için önemli değerler olarak kabul edilmektedir (Gret-Regamey ve ark., 2012; Yılmaz, 2009). Dağ ve orman ekosistemi, enerji, su, gıda, barınak, tıbbi rezervler ve kültürel ekosistem hizmetleri gibi çok çeşitli ekosistem hizmetlerini desteklemekte; insan ihtiyaçlarına önemli düzeyde kaynak olmaktadır (Huber ve ark., 2013; Swallow et al., 1990). Düzenleyici işlevi ile karbon sekurizasyonu ve hidrolojik döngünün sürekliliğinin sağlanmasında rol oynamaktadır (Kroupova ve ark., 2016). Çalışmanın konusunu oluşturan Uludağ Milli Parkı (UMP), böyle bir ekosistemdir ve Bursa ili ve Türkiye için önemli bir doğal kaynak konumundadır. Doğrudan ve dolaylı kullanım değerlerinden hemen hepsini içerisinde barındırmaktadır. Ancak son yıllarda artan ziyaretçi sayısı ve yönetimsel sorunlar UMP'den beklenen faydaların elde edilememesine ve toplumsal refah kayıplarına yol açmaktadır. Bursa İli nüfus ve sanayi gelişimi ise bu tür doğal kaynaklar için önemli problemlerdendir.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan Hartman yaklaşımı, aslında orman kaynakları yönetiminde ilk teorik yaklaşım olan Faustmann yaklaşımının bir uzantısıdır. Faustmann yaklaşımı, 19. Yüzyılın ortalarında doğal kaynak yönetimine ve özellikle dağ-orman ekosistemlerinin ekonomik analizine önemli katkılar yapmıştır. Orman rotasyonu açısından önemli teorik çıkarımlar sağlayan Faustmann yaklaşımı ile rotasyon zamanının doğru tahmin edilmesi yani optimum rotasyon periyodu belirlenebilmektedir (Brazeo, 2001). Belirli bir ağaç büyüme fonksiyonu ile hektara düşen dağ-orman değeri belirlenmektedir. Faustmann yaklaşımı, kullanım ve kullanım dışı değerlerin analize katılmadığı durumlarda biyolojik kütle değişimini (kereste değeri) gösterge kabul eden bir yaklaşımdır. Faustmann yaklaşımı ile çalışan pek çok araştırmacı daha çok indirgeme oranı üzerindeki değişimlerle analizleri gerçekleştirirken (Koskela ve Ollikainen, 1997; Parks ve Murray, 1994; Deacon, 1994; Bulte ve van Soest 1996; Crabbe ve van Long 1989; UMP özelinde incelenen bu çalışmada biyolojik çeşitlilik değerleri de analize dâhil edilerek Hartman yaklaşımı benimsenmiştir. Çalışmada kullanılan biyolojik çeşitlilik değerlendirme metodolojileri Hartman yaklaşımı ile ilgili literatüre katkı yapacaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini UMP amenajman planı vasıtasıyla elde edilen veriler oluşturmaktadır. Ayrıca UMP'yi baz alan daha önceki çalışmalar Web of Science, Scopus, Google Scholar gibi bilimsel yayın tarama platformları kullanılarak elde edilmiştir. Modellerde kullanılan parametre değerlerinin tümü yaygın literatüre uygun olarak belirlenmiştir. Araştırmanın materyalini oluşturan UMP dağ-orman ekosisteminin kaynak değerlerine ilişkin pek çok araştırma gerçekleştirilmiştir. 12762 ha.'lık alana sahip olan UMP'nin % 71'i orman, % 28' i çayırılık ve kayalık alanlar, % 0.4' ü açık alanlar, % 0.1' i su ile kaplı alanlar, % 0.8' i ise yerleşim alanlarıdır. Uludağ, ormanlık alanlar, makilik, turbalıklar, subalpin fundalıklar, alpin sarp kayalıklar ve açık alanlar gibi çok zengin bir habitat çeşitliliğine sahiptir. Bitkisel çeşitlilik merkezi olan Uludağ'da, 1320 bitki türü bulunmakta olup, bunlardan 33' ü Uludağ, 138' i Türkiye endemiği olmak üzere toplam 171 endemik türe ev sahipliği yapmaktadır. Ayrıca Uludağ küresel ölçekte nesli tehlike altında olan 3 türün, Avrupa ölçeğinde nesli tehlike altında olan 54 türün yaşam alanını oluşturmaktadır (Eltan ve ark., 2016; Özhatay ve ark., 2003; Daşkın, 2008).

2.2. Metod

Bu çalışmanın konusunu oluşturan biyolojik çeşitliliğin yarattığı ekonominin belirlenmesinde Faustmann ve Hartman yaklaşımları kullanılmıştır. Orman kaynakları yönetiminde ilk teorik yaklaşım olan Faustmann yaklaşımı, ormancılıkta kereste değeri üzerinden analizler yaparak optimal rotasyon süresini belirlemeyi amaçlamaktadır. Hartman yaklaşımı ise, Faustmann yaklaşımının bir uzantısı olup; ormanın kereste dışı değerlerinin ekonomik analizine olanak tanımaktadır. UMP özelinde incelenen bu çalışmada biyolojik çeşitlilik değerleri de analize dâhil edilerek Hartman yaklaşımı benimsenmiştir.

Biyolojik çeşitliliğin farmasötik değerleri dikkate alınırken ise iki farklı alt değer göz önünde bulundurulmuştur. Bunlardan birincisi ilacın ticari (geleneksel) kullanım değeri ve oluşturduğu ekonomidir. İkincisi ise opsiyon değeri ile ilgilidir. İnsanoğlu, icadını gelecekte gerçekleştirileceği pek çok ilacın hammaddesini, biyolojik çeşitliliğin kaybı sebebiyle şu anda tehlikeye atıyor olabilir. O halde her türlü doğal kaynağa müdahalede biyolojik çeşitlilik değerleri karar çalışmalarına dâhil edilmelidir. Farmasötik değer tahmini için önemli bir model Pearce ve Moran (2001) tarafından geliştirilmiştir. Belirli bir doğal alanın farmasötik değerinin, alandaki biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşme olasılığına (p), ilacın piyasa değerine (pd_i), telif hakkı (royalty) değerine (th) ve rant edinimi katsayısına (re) bağlı olduğu ifade edilmiştir. Tüm bunlar aşağıdaki gibi eşitlik 1 ile formüleleştirilebilir :

$$FD = p * pd_i * th * re \quad (Eş. 1)$$

FD	: Farmasötik değer
p	: Biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşme olasılığı
pd _i	: İlacın piyasa değeri
th	: Telif hakkı değeri
re	: Rant edinimi

Belirli bir bölgedeki biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşmesi önemli bir ‘şans değişkeni’ olup; ve olasılıklar dâhilinde dikkate alınabilir. Principe (1991), bu değerim iyimser bir yaklaşımla 0.001 ve 0.0001 referans aralığında olabileceğini ifade etmiştir. Simpson ve ark., (1996) ise bu değeri bölgedeki tür sayısı, Ar-Ge yatırım harcamalarına bağlı bir modelleme çalışması ile bu olasılığı 0.000012 olarak hesaplamıştır. Bu çalışmada Simpson ve ark., (1996) tarafından deklare edilen değer ile Principe (1991)’in 0.0001 referans değeri dikkate alınmıştır. İlacın piyasa değeri iki farklı metotla (i=1 ya da i=2) hesaplanabilir. Kullanım ve veriye erişim kolaylığı sebebiyle piyasa fiyatlarının kullanımı daha yaygındır. Ancak ölümü azaltmasının kişi başı gelir getirici durumu, hastalık sebebiyle iş yapamamanın kişi başı kaybı gibi vekil fiyatlar da referans alınabilir. Ancak ikinci metodolojide, kullanılan hangi ilacın hastayı iyileştirdiği ya da hayatta kalmanın istatistik gelir değerinin saptanması gibi verilere ulaşmak oldukça güçtür. Günümüz dünyasının güncel konusu Covid-19 virüsüne karşı bulunabilecek ilaç ya da aşı oldukça önem kazanmıştır. Aşının ya da ilacın mahiyetinin biyoçeşitlilik yardımıyla çözüme kavuşturulmasının piyasa değeri, en az iki çeyrekteki dünya Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla toplam değerine eşit olabilir. Tüm bu açıklamalar ışığında, 1990 yılında ABD’de bitkisel biyoçeşitliliğe dayalı ilaç satışlarının 15.5 Milyar USD olduğu ve bunun 40 türden elde edildiği bilinmektedir (Pearce ve Moran, 1994) Dolayısıyla yapılan tahminlere göre tür başına 390 Milyon USD değeri referans alınabilecektir. Ancak ülkemizde bu tür çalışmaların yapılmaması ve ilaç sanayi Ar-Ge departmanlarının yeteri kadar yaygın olmaması sebebiyle etki transferi metoduyla, örnek alınan ülkedeki koşulların Türkiye koşullarına ekstrapole yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Aşağıdaki etki transferi (fayda ya da maliyet) formülasyonu (eşitlik 2), değer saptamanın güçleştiği durumlarda, daha önce yapılmış çalışmalardan faydalanmayı mümkün kılmaktadır (Tabche, 2002):

$$I_j = (Y_i / Y_j)^E * I_i \quad (Eş. 2)$$

I _j	: j ülkesi için etki değeri
Y _i	: i ülkesinin GSYH değeri
Y _j	: j ülkesinin GSYH değeri
E	: Çevresel fayda talebinin gelir elastikiyeti
I _i	: i ülkesi için etki değeri

Hesaplamalar için gerekli veriler Türkiye ve ABD için 1990 yılı Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla değerleri sırasıyla 150.67 Milyar USD ve 5.963 Trilyon USD olarak alınmıştır (WB, 2020). Çevresel fayda talebinin gelir elastikiyeti ise 0.5 olarak kabul edilmiştir. Bu katsayı pek çok Avrupa ülkesi için 1’in altında olarak kabul edilmektedir. Sanayileşme ve

kalkınmakta olan ülkeler için 0.5 katsayısının yeterli olacağı ifade edilmektedir (Kriström ve Riera, 1996). Yapılan hesaplamalar ile bulunan 2.453.437.339 USD'lik değer, (OGM, 2014) tarafından deklare edilen 1980 yılı orman alanına bölündüğünde (yaklaşık 20.5 Milyon Hektar), hektar başına düşen biyolojik çeşitliliğin eczacılık hammaddesi piyasa değeri (pdi) 119.6 USD olarak elde edilmiştir. Sermaye piyasası gelişmiş ve mülkiyet haklarının oldukça başarılı bir şekilde korunduğu ülkelerde, genel olarak telif hakkı oranı %5-20 arasında değişkenlik göstermektedir. Eczacılık sektörü için %5 oranı, sözleşmelerde en çok karşılaşılan oran (Royalty Source, 2020) olduğu için bu çalışmada telif hakkı oranı (th) %5 olarak kabul edilmiştir. Gelişmekte olan ya da az gelişmiş bir ülkenin biyolojik çeşitliliğin toplam değerinden elde edeceği rant edinimi oldukça düşük düzeydedir. Tarihsel süreçte bu değer hemen hemen sıfıra yakın bir değerde olduğu; ancak son zamanlarda Ekvatorial bölgelerdeki ülkelerin de kurumsal düzenlemelere gitmesi ve biyoçeşitlilik koruma projelerinin dış finansman sağlanarak gerçekleştirilmesi ile belirli düzeyde iyileşmelerin olduğu vurgulanmaktadır (Ruitenbeek, 1988; Bann, 1998). Kıymet takdiri çalışmalarında bu faktör hesaba katılırken, evsahibi ülkenin kurumsal kapasitesi iyi analiz edilmelidir. Genel olarak bu tür bir rantı elde etmeyi etkileyen faktörler, ev sahibi ülkelerdeki lisanslama yapısı; Ar-Ge kültürü, kaynak tahsisi kapasitesi ve beşeri sermayesi olarak sıralanabilir. Bu tür özelliklerin tropik bölgelerdeki yoksul ülkelerde bulunmaması ile biyoçeşitliliğin de ne yazık ki bu coğrafyalarda yoğunlaşmış olması birer realitedir. Bu noktada rant edinimi ekonomisi ve teknolojisi yüksek bir ülke için $re=1$ kabul edilirse, az gelişmiş bir ülke için bu faktörün $re=0.1$ olabileceği öngörülebilir. Bu çalışmada Türkiye için bu değer 0.5 olarak kabul edilmiştir. Yapılan hesaplamalar sonucunda Türkiye için farmasötik değer, biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşme olasılığı 0.000012 değeri dikkate alındığında $3.59 \cdot 10^{-5}$ USD Ha⁻¹, 0.0001 değeri dikkate alındığında $2.99 \cdot 10^{-4}$ USD Ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Burada önemli bir konu da çalışılan alandaki risk altındaki tür sayısıdır. Elde edilen değer risk altındaki tür sayısı ile genelleştirilmesi gerekmektedir (Pearce ve Moran, 1995).

Bioçeşitlilik ile ilgili UMP özelinde yapılan araştırmalardan 33 türün sadece UMP ölçeğinde endemik tür olması sebebiyle, 33 endemik tür sayısı $2.99 \cdot 10^{-4}$ USD Ha⁻¹ ile çarpılarak UMP'nin farmasötik değeri elde edilmiştir. Bulunan 31 yıllık önceki değer bugüne getirilerek %10 indirgeme oranı için 1.795 USD Ha⁻¹ ve %3 indirgeme oranı için 0.493 USD Ha⁻¹ değeri elde edilmiştir. UMP'nin geneline güncellenen değerler ise %10 indirgeme oranı için 22.907 USD/Yıl ve %3 indirgeme oranı için 6.291 USD/yıl olarak hesaplanmıştır. Bioçeşitliliğin tarımsal üretimi desteklediği ve olanak sağladığı pek çok araştırmada belirtilmiştir. Bu görevin (faydanın) çiftçinin üretim fonksiyonu içerisinde dikkate alınmaması çoğu kez toprak kaynağının bilinçsiz kullanılmasına sebebiyet verirken; pek çok çevre sorununun temelini oluşturmaktadır. Bioçeşitlilik fonksiyonları, tarımsal üretim için önemli bir genetik kaynak durumundadır ve dolaylı kullanım değerine sahiptir. Germaplazma değeri olarak ifade edilen bu önemli kaynak, tarımsal üretimin devamlılığı ve verim kabiliyetinin artması için oldukça önemlidir. Özellikle bitkisel üretim için gerekli germaplazma kaynağının %6.5'unun biyolojik çeşitlilik sebebiyle meydana geldiği belirtilmiştir (Swanson, 1996; Fromm, 2000). Tarımsal üretim girdileri içerisinde bedava olarak kabul edilebilecek bu kaynak, olmaması durumunda verim kayıplarına yol açabilecektir (Hanley ve Perrings, 2019). UMP etrafındaki pek çok tarımsal alanda, yem bitkileri, çeşitli meyve ve sebze üretimi ve arıcılık gibi faaliyetlerde bulunmaktadır. UMP'ye sınır bu arazilerin büyüklüğü 2340 Ha'dır. Tarım alanlarının bitkisel üretim değeri ortalama 5197 TL Ha⁻¹ olup; Croitoru (2007) metodu ile hesaplanmış otlatma değeri 393 TL Ha⁻¹'dir (Anonim, 2020). Buna göre UMP'nin biyolojik çeşitliliği sebebiyle tarımsal üretime ekolojik desteği yıllık 1.739.768 USD olarak hesaplanmıştır. Hayvanların otlatılması sebebiyle 565 hektarlık arazide ortaya çıkan yıllık değer 2.064 USD olarak hesaplanmıştır. Bu iki değer UMP toplam arazi miktarına bölümü ile 1 hektara atfedilen bitkisel üretim kaynaklı değer 136.3USD Ha⁻¹ ve hayvansal üretim kaynaklı değer de 0,16 USD Ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Biyolojik çeşitliliğin sağladığı tüm fonksiyonların oluşmasına katkı olarak kabul edilen ekosistem destek değeri için önemli bir çalışma Richmond ve ark., (2007) tarafından önerilmiştir. Çalışmada, ekosistem değeri sayesinde Gayrisafi Yurtiçi Hasıla üretilebildiği, bunun oluşması için ise enerjiye ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir. 'Birincil Üretim Ağı' (BÜA) olarak adlandırılan bu enerji akışı, bitkiler tarafından depolama, büyüme ve üreme için kullanılan enerji miktarını temsil eder. BÜA, ekosistem hizmetleri üreten doğal sermaye stokunu koruyan bir akış olarak kabul edilmektedir (Costanza ve ark., 1997; Gaston, 2000). BÜA, ekonomik sistemdeki pek çok hammadde akışı ile pozitif korelasyon göstermektedir. Genel olarak, zayıf BÜA değerine sahip bitki örtüsü, yüksek BÜA'ya sahip bitki örtüsü ile karşılaştırıldığında ikincisi lehine daha fazla doğrudan ve dolaylı kullanım değeri üretildiği gözlemlenir. Diğer bir ifade ile biyolojik çeşitlilik ile bölgede ortaya çıkan BÜA da artış gösterir (Gaston, 2000). BÜA'nın üretim fonksiyonuna (GSYH'ya) katkısı, ekosistemlerin üretim sebebiyle ortaya çıkan karbon ayrıştırma (sekurizasyon) karşılığı ile değerlendirilmiştir. Diğer bir ifade ile bilinen Cobb-Douglas üretim fonksiyonunda işgücü (L), sermaye (K) ve teknoloji sabiti (A)'ya BÜA değişkeni (N) eklenerek, genişletilmiş üretim fonksiyonu ile çalışılmıştır. Bu sayede 71

gelişmekte olan ülkede ve 20 gelişmiş ülke verileriyle yapılan çalışmada BÜA'nın gölge fiyatı, üretim sebebiyle açığa çıkan 'karbon karşılığı' olmuştur. Sonuçlara göre BÜA için 1 Milyon Kg. karbonun gölge fiyatı Zimbabve'de 0.37 USD, Hollanda'da 924 USD olarak hesaplanırken bu değer Türkiye için 121-147 USD aralığında gösterilmiştir. Bu çalışmada aritmetik ortalama değeri olan 134 USD dikkate alınmıştır. BÜA'nın ekosistem değerinin parasal olarak ifade edilmesi için, değeri saptanacak ekosistem bölgesinin ayrıştırdığı karbon miktarının belirlenmesi gereklidir. Orman ekosisteminin, açığa çıkan karbonu ayrıştıracacağı miktarın belirlenmesi için geniş bir literatür bulunmaktadır. Bitki örtüsü, ağaç çeşidi, rakım, iklim faktörleri, topraktaki bitki besin miktarı düzeyi, orman zeminindeki ekosistem farklılıkları ülke düzeyinde yapılan çalışmaların da farklı çıkmasına sebebiyet vermektedir (Tolunay, 2011). Ağaç kök bölgesi ve toprak üzeri olarak depolanan karbon miktarı meşcere büyüdükçe artış göstermektedir (Keleş, 2017; Kula ve Günalay, 2012). Biyolojik kütle, kök artış oranı, kök hacminin yerüstü biyokütleye dönüştürülmesi ve genişlemesi için gerekli dönüştürme faktörü ve karbon faktörünü dikkate alan aşağıdaki karbon stoğu formülü (eşitlik 3) bu çalışmada dikkate alınmıştır (Tolunay, 2009):

$$C = (V \times BCEFI) \times (1 + R) \times CF \quad (\text{Eş. 3})$$

C	: Karbon stoğu (Ton)
V	: Ağaç biyolojik kütlesi (m ³)
BCEFI	: Kök hacminin yerüstü biyokütleye dönüştürme faktörü (Ton/m ³) (0,545±0,037)
R	: Kök artış oranı (0.20-0.40)
CF	: Karbon faktörü (0.51)

Formüldeki değişkenlerin parantez içerisindeki değerleri, ülkemizdeki silvikültür çalışmalarında gözlemlenen değerlerdir. Buna göre yapılan hesaplamalarda, 1 ton biyolojik kütle karbon stoğu 360 kg karbon olarak kabul edilmiştir. Ancak literatürde hektara biyolojik kütle toplam değerinin %50'sinin karbon stoğu olarak alınabileceğini belirten çalışmalar mevcuttur (Cannell, 1999; Grierson ve ark., 1992). Nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme gibi faktörler orman kaynaklarının senelik karbon depolama performansını da etkileyebilecek niteliktedir (Cannell, 1999). Yapılan hesaplamalarda BÜA'nın ekosistem değerinin parasal olarak ifade edilmesi için 1 ton orman biyolojik kütlesi için yıllık 0.134 USD*0.360 = 0.048 USD değeri dikkate alınmıştır. Ağaç biyolojik kütlesi yanında bitki örtüsü ve orman toprağının da karbonu ayrıştırdığı belirtilmektedir. Bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda orman toprağının hektara 44-268 ton karbonu ayrıştırdığı belirtilmektedir (Creedy ve Wurzbacher, 2001). Tropik ormanlarda bu değer en yükseğe ulaştığı varsayılırsa bu iki değer aritmetik ortalaması olan 156 ton Ha⁻¹ değeri bu çalışmada kullanılabilir. Bu miktar, orman ekosistemin yer aldığı toprağın BÜA değerinin 0.134*156 = 20.90 USD Ha⁻¹ olduğunu göstermektedir. O halde BÜA'nın ekosistem değerinin analizlerde parasal olarak ifade edilmesi için, orman toprağının depoladığı karbon değeri ve biyolojik kütledeki artış için karbon depolama değerleri ayrı ayrı dikkate alınmalıdır.

Biyçeşitlilik kıymetinin UMP yönetiminde kullanılması ve daha anlamlı hale getirilmesi için orman arazisi yönetiminde Faustmann temelli Hartman çözüm algoritması kullanılmıştır. Faustmann'ın modeli öncelikli olarak tek rotasyonlu ve belirli bir ağaç büyüme fonksiyonuna sahiptir. Ağaç büyürken, hasat edilecek kereste miktarının da zamanla değişeceği öngörülmektedir. Faustmann analizinin başlangıcı T rotasyon yaşında kereste miktarını m³ formunda q(T) ile gösterilmesiyle başlar. Ağaç topluluğunun (meşcere) tamamında homojen bir ağaç grubu olduğu kabul edilirse (UMP için böyle bir varsayım kullanılacaktır) Q(T), meşcerenin tüm kereste miktarını gösterir. Burada nq(T)= Q(T) eşitliğinden bahsedilir ki n, meşceredeki ağaç sayısını ifade etmektedir. Başlangıçtaki stok miktarı Q₀ ile gösterilirse aslında bu değer T=0 anındaki Q(T) değeri olduğu söylenebilir. Meşcerenin kereste miktarı, biyolojik kütle büyüme oranı α ve meşcerenin taşıma kapasitesi K ile ilişkilidir. Büyüme oranı ağaç yapısının ince veya kalın dokulu olmasına göre değişkenlik göstermektedir. Kalın dokulu ağaçların büyüme oranının daha düşük olacağı bilinmektedir. Taşıma kapasitesi ise meşcerenin destekleyebileceği maksimum kereste hacmini ifade etmektedir. Mevsimin ılıman, yağışlı oluşuna ve toprak kalitesine bağlıdır. Bu veriler ışığında aşağıdaki biyolojik kütle kereste hacmi kullanılarak model geliştirilmiştir.

Eşitlik 4, kereste biyolojik kütle başlangıçta küçük, ancak rotasyon yaşıyla beraber taşıma kapasitesine kadar artan bir 'S' eğrisini işaret eder.

$$Q(T) = \frac{K}{1 + \left[\frac{K - Q_0}{Q_0} \right] e^{-\alpha T}} \quad K > Q_0 > 0 \quad (\text{Eş. 4})$$

Modelde tam rekabet piyasasının varlığı altında analizde kullanılacak fiyat, maliyet ve faiz oranının (indirgeme oranı) sabit olduğu varsayılır. Meşçerenin kurulumunda, rotasyonun başlangıcında sabit bir bedele (S) katlanılır. Ancak daha sonra meşçerenin doğal büyüme ortamında herhangi bir masrafa katlanılmadan büyüdüğü varsayılır. Hasat masrafları (C) ve stampaj fiyatı (p) piyasa fiyatlarıdır. Burada iki önemli masrafın da analize katılması gerekliliği vardır. Bunlardan birincisi büyüme periyodundaki meşçereye yapılan masrafların hasada ulaşana kadarki süreçte kaybedeceği faiz geliridir. Rotasyon aralığı uzadıkça söz konusu maliyet artacaktır. Bu fırsat maliyeti bir faiz oranı (r) ile modele yansıtılır. Doğal olarak T yaşındaki meşçerenin bugünkü değeri bir indirgeme faktörü (e^{-rT}) ile bugüne getirilebilir. Başlangıç yılındaki dikim maliyeti, S, indirmeye tabi tutulmamaktadır. Bu noktada T rotasyon uzunluğundaki hasat edilen meşçerenin net bugünkü değerini veren eşitlik (5) aşağıdaki gibi olacaktır:

$$N(T) = (p-C)Q(T)e^{-rT} - S \quad (\text{Eş. 5})$$

Bir diğer maliyet ise arazi kıymetiyle ilgilidir ve çevre yönetimi sorunlarının da önemli bir nedenidir. Zira orman alanına yakın yerlerin aşırı kıymetlenmesi, bu tür alanların bulunduğu alanların da paraya dönüştürülmesine ve başka alanlarda kullanılmasına sebebiyet verebilmektedir. Diğer bir ifade ile arazi kirası ya da satılması yoluyla elde edilebilecek alternatif gelir, bu modeldeki ikinci tür maliyettir. Tüm ekolojik ve ekonomik parametrelerin değişmediği sabit olduğu varsayımıyla, bir sonraki periyotta da orman yönetiminin karşılaştığı sorun yine aynıdır. Diğer bir ifadeyle her rotasyondaki problem aynı kalacaktır. O halde $V(T)$ rotasyon periyodunun sonunda ağaçların kesilmesiyle elde edilen kereste değerinin net bugünkü değeri ile rotasyon periyodunun sonundaki çıplak arazi kıymetinin bugünkü değerinin toplamını verecektir:

$$V(T) = [(p-C)Q(T)e^{-rT} - S] + V(T)e^{-rT} \quad (\text{Eş. 6})$$

Buradan aşağıdaki eşitlik yazılabilir:

$$V(T) = \frac{(p-C)Q(T)e^{-rT} - S}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş. 7})$$

Toplum menfaatleri doğrultusunda Eşitlik 7'nin maksimize edilmesi gerekmektedir. Zira ekonomik etkin olmayan bir doğal kaynak yönetimi toplumun aleyhine olacaktır. $V(T)$ 'yi maksimize eden eşitlik 8:

$$MAX_T : V(T) = \frac{(p-C)Q(T)e^{-rT} - S}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş.8})$$

Maksimizasyon problemi için $V(T)$ 'ye bağlı birinci türev alınıp sıfıra eşitlenmelidir.

$$V(T^*) = \frac{(1 - e^{-rT^*})[(p-C)Q_{T^*}e^{-rT^*} - re^{-rT^*}(p-C)Q(T^*)]}{(1 - e^{-rT^*})^2} - \frac{re^{-rT^*}[(p-C)Q(T^*)e^{-rT^*} - S]}{(1 - e^{-rT^*})^2} = 0 \quad (\text{Eş. 9})$$

Eşitlikte Q_T ifadesi, T rotasyon periyoduna bağlı birinci türevin alındığını göstermektedir. T^* ifadesi ise optimal rotasyon yılını göstermektedir. Eşitlik 9'un daha kolay bir formu aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$\frac{(p-C)Q_T}{(p-C)Q(T) - S} = \frac{r}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş.10})$$

Eşitlik 10, optimal rotasyon uzunluğunu gösteren Faustmann formülü olarak adlandırılır (Amacher ve ark., 2009). Eşitlik 9'un hesaplama aracı olarak daha kolay gösterimi aşağıdaki gibi verilebilir:

$$(p-C)Q_T = r[(p-C)Q(T) + V(T)] \quad (\text{Eş. 11})$$

Eşitlik 11, meşçerenin etkin rotasyon periyodunun, orman değerindeki değişim oranıyla, ağaçları ve orman arazisini para sermayesine dönüştürmeyle kazanılacak getiri oranının birbirine eşit olduğunda oluşacağını

açıklamaktadır. Ekonomik anlatımla, eşitliğin sol tarafı meşcerenin büyümesi için ayrılan kerestenin marjinal ürün değeridir. Eşitliğin sağ tarafı ise kereste yetiştirmekle kullanılan sermayenin ve arazinin başka şekilde kullanılmaması nedeniyle oluşan maliyetin (bu tercihin fırsat maliyeti) toplamından oluşur. Biyolojik çeşitliliği ve buna bağlı değerlerin modele yansıtılması aşağıdaki maksimizasyon probleminin çözümüdür:

$$MAX_{T^*} : V(T) = \frac{\int_0^T B(t)e^{-rt} dt + (p - C)Q(T)e^{-rT} - S}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş. 12})$$

T'ye bağlı maksimizasyon probleminin çözümü için gerekli birinci sıra diferansiyeli aşağıdaki gibidir:

$$(P - C)Q_T + B(T) = r[(P - C)Q(T) + V(T)] \quad (\text{Eş. 13})$$

Eşitlik 13, Faustmann optimal orman arazisi yönetiminin uzatılmış yaklaşımı olan Hartman çözümüdür. Hartman çözümü için biyolojik çeşitlilik fayda akışını betimleyen bir fonksiyona ihtiyaç vardır. Zira optimal rotasyon koşullarının, biyolojik çeşitlilik faydası ile değişmesi söz konusudur. Hartman yaklaşımında, sonsuz rotasyon boyunca meydana gelen çevresel fayda değerleri, $B(t)$, etkin rotasyon dönemi olan T için Boman ve ark., (2010) tarafından aşağıdaki gibi modele dahil edilmiştir:

$$B(T) = \frac{\int_0^T B(t)e^{-rt} dt}{1 - e^{-rT}} \quad (\text{Eş. 14})$$

Eşitlik 14, orman alanının kereste değeri, alan kıymeti ve biyolojik çeşitliliğin gösterdiği değerler toplamı olarak $VV(T)$ ifadesinin kullanılması daha uygundur. O halde,

$$VV(T) = V(T) + B(T) \quad (\text{Eş. 15})$$

ifadesi, yeni optimizasyon koşulunun dikkate alınmasında biyolojik çeşitlilik faydasının da dikkate alınacağını göstermektedir. Bu durumda Eşitlik 15'in birinci sıra diferansiyeli, eşitlik 16 olur.

$$VV'(T) = 0 \Rightarrow (P - C)Q'(T) + B(t) = r[(P - C)Q(T) + VV(T)] \quad (\text{Eş. 16})$$

Literatürde üssel büyüme fonksiyonu, kereste değeri dışındaki değerleri göstermesi bakımından en çok kullanılan fonksiyon tipidir (Burgess, 2000; Swallow, 2000). Bu nedenle $B(t) = B_0 e^{bt}$ fonksiyonu bu çalışmada biyçeşitlilik değerleri temsil edecek olan fonksiyondur. $B(t)$, t rotasyon zamanında biyolojik çeşitliliğin kompozit indeks değeri (USD Ha⁻¹) olup; bu değer $t=0$ esnasında biyolojik çeşitlilik başlangıç değerine (B_0) eşit olacağı gözlemlenebilir. Zira biyolojik çeşitliliğin, orman biyolojik kütlesiyle artış gösterecek değerleri olduğu gibi; buna bağlı olmayan değerleri de mevcuttur. Bu nedenle b değeri $b > 0$, $b < 0$ ya da $b = 0$ olabilir. Bu çalışmada 1 ton orman biyolojik kütlesi başına düşen BÜA değeri dışında diğer tüm değerler sabit olarak (B_0) kabul edilmiş; b katsayısının da yıllık ağaç büyüme oranından ($\alpha = 0,1$) daha küçük olarak 0.05 olduğu kabul edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan tüm parametreler Faustmann ve Hartman yaklaşımları için ayrı ayrı *Tablo 1* ve 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Faustmann temel model parametreleri
Table 1. Faustmann's main model parameters

Parametre	Değer
α (Yıllık ağaç büyüme oranı)	0.1
K (Meşcere taşıma kapasitesi)	500 m ³ Ha ⁻¹
PC (Dikim maliyeti)	100 USD Ha ⁻¹
p (Stampaj fiyatı)	63 USD/m ³
C (Hasat/kesim maliyeti)	25 USD/m ³
r (indirgeme oranı)	%5
Q ₀ (Biyolojik kütle başlangıç değeri)	5m ³ Ha ⁻¹

Tablo 2. Hartman biyoçeşitlilik faydası model parametreleri*Table 2. Hartman's biodiversity benefit model parameters*

Parametre	Değer
FD: Farmasötik değer	1.795USD Ha ⁻¹ (%10 indirgeme faktörü)
p: Biyolojik çeşitliliğin ilaca dönüşme olasılığı	0,0001
pd: İlacın piyasa değeri	119USD Ha ⁻¹
th: Telif hakkı değeri	%5
re: Rant edinimi değeri	0.5
Germaplazma fonksiyonu değeri	
Bitkisel üretim kaynaklı değer	136,3 USD Ha ⁻¹
Hayvansal üretim kaynaklı değer	0.16 USD Ha ⁻¹
BÜA (Birincil Üretim Ağı)	
C: Karbon stoğu	Ton
V: Ağaç biyolojik kütlesi	m ³
BCEFI: Kök hacminin yer üstü biyokütleyle dönüştürme faktörü (Ton / m ³) (0,545±0,037)	0.545Ton/m ³
R: Kök artış oranı	0.30
CF: Karbon faktörü	0.51
UMP Orman biyolojik kütlesi için BÜA değeri	0.048 USD/Ton
UMP toprağı için BÜA değeri	20.90 USD Ha ⁻¹
Biyolojik çeşitlilik kompozit indeksi	
B(t)	USD Ha ⁻¹
B ₀	159.15 USD Ha ⁻¹
b	0.01

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çalışmanın formülasyonu 'Microsoft Excel Spreadsheet', diferansiyel analizi 'MATLAB' paket programları ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarının başlangıç modelinde *Tablo 1*'de verilen nümerik değerler dikkate alınmıştır. Temel modelin sonuçlarına göre, UMP'nin yaklaşık 44 yıllık rotasyona sahip olduğu sonucuna varılmıştır. UMP, 44. yılda 956 USD Ha⁻¹ net bugünkü değere ulaşmaktadır. Çalışmanın sonuçları UMP'nin gerçek alanı ile değerlendirilebilir. Buna göre, biyolojik çeşitlilik değerlerinin dikkate alınmadığı durumda UMP'nin 44 yıllık rotasyonda en yüksek şimdiki değeri, 12.2 milyon USD olarak hesaplanmıştır. UMP'nin diğer tüm değerleri (çevresel fayda değeri) sıfır kabul edildiğinde matematiksel beklenti, sonsuz rotasyonda UMP'nin 44 yılda bir yenilenmesi olurdu. Zira bu yılda, kaynak stoğunun (burada biyolojik kütle hacmi) büyüme oranı indirgeme oranına eşitlenmiştir. Sıfırdan farklı seçilecek her indirgeme oranı, kaynak stoğu büyütmenin fırsat maliyeti için referans teşkil edecektir. Üzerinde biyolojik kütle ve arazinin kendisinin değerinden oluşan meşcere değeri de bu yıldan sonra azalmaktadır. Nümerik parametrelerdeki artışın meşcere değeri üzerindeki etkisi farklı olacaktır. Stampaj fiyatı (dV/dP), meşcere taşıma kapasitesi (dV/dK), ağaç büyüme oranı (dV/dα) ve/veya biyolojik kütle başlangıç değeri (dV/dQ0) arttıkça optimum rotasyondaki meşcerenin bugünkü değerinde artış gösterecektir. Dikim maliyeti (dV/dPC) ve/veya indirgeme oranı (dV/dr) arttıkça optimum rotasyondaki meşcerenin bugünkü değerinde azalma gözlemlenecektir. Araştırmada biyolojik çeşitlilik faydasının dâhil edilmesiyle model, Hartman yaklaşımına dönüşmüş, *Tablo 2*'de verilen nümerik parametre değerleri dikkate alınmıştır. UMP Hartman yaklaşımının sonuçlarına göre, UMP'nin 44 yıl olan Faustmann modeli rotasyon süresinin, 53 yıla yükseldiği gözlemlenmiştir. UMP, biyolojik çeşitliliğin dikkate alındığı Hartman rotasyonunda 53. Yılda 5.294 USD Ha⁻¹ bugünkü değerine ulaşmaktadır. Bu yıldan sonraki her yıl, orman biyolojik kütlesi ve biyolojik çeşitlilik faydasındaki artış bir önceki yıla göre daha düşük olacaktır. Eğer orman yönetiminde rotasyona gidilmez ise sosyal kârlılık 53. yıldan sonra %5'in altına düşecektir. Diğer bir ifadeyle, UMP'nin biyolojik kütlesinin yenilenmesindeki her yıllık gecikmenin marjinal faydası, ilave yılın toplam biyolojik kütle değerine katkısı ve biyolojik çeşitlilik değerinin yıllık katkısı toplamı kadar olacaktır. UMP'nin biyolojik kütlesinin yenilenmesindeki her yıllık gecikmenin marjinal fırsat maliyeti ise toplam orman stoğu, orman çıplak toprak değeri ve biyolojik çeşitlilik değeri toplamının faiz değerinin indirgenmiş değerlerine eşit olacaktır. Yıllık gecikmenin marjinal faydası ve marjinal fırsat maliyetleri 53. yılda birbirine eşit olmaktadır. Elde edilen sonuçlar, UMP'nin toplam alanına genelleştirildiğinde aslında biyolojik çeşitliliğin ne kadar değerli bir ekosistem hizmeti sağladığını anlatmaktadır. Eğer biyolojik çeşitlilik kompozit indeksindeki parametrelerden B₀ oldukça büyük ve b pozitif ise optimum rotasyon süresinin sonsuza uzaması muhtemeldir. Bu durumda söz konusu doğal kaynağın nadide doğal kaynaklardan biri olduğu ve tahsis kararlarında çok dikkatli olunması gerektiği anlaşılır. Eğer kentleşme, sanayileşme ya da diğer türlü ekonomik gerekçelerle arazi tasarrufları değişiyor ve dolayısıyla oluşan yeni fiyatlar doğal kaynak aleyhine geliyorsa, bu defa kıt olan kaynak biyolojik çeşitlilik değil kullanım değerleri olabilir. Matematiksel olarak belirli bir seviyeden sonra ise ekosistem

hizmetine ihtiyaç duyulmayabilir. Aslında günümüzde yaşanan çevre sorunlarının temelini, doğal kaynak hizmetlerinin tüm ekonomik değerlerinin bilinmemesi sebebiyle olduğu açıktır. Biyolojik çeşitliliğin önemi, eczacılık sektörünün gelişimiyle yakından ilgilidir. Ancak biyolojik çeşitliliğin diğer değerlerinin de bilinmesi gereklidir. Merck İlaç Firması, 1991 yılında Kostarika'daki Biyçeşitlilik Enstitüsü (INBio) ile bir anlaşma yaparak, Kostarika'daki Guanacaste Ulusal Parkı 40 yıl boyunca her yıl 2000 numunenin taranmasını amaçlamıştır. Bunun için firmanın katlandığı maliyet hektar başına 3.27 USD iken, elde edeceği ilaç hammaddesinin değeri 9.65 USD olarak hesap edilmiştir. Ancak Kostarika'daki 600.000 Hektarlık bu ormanı Biyokoruma alanı ilan etmenin maliyeti ise hektar başına 407 USD olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla biyolojik çeşitliliğin korunması için salt eczacılık avantajları değil tüm diğer değerler de ortaya çıkarılmalıdır (Barbier ve Aylward, 1996). Benzer şekilde Simpson ve ark. (1996), gelişmekte olan ülkelerde potansiyel korunan alanlar olarak tanımlanan 18 kritik biyolojik çeşitlilik etkin (hotspots) noktasında biyolojik üretim için mümkün olan maksimum eczacılık değerinin hektar başına 20 USD olduğunu ve daha az genetik çeşitliliğe sahip bölgelerde bu değer hektar başına 1 USD olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle biyokoruma alanlarının belirlenmesinde proje bazlı ilerlemesinde bazı hususların göz önünde bulundurulması gerekir. Örneğin gölge fiyatların kullanıldığı ekonomik analizlerde, seçilecek indirgeme oranı önemlidir. Zira seçilecek indirgeme oranının yüksek tutulması gelecek kuşaklara verilen önemin düşüklüğünün bir göstergesi olurken; indirgeme oranının düşük tutulması sürdürülebilir kalkınma gereğidir.

Gelişmekte olan ülkeler %10-15 aralığında bir sosyal indirgeme oranı tercih ederken; gelişmiş ülkeler %2-5 düzeyinde bir sosyal indirgeme oranı tercih etmektedirler (Gürlük, 2016). Bu çalışmada %5 olarak kabul edilen indirgeme oranı değiştirilerek simülasyonlar yapılabilir. Seçilecek indirgeme oranının ne olması gerektiği konusu bu çalışmanın dışında tutulmuştur. Ülkemizde doğal kaynak yönetimine daha çağdaş bir yönetim anlayışı hayata geçirilmelidir (Genç ve ark., 2007). Öncelikli olarak nitelikli çevresel değerlendirme çalışmaları ile mevcut doğal kaynak stoğuna en yaklaşık değerler ortaya konulmalı; kullanım değerleri dışındaki değerlerin de dikkate alındığı yönetim ilkeleri oluşturulmalıdır. Biyçeşitlilik değerlerinin ortaya çıkarılması, gelecekte oluşabilecek rant edinimi ve doğal koruma alanları oluşturulmasıyla ortaya çıkacak fayda ve maliyetler belirlenmelidir. Bazı durumlarda doğal kaynağı kendi hâline bırakmak ile doğal koruma alanı ilan etmek arasında kararlar verilirken bu çalışmadaki metodolojik yaklaşımlara ihtiyaç olabilir. Biyolojik çeşitliliğin de dikkate alındığı doğal kaynak yönetim sisteminde ziraat mühendisleri, ekologlar, biyologlar, etnobotanistler, sağlık politikasından sorumlu karar vericiler, bahçe bitkileri uzmanları, hukuk müşavirleri, milli park yönetiminden sorumlu kişiler, farmakologlar, bitki islahçıları, bitki patoloğları ve kaynak ekonomistlerinden oluşacak bir üst kurula ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (WHO, 1993).

4. Sonuç

Biyçeşitlilik önemli bir doğal kaynak değeridir. Sunduğu hizmetlerin ekonomik değerleri kamusal karar verme süreçlerine dâhil edilmelidir. Bursa Uludağ Milli Parkı'nın doğal kaynak yönetimine katkıda bulunacak bu çalışmada, biyolojik çeşitlilik hizmet değerinin diğer çevresel değerlerin ekonomik analizlerde kullanımı oldukça önemlidir. Matematiksel biyçeşitlilik akış fonksiyonu, sonraki çalışmalar için önemli bir referans olabilir. Bu çalışmada biyçeşitlilik için gelen ziyaretçilerin ödeme isteği ya da biyçeşitlilik özelinde yapılan ekolojik ziyaretlerin seyahat maliyeti analizi dikkate alınmamıştır. Koşullu değerlendirme yöntemi gibi yaklaşımlarla da biyçeşitliliğin diğer değerleri de ortaya konabilir. Bu değerlerin de eklenmesiyle UMP'nin biyolojik çeşitlilik değerleri ve optimum rotasyon yılı değişkenlik gösterebilir. Ayrıca Bursa gibi kentleşme ve sanayileşmenin hızla arttığı kent merkezlerinde oluşan karbon stoğunun ayrıştırılmasında önemli rolleri olan UMP gibi doğal kaynakların bu hizmeti hangi ölçüde gerçekleştirebildikleri, bu çalışmada kullanılan karbon stoğu formülü yardımıyla belirlenebilir. UMP'nin ideal karbon ayrıştırma kapasitesi ile mevcut durum karşılaştırılarak, Bursa kent merkezinde meydana gelen çevresel sorunların parasal değeri konusunda bir bakış açısı sağlanabilir. Çalışmada kullanılan Faustmann ve Hartman yöntemleri ile pek çok dağ-orman ekosistem değerlendirme çalışmalarına ışık tutacaktır. Bu tür alanların yıllık koruma ve bakım masrafları için ayrılan bütçelerin belirlenmesinde, aşırı ziyaretçi alan doğal kaynaklardaki bozulmaların engellenmesinde, ekosistem alanlarının tahsis kararlarının yeniden gözden geçirilmesinde söz konusu optimizasyon yöntemleri politik karar vericilere farklı bakış açıları kazandırabilir. Ülkemizde hassas ekosistemlerin bulunduğu alanlar net bir şekilde belirlenmeli ve bu tür alanların yönetimi için pek çok ilgi grubunun yer aldığı danışma kurulları oluşturulabilir. Bu sayede konunun önemi daha iyi anlaşılacak ve daha iyi anlatılacaktır.

Kaynakça

- Anderson, D. (2010). Environmental Economics and Natural Resource Management. Routledge publishing, USA.
- Anonim, (2020). Bursa İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Resmi Kayıtları, Bursa.
- Bann, C. (1998). The Economic Valuation of Tropical Forest Land Use Options: A Manual for Researchers. A Report for Economy and Environment Program for Southeast Asia Organization, Singapore.
- Barbier, E. B., Aylward, B. A. (1996). Capturing the pharmaceutical value of biodiversity in a developing country. *Environment and Resource Economics* 8(1996): 157-81.
- Boman, M., Jacobsen, J. B., Strange, J., Norman, J., Mattsson, L. Forest Amenity Values and the Rotation Age Decision: Nordic Perspective. *Ecological Bulletins* 53:7-20.
- Braze, R. The Faustmann Formula: Fundamental to Forest Economics 150 years After Publication. *Journal of Forest Science*47(4): 441-442.
- Bulte, E., Soest, van D. 1996. International Transfers, Price Uncertainty and Tropical Deforestation. *Environment and Development Economics* 1(3): 281-287.
- Burgess, J. C. (2000). Economics of Tropical Forest Land Use. Doctoral Thesis of University College London.
- Cannell, M. G. R. (1999). Growing trees to sequester carbon in the UK: answers to some common questions. *Forestry* 72(3): 237-247.
- Conservation International, (2020). Conservation International Internet Sayfası www.biodiversityhotspots.org Erişim Tarihi: 13.04.2020.
- Costanza, R., Arge, R., Groot R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'neill V. R., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P. van den Belt, M. (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature* 387: 253-260.
- Crabbe, P. J., N. V. Long. 1989. Optimal Forest Rotation under Monopoly and Competition. *Journal of Environmental Economics and Management* 17:54-65.
- Creedy, J., D. Wurzbacher, D. 2001. The Economic value of a forested catchment with timber, water and carbon sequestration benefits. *Ecological Economics*, 38, 71-83.
- Croitoru, L., (2007). Valuing the non-timber forest products in the Mediterranean region. *Ecological Economics* 63, 768-775.
- Daşkın, R. (2008). *Uludağ Florası*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış. Doktora Tezi.
- Ehrenfeld, D., (1988). Why Put a Value on Biodiversity. Chap. 24 in Biodiversity edited by E. O. Wilson with F. M. Peter. Washington: National Academy Press.
- Eltan, C., Özügül, M. D. ve Atabay, S. (2016). Uludağ Milli Parkı doğal eşiklerin belirlenmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 1(1-3), 50-61.
- Fromm, O. (2000). Ecological Structure and Functions of Biodiversity as Elements of its Total Economic Value. *Environmental and Resource Economics* 16: 303-328.
- Gaston, K. J. (2000). Global Patterns in Biodiversity. *Nature* 405: 220-227.
- Genç, Y., B. Bostancı, B., Genç, L. 2007. TROIA Milli Parkı Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılamaya ve Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(1): 27-41.
- Goldsmith, E., Hilyard, N. 1988. The Earth Report. Price Stern Sloan Inc, LA,USA: p-216.
- Gret-Regamey, A., Brunner, H. S., Kienast, F. 2012. Mountain Ecosystem Services: Who Cares? *Mountain Research and Development* 32(2012): 23-34.
- Grierson, P. F., Adams, M. A., Attiwill, P. M. (1992). Estimates of Carbon Storage in the Above-ground Biomass of Victoria's Forests. *Australian Journal of Botany* 40: 631-640.
- Gürlük, S. (2006a). *Manyas Gölü ve Kuş Cenneti'nin Çevresel Değerlemesi Üzerine Bir Araştırma*. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Bursa.
- Gürlük, S. (2006b). The estimation of ecosystem services' value in the region of Misi Rural Development Project: Results from a contingent valuation survey. *Forest Policy and Economics* 9(3): 209-218.
- Gürlük, S. (2016). Diagnostic of High Social Discount Rate in Developing Countries and Low Social Discount Rate in Developed Countries. *Advances in Environmental Research* ISBN: 978-1-63484-990-6. Nova Publishing House, USA.
- Hanley, N., Perrings, C. (2019). The Economic Value of Biodiversity. *Annual Review of Resources Economics* 11: 355-375.
- Huber, H. R., Goldstein, J., Duke, E. A. 2013. Intermediary roles and payments for ecosystems services: A typology and program feasibility application in Panama. *Ecosystem Services* 6: 104-116.
- IUCN, (2020). Uluslararası Doğa Koruma Birliği Kırmızı Listesi Raporu (IUCN Red List). IUCN Kırmızı Liste İnternet Sayfası: <https://www.iucnredlist.org/> Erişim Tarihi: 13.04.2020

- Keleş, S. (2017). Determining Optimum Cutting Ages Including Timber Production and Carbon Sequestration Benefits in Turkish Pine Plantations. *Sains Malaysiana* 46(3)(2017): 381–386
- Koskela, E., Ollikainen, M. 1997. Optimal Design of Forest Taxation with Multiple-Use Characteristics of Forest Stands. *Environmental and Resource Economics* 10:41-62.
- Kula, E. 1994. *Economics of Natural Resources, the Environment and Policies*. Chapman and Hall, UK.
- Kula, E., Günalay, Y. (2012). Carbon sequestration, optimum forest rotation and their environmental impact. *Environmental Impact Assessment Review* 37: 18-22.
- Kriström, B., Riera, P. (1996). Is the Income Elasticity of Environmental Improvements Less Than One? *Environmental and Resource Economics* 7: 45-55.
- Kroupova, Z., Havlikova, Z. M., Halova, P., Maly, M. 2016. Economic Valuation of Mountain Landscapes and Ecosystems: A Meta-Analysis of Case Studies. *Agris Online Papers in Economics and Informatics* 3:103-112.
- OGM, (2014). Orman Genel Müdürlüğü Türkiye Orman Varlığı Raporu, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı Yayın No: 115, Ankara.
- Özhatay, N., Byfield, A., Atay, S. (2003). Türkiye'nin Önemli Bitki Alanları. Doğal Hayatı Koruma Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Parks, P. J., Murray, B. C. 1994. Land Attributes and Land Allocation: Nonindustrial Forest Use in the Pacific Northwest. *Forest Science* 40(3): 558-575.
- Pearce, D. Moran, D. 1995. Debt and Environment. *Scientific American* 272(6):5256.
- Pearce, D. W., Pearce, C. G. T. (2001). *The Value of Forest Ecosystems Report for Biological Diversity Convention*, University College London, UK.
- Principe, P. (1991). Valuing the Biodiversity of Medicinal Plants. In Edition Book by Akerle, O., Heywood, V., Synge, H. *Conservation of Medicinal Plants*. Cambridge University Press, UK.
- Richmond, A., Kaufmann, R. K., Myneni, R. B. (2007). Valuing ecosystem services: A shadow price for net primary production. *Ecological Economics* 64: 454-462.
- Royalty Source, (2020). Royalty Source Telif Hakkı Uzlaşma Şirketi İnternet Sayfası: https://royaltysource.com/?gclid=CjwKCAjwqJ_1BRBZEiwAv73uwEJC7D1Oo9Kdt2Lr12LPYC-wae6XtuTXNCT4wo_fs3moqOuzUJ8pFB0CPwwQAvD_BwE Erişim Tarihi: 28.04.2020.
- Ruitenbeek, J. (1988). Social Cost/Benefit Analysis of the Korup Project, Cameroon. World Wide Fund for Nature Report of Republic of Cameroon.
- Simpson, R. D., Sedjo, R. A., Reid, J. W. (1996). Valuing biodiversity for use in pharmaceutical research. *Journal of Political Economy* 104 (1996): 163-185.
- Swallow, S. K., Parks, P. J., Wear, D. N. (1990). Policy-Relevant Nonconvexities in the Production of Multiple Forest Benefits? *Journal of Environmental Economics and Management* 19: 264-280.
- Swanson, T. M. (1996). The Reliance of Northern Economies on Southern Biodiversity: Biodiversity as Information. *Ecological Economics* 17, 1–8.
- Tabche, I. (2002). Cost-benefit analysis within a sustainable development paradigm: an application to a production system. University of Bath PhD. Dissertation.
- Tolunay, D. (2009). Carbon concentrations of tree components, forest floor and understorey in young *Pinus sylvestris* stands in North-western Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research* 24(5): 394-402.
- Tolunay, D. (2011). Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 35:265-279.
- Van Kooten, G. C., Bulte, E. H. (2000). *The Economics of Nature*. Blackwell Publishers, Oxford, UK.
- WB, (2020). World Bank İnternet Sayfası: <https://data.worldbank.org/> Erişim Tarihi 28.04.2020.
- WHO, (1993). Guidelines on the Conservation of Medicinal Plants. On behalf of World Health Organization. The International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), Gland, Switzerland.
- Yılmaz, R. 2009. Edirne'de Çevre Bilincinin Belirlenmesi ve Sosyo-ekonomik Özelliklerin Çevresel Bilinç Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 6(1): 79-92.

Farklı Konukçu Bitkilerden İzole Edilen *Agrobacterium tumefaciens* İzolatlarının Fenotipik ve Genotipik Karakterizasyonu


Isolation and Identification of *Agrobacterium tumefaciens* Strains From Different Hosts In Turkey


Eda GEYLANİ YÜZBAŞIOĞLU¹, Yeşim AYSAN²

Özet

Bu çalışmada, 2008-2011 yılları boyunca 4 farklı ilde 10 farklı konukçu bitkiden tipik ur belirtisi gösteren enfekteli bitki örnekleri toplanmıştır. Toplanan enfekteli bitki dokularından toplam 174 bakteri izolatu elde edilmiştir. Elde edilen izolatların patojenisite testlemeleri havuç (*Daucus carota* L.) dilimi, kalonşe (*Kalanchoe daigremontiana*), domates (*Solanum lycopersicum* L.) ve ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) fideleri üzerinde yapılmıştır. Patojenisite testleri sonucunda 414 re-izolat elde edilmiş olup, bu izolatlar arasında 138 re-izolat detaylı çalışmalarda kullanılmak üzere seçilmiştir. Seçilmiş olan tüm izolatlar klasik ve moleküler yöntemlerin sonuçlarına göre *Agrobacterium tumefaciens* olarak teşhis edilmiştir. Test edilen 138 izolat ve 6 referans izolatın tamamı kalonşe bitkisi ve havuç dilimi üzerinde tipik ur belirtilerine neden olurken, bu izolatlar arasında 67 izolat domates bitkisinde, 61 izolat ise ayçiçeği bitkisi üzerinde tipik ur belirtisi oluşturamamıştır. Bu tez kapsamında 3-ketolaktöz üretimi, % 2'lik NaCl'de büyüme, 35°C'de gelişme, litmus milk'de reaksiyon, eritritol ve melezitozdan asit oluşturma, malonik asit, L-tartarik asit ve mucic asitten alkali oluşturma, demir amonyum sitrat kullanımı, sitrat kullanımı, PDA+CaCO₃ besiyerinde asit temizleme, potasyum hidroksit testiyle gram reaksiyon ve oksidaz testi kullanılmıştır. Yapılan morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal testlere göre, test edilen izolatlardan 3 tanesi dışında, izolatlar arasında önemli farklılık gözlenmemiştir. Bu izolardaki farklılıkta sözkonusu 138 izolat arasında 48 izolat detaylı çalışmalar için seçilmiş, genetik profilleri REP PCR, ERIC PCR, BOX PCR ve RFLP teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bildiğimiz kadarıyla, şeftali, erik, kiraz, armut, trabzon hurması, meşe ve kalonşe bitkilerinden bu etmenin ülkemizdeki varlığı ilk kez bu çalışmayla ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar farklı konukçulardan elde edilen *Agrobacterium tumefaciens* izolatlarının benzerlik ve farklılıklarını ortaya koymuştur. Sonuç olarak, 5 ana grupta, 8 farklı küme ve 26 özgün profile sahip 34 genotip belirlenmiştir. İzolatlar ile konukçu bitki ve coğrafik bölge arasında ilişki kurulamamıştır.

Anahtar Kelimeler: *Agrobacterium tumefaciens*, Patojenite testleri, Spesifik PCR, Genetik profilleme, RFLP

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Eda Geylani Yüzbaşıoğlu, Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü, Adana-Türkiye E-mail: eda.yuzbasioglu@tarimorman.gov.tr  OrcID: 0000-0002-33864476

²Yeşim Aysan, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adana-Türkiye. Email: aysanys@cu.edu.tr  OrcID: 0000-0003-2647-5111.

Atıf/Citation: Geylani Yüzbaşıoğlu E., Aysan Y. Farklı Konukçu Bitkilerden İzole Edilen *Agrobacterium tumefaciens* İzolatlarının Fenotipik ve Genotipik Karakterizasyonu. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 247-259.

*Bu çalışma Doktora tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

During 2008-2011 growing season, 148 infected plant samples, showing tumor (gall) symptom, were collected from ten different host plants in 4 different province of Turkey. Total of 174 bacterial isolates were obtained from infected samples. Pathogenicity tests were conducted on carrot (*Daucus carota* L.) slice, kalonche (*Kalanchoe daigremontiana*), tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.) seedlings. From pathogenicity tests, 414 isolates were re-isolated and total of 138 bacterial re-isolates were selected and used in further studies. All these selected isolates were identified as *Agrobacterium tumefaciens* according to classical and molecular identification tests. Although all 138 isolates caused typical galls on kalonche and carrot slices, 67 isolates on tomato and 61 isolates on sunflower seedlings were failed to cause typical gall symptoms. In the study, 3-ketolactose production, growth in 2% NaCl, development at 35°C, reaction in litmus milk, acid formation from erythritol and hybridis, alkali formation from malonic acid, L-tartaric acid and mucic acid, use of iron ammonium citrate, use of citrate, acid clearing in PDA+CaCO₃ medium, gram reaction with potassium hydroxide test and oxidase test were used. Apart from three isolates, no major differences were observed among the bacterial isolates tested according to morphological, physiological and biochemical tests. Among these 138 isolates, 48 bacterial isolates were selected and their genetic profiles were analyzed by using REP PCR, ERIC PCR, BOX PCR and RFLP techniques. As far as we know, peach, plum, cherry, pear, persimmon, oak and kalonchoe from the plants in our country, the presence of these factors has been demonstrated in this study for the first time. This study clearly showed the differences and similarities of the bacterial isolates of *Agrobacterium tumefaciens* obtained from different host plants. As a result, 34 genotypes in 5 main group and 8 different clusters, 26 unique profiles were determined. With isolates of different host plants and geographic areas can be concluded that the relationship between the genotyped.

Keywords: *Agrobacterium tumefaciens*, Pathogenicity tests, Specific PCR, Genetic profiling, RFLP

1. Giriş

Türkiye, özellikle bazı meyve türlerinin üretiminde önemli bir konumda bulunmaktadır (Tablo1). Kayısı ve kiraz üretiminde dünya sıralamasında ilk sıradaki yerini uzun yıllardır korumaktadır. Diğer birçok meyvenin üretiminde ise dünya çapında ilk 10 sıralamasındadır (Anonim, 2011). Ülkemiz, çok çeşitli ekolojik özellikler bakımından süs bitkileri yetiştiriciliğine de son derece uygundur. Aynı zamanda birçok süs bitkisinin gen kaynağıdır. Bu nedenle, kesme çiçek üretimi başta olmak üzere, dış mekan süs bitkilerinde yeni türlerin üretimi ve ihracatı üzerinde çalışılmaktadır. Gül üretimi ise 2012 yılında % 6.1 oranında artarak süs bitkileri arasında % 10.4'e ulaşmıştır (Anonim, 2012).

Tablo1. Türkiye’de bazı meyve türlerinin üretim miktarları (Anonim, 2011)
Table1. Production means of some fruit species in Turkey (Anonim, 2011)

Ürün	Üretim (Milyon Ton)
Elma	2.680.075
Kayısı	676.138
Şeftali	545.902
Kiraz	438.550
Armut	286.382
Erik	268.696
Trabzon hurması	28.295

Meyve fidancılığında ekonomik kayba neden olan birçok hastalık etmeni vardır. Bu hastalıklar içinde en önemlilerinden biri de kök ve kök boğazı uru hastalığına sebep olan *Rhizobium radiobacter* (*Agrobacterium tumefaciens*, Smith ve Townsend, 1907) adlı bakteriyel etmendendir (Lippincott ve ark., 1980). Son yıllarda taksonomide meydana gelen değişimlerden *Agrobacterium* cinsi de etkilenmiştir. Bu cins içerisinde yer alan türlerin bir kısmı *Rhizobium* cinsine dahil edilmiştir (Slater ve ark., 2009).

Kök ve kök boğazı uru hastalığı tüm dünyada yaygın olarak görülmekte ve bir çok üründe ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Özellikle fidanlıklarda etkili olan bu hastalık, enfekteli bitkilerin pazarlanabilirliğini ortadan kaldırmaktadır (Lippincott ve ark., 1983). Hastalık etmeni olan *Agrobacterium tumefaciens*, gram negatif, toprak kökenli bir bakteri olup genellikle dikotiledon, bazen de monokotiledonlarda olmak üzere 93 farklı familyadan 643 konukçuda ur oluşturabilmektedir. Hastalık etmenin, en yaygın olarak görüldüğü bitki türlerinin başında, kiraz, şeftali, vişne, erik gibi sert çekirdekli meyveler; elma, armut gibi yumuşak çekirdekli meyveler; ceviz, badem gibi sert kabuklu meyveler; asma ve çeşitli süs bitkileri gelmektedir (Lippincott ve Lippincott, 1975; De Cleene ve De Ley, 1976).

Ülkemizde hastalığın sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında varlığı çok uzun yıllardan beri bilinmektedir. Karaca (1977) nin bildirdiğine göre hastalık ilk defa İzmir’de şeftali, erik ve ayva ağaçlarında, sonra Edirne’de vişne, elma ve armut ağaçlarında görülmüştür. Daha sonra yapılan araştırmalar hastalığın Türkiye’nin hemen her yöresinde mevcut olduğunu ortaya koymuştur. Ege Üniversitesi’nde yapılan bir doktora çalışmasında Öden (1991) İstanbul ve İzmir illerinde süs bitkilerinde yaptığı incelemelerde *Chrysanthemum* spp. (Krizantem) ve *Rosa* spp. (Gül)’da *Agrobacterium tumefaciens*’in neden olduğu kök boğazı uru hastalığının varlığını saptamıştır. Doğu Akdeniz bölgesinde 2000’li yılların başlarında ise Aysan ve Şahin (2003) tarafından güllerde *Agrobacterium tumefaciens*’in neden olduğu bir hastalık epidemisi rapor edilmiştir. Aynı yıllarda Aysan ve ark., (2003) Ninfa çeşidi kayısılarında (*Prunus armeniaca*) *Agrobacterium tumefaciens*’in neden olduğu kök ve kök boğazı uru hastalığına dikkat çekmiş ve Doğu Akdeniz bölgesinde yayıldığını bildirmiştir. Bozkurt ve Soylu (2011), Hatay ili elma bahçelerinde kök boğazı uru hastalığının belirlenmesi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Ayrıca etmenin endofitik ve epifitik bakteriler ile mücadelesi ilgili bir çalışmaları da bulunmaktadır (Soylu ve Bozkurt, 2019).

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı’nın teknik talimatnamesine göre, 2006 yılına kadar *Agrobacterium tumefaciens*, toleransı sıfır, çok tehlikeli ve hızla yayılan karantina etmenleri arasında yer almaktaydı (Anonim, 2006). Hastalık etmeni, bu yıldan sonra, ülkemizde yaygın olarak bulunduğu gerekçesiyle karantina listesinden çıkarılmıştır. *Agrobacterium vitis* ise halen karantina listesinde yer almaktadır (Zirai Karantina Yönetmeliği, 2009).

Hastalığın özellikle bulaşık üretim materyali ile temiz bölge ve ülkelere taşındığı bilinmektedir. Bu nedenle en önemli tedbirlerden biri de hastaliksız üretim materyali kullanmaktır (Peluso ve ark., 2003). Hastalığın dünyadaki durumu, yayılışı, konukçu dizini üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. Ülkemizde de hastalığın varlığı ve tanısı üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Ancak, meyve bahçelerinden ve fidan üretim alanlarından elde edilen *Agrobacterium tumefaciens* izolatlarının yıllara, izole edildiği konukçuya, yöreye ve yere (bahçe veya fidanlık) göre moleküler düzeyde karşılaştırılması yapılmamıştır.

Hastalık etmeni hem toprak hem de bulaşık üretim materyali ile taşınabilmektedir. Bu nedenle hastalığın inokulum kaynağının belirlenmesi oldukça güç olmaktadır. Hastalık daha çok bahçe koşullarında zarar oluşturduğundan hastalığın fidanlıklardan geldiği iddia edilmektedir. Özellikle hastalıkla bulaşık bu alanlar nedeniyle bahçe sahipleri ve fidan üreticilerinin mahkemelik davalarda karşı karşıya gelmesi sıkça rastlanılan bir durumdur. Ancak hem toprak hem de üretim materyali ile taşınan hastalık etmeninin esas inokulum kaynağını belirlemede güçlüklerle karşılaşmaktadır. Aynı zamanda uzun süren mahkeme aşamaları süresince hastalıkla bulaşık bitkiler üretim alanı içerisinde tutulduğundan *Agrobacterium tumefaciens* özellikle sulama suyu, toprak taşınması ile daha geniş alanlara yayılabilmektedir.

Bu çalışma kapsamında fidanlıklardan izole edilen izolatlarla üretici bahçesindeki hasta bitkilerden elde edilen izolatlar arasındaki benzerlik belirlenerek bulaşıklığın fidandan mı yoksa bahçe toprağından mı kaynaklandığı ortaya konarak mahkemelik davalara faydalı olabilmek amaçlanmıştır. Farklı bölgelerden ve farklı konukçulardan elde edilen izolatlar karşılaştırılarak izolatlar ve konukçu bitki arasındaki ilişki değerlendirilmiştir. Ayrıca izolat elde edilen bölgeler ile izolatlar arasında farklılık var mı sorusuna yorum getirilmeye çalışılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Materyali

Çalışmanın ana materyalini İzmir ve Burdur illerindeki fidanlıklardan, Adana ve Mersin illerinde ticari üretim yapılan meyve bahçeleri ve fidan üretimi ve satışının yapıldığı yerlerden 10 farklı konukçudan toplanan urlu örneklerden izole edilen 138 adet *Agrobacterium tumefaciens* izolatı ve referans izolatlar oluşturmuştur. Bunun dışında çeşitli kimyasallar, sarf malzeme ve saksılar da materyal olarak kullanılmıştır.

Ayrıca Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Bakteriyoloji Laboratuvarı kültür koleksiyonunda bulunan erikten izole edilen D9b, elmadan izole edilen Ma4b, kirazdan izole edilen K1e, kayısıdan izole edilen Ka1/2b (Aysan ve ark., 2003), gülden izole edilen Gül43 ve Gül55 (Aysan ve Sahin, 2003) kodlu *Agrobacterium tumefaciens* izolatları karşılaştırma kültürü olarak kullanılmıştır.

Fidanlıklardan hasta örnek toplamak için topraktan fidanların sökülmesi zamanı olan Şubat ayı tercih edilirken meyve bahçelerinden hasta örnek toplamak için ise urların oluşmaya başladığı bahar aylarında ziyaret edilmesi tercih edilmiştir. 2008-2011 yılları arasında, Adana, Mersin ve İzmir illerindeki fidanlık, meyve bahçesi ve süs bitkisi serası olmak üzere yaklaşık 1000 dekarlık alan ziyaret edilmiştir. Fidanlıklardan 113, meyve bahçelerinden 20 ve süs bitkisi seralarından 15 urlu örnek olmak üzere toplam 148 hasta bitki toplanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. 2008-2011 yılları arasında farklı illerden toplanan bitki sayıları
Table 2. Plant numbers collected from different provinces between 2008-2011

Toplanan Uurlu Bitki Sayısı				
Yer	Fidanlık	Meyve Bahçesi	Süs Bitkisi Üretim Yeri	Toplam
İzmir	72	-	-	72
Adana	37	16	15	68
Mersin	-	4	-	4
Burdur	4	-	-	4
Toplam	113	20	15	148

2.2. *Agrobacterium tumefaciens*' in İzolasyonu ve Tanısı

Bu çalışmada, araziden toplanan ve laboratuvarımıza posta yoluyla gönderilen 148 adet urlu örnekten, ur belirtisi göstermeyen trabzon hurması, kiraz ve kayısı köklerinden genel bakteriyolojik yöntemlere göre izolasyonlar yapılmıştır (Moore ve ark., 2001). Uurlardan izolasyonlarda üç farklı besi yeri (King B, PDA ve 1A)

kullanılmıştır. Ağırlıklı olarak kök ve gövde kısımlarında meydana gelen urlardan izolasyon örnekleri alınırken, henüz kuruma belirtisi göstermeyen taze, krem rengi ve aktif olan urlar seçilmiştir. Urlu örnekler üst kısmı soyularak alttaki canlı kısımlardan küçük parçalar alınmıştır. Altta kalan kısımda yer yer kıvrılmalar olduğu ve bunların tek bir odak noktasının bulunduğu gözlenmiş, bu beyaz renkli noktalara izolasyon materyali olarak kullanılmıştır. Urlu bitkilerin yanı sıra ur belirtisi göstermeyen trabzon hurması, kiraz ve kayısı örnekleri de alınarak izolasyon yapılmıştır. Urlu bitkilerde de olduğu gibi, üst kabuk dokusu kaldırıldığında altta kalan dokunun kıvrılarak yuvarlak şekil aldığı görülmüş, bisturi ile bu kısımlar alınıp izolasyonda kullanılmıştır. Urlardan izolasyonlarda üç farklı besi yeri ,King B (Horuz ve Aysan, 2018), PDA ve 1A kullanılmıştır (Moore ve ark., 2001).

2.3. Patojenite Testleri ve Re-İzolasyonlar

Urlu örneklerden ve hastalık belirtisi göstermeyen dokulardan izole edilen bakterilerin patojenite yetenekleri domates (*Solanum lycopersicum* L.), kalonşe (*Kalonchoe daigramontiana*), ayçiçeği (*Helianthus annuus*) fideleri ve havuç (*Daucus carota*) dilimlerinde testlenmiştir (Moore ve ark., 2001). İnokule edilen bitkiler iklim odasında (25°C ve 16 saat ışık ve 8 saat karanlık) 21 gün inkübe edildikten sonra ur varlığı/yokluğu yönünden değerlendirilmiştir (Minnemeyer ve ark., 1991). Ur oluşumu gözlenen bitkilerden yeniden izolasyon yapılarak re-izolatlar elde edilmiş ve Koch Postulatlarının aşamaları tamamlanmıştır. Havuç dilimlerinde patojenite çalışmalarında, King B besiyerinde 25 °C’de 2 gün geliştirilmiş bakteri kültürü steril kürdanla havuç dilimlerinin yüzeyine inokule edilmiştir. Steril suyla nemlendirilmiş petripler 25 °C’de inkubasyona bırakılmış olup aralıklarla petrilere steril kağıtlar nemli kalacak şekilde steril saf su eklenmiştir. Petripler inokulasyondan 2 hafta sonra ur varlığı/yokluğuna göre değerlendirme yapılmıştır.

2.4. *Agrobacterium tumefaciens*’ in Klasik Yöntemlerle Tanısı

Hastalık belirtisi göstermeyen hurma, kiraz, kayısı fidanlarından ve 148 urlu bitkiden izole edilen 138 *Agrobacterium* izolatının klasik yöntemlerle tanısı yapılmıştır. Sonuçları değerlendirmek için daha önceden *Agrobacterium tumefaciens* olarak tanılanmış altı referans izolat da kullanılmıştır. Kullanılan testler; 3-ketolaktöz üretimi, % 2’lik NaCl’de büyüme, 35°C’de gelişme, litmus milk’de reaksiyon, eritritol ve melezitozdan asit oluşturma, malonik asit, L-tartarik asit ve mucic asitten alkali oluşturma, demir amonyum sitrat kullanımı, sitrat kullanımı, PDA+CaCO₃ besiyerinde asit temizleme, potasyum hidroksit testiyle gram reaksiyon ve oksidaz testidir (Moore ve ark., 2001).

2.5. *Agrobacterium tumefaciens*’e Spesifik PCR (Polimerase Chain Reaction) ile İzolatların Moleküler Tanısı

Agrobacterium tumefaciens izolatlarının DNA izolasyonu De Boer ve Ward (1995)’a göre yapılmıştır. Daha sonra % 1’lik agaroz jel elektroforez ile total genomik DNA varlığı kontrol edilmiştir. İzole edilen DNA’lar -20°C’de muhafaza edilmiştir. 6 farklı primer seti seçilen 36 izolat için kullanılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. *Agrobacterium tumefaciens*’e spesifik PCR primerleri
Table 3. PCR primers specific to *Agrobacterium tumefaciens*

Primerler	DNA Bant Büyüklüğü (bp)	Kaynak
Tms2a: 5’-CGCCACACAGGGCTGGGGTAGGC-3’		Pulawska ve Sobiczewski, 2005
Tms2b: 5’GGAGCAGTGCCGGGTGCCTCGGA-3’	220	
VirA1: 5’-TTCAGTCGCGCAAGC AGT T-3’	480	Eastwell ve ark.,1995
VirA2: 5’-CGGCAATTCGTATCACGGA -3’		
Wide1: 5’-AAG TCG TCG AGA TAC TGT TT -3’		Dong ve ark., 1992
Wide2: 5’-TAT GAT ACC TTA AGC AGA TG -3’	180	

PCR tüpüne DNA toplam hacmi 25 µl olan reaksiyon karışımı olarak eklenmiştir (Sawada ve ark., 1995). Primerleri dizayn eden araştırmacılar tarafından belirlenen ve spesifik PCR programları kullanılarak amplifikasyonlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PCR ürünlerinden jel elektroforezi yapılmıştır (Pionnat ve ark., 1999). Marker olarak 100 bp’lik ve 1 kb’lik DNA işaretleyicileri kullanılmıştır. Son aşamada jel oda sıcaklığında

etidyum bromid ile boyanmış ve UV-transliminatörde görüntülenmiştir. *Agrobacterium tumefaciens*'e spesifik primerlerle yapılan PCR çalışmaları üç kez tekrarlanarak bantların tekrarlanabilir olduğu ortaya konmuştur.

2.6. İzolatların Genotipik Akrabalık Seviyelerinin Belirlenmesi

Agrobacterium tumefaciens izolatları arasındaki genotipik akrabalığı araştırırken REP-PCR (Repetitive Extragenic Palindromic-PCR), ERIC-PCR (Enterobacterial Repetitive Intergenic Consensus-PCR), BOX-PCR (Box Element-PCR) ve PCR-RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) yöntemlerinden faydalanılmıştır. On farklı konukçudan, dört farklı ilden, 2006-2011 yıllarında, 23'ü meyve bahçesinden, 22'si fidanlıktan, üçü gül üretim serasından izole edilen ve klasik testlerde farklılık gösteren 48 izolat seçilerek kullanılmıştır

REP-PCR primeri olarak REP 1R: 5'-IIICGICGICATCIGGC-3' ve REP 2I: 5'-ICGICTTATCIGGCCTAC-3' primer çifti, ERIC-PCR primeri olarak ERIC 1R: 5'-ATGTAAGCTCCTGGGGATTAC-3', ERIC 2: 5'-AAGTAATGACTGGGGTGAGCG-3' primer çifti ve BOX-PCR primeri olarak BOX A1R 5'-CTACGGCAAGGCGACGCTGACG-3' kullanılmıştır (Versalovic ve ark., 1994).

REP, ERIC-PCR ve BOX-PCR'da PCR tüpüne hacmi 25 µl olan reaksiyon karışımı olarak eklenmiştir. BOX-PCR'da ise PCR tüpüne (Rademaker ve Brujin, 1997). Tüplerin üzerine 10 µl mineral yağ eklenerek tüpün ağzı sıkıca kapatılarak thermal cyler cihazına yerleştirilmiştir.

ERIC ve BOX-PCR programları Rademaker ve Brujin (1997)'e göre REP-PCR programı Nielsen ve ark., (2008)'a göre amplifikasyonlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PCR ürünlerinden % 2'lik agaroz jele yüklenmiş ve elektroforezde 100 volt akımda üç saat jel yürütülmüştür (Pionnat ve ark., 1999). Marker olarak 100 bp'lik ve 1 kb'lik DNA işaretleyicileri kullanılmıştır. Son aşamada jel oda sıcaklığında etidyum bromid ile boyanmış ve UV-transliminatörde görüntülenmiştir. ERIC-PCR, REP-PCR, BOX-PCR çalışmaları üç kez tekrarlanarak bantların tekrarlanabilir olduğu ortaya konmuştur.

2.7. RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism)

Bu yöntemde saf olarak çoğaltılmış bakteri kültürlerinden izole edilen DNA'ların restriksiyon endonükleaz enzimleri ile kesilip agaroz jel elektroforez ortamında ayrıştırıldıktan sonra elde edilen farklı uzunluktaki DNA parçacıklarının oluşturduğu bantların analizine göre yapılmıştır. Metot, iki aşamada gerçekleştirilmiştir: Birinci aşamada, öncelikle FGPS6: 5'-GGAGAGTTAGATCTTGGCTCAG-3' FGPS1509': 5'-AAGGAGGGGATCCAGCCGCA-3' primerleri ile izolatların PCR'ı yapılmıştır. İkinci aşamada, elde edilen PCR ürünü Oger ve ark., (1998)'nin önerdiği *Hpa II*, *Alu I*, *Hae III* enzimleri ile kesilerek izolatlar arası farklılık ve benzerlikler ortaya konmaya çalışılmıştır.

Oger ve ark., 1998'e göre hazırlanan ve PCR karışımı ve programı kullanılarak amplifikasyonlar gerçekleştirilmiştir. Elde edilen 10-12 µl PCR ürünleri 1X TAE tamponla hazırlanmış % 2'lik agaroz jel elektroforezde 100 volt akımda üç saat yürütülmüştür (Pionnat ve ark., 1999). Marker olarak 100 bp'lik ve 1 kb'lik DNA işaretleyicileri kullanılmıştır. Son aşamada tanktan dikkatlice alınan jel oda sıcaklığında etidyum bromid ile boyanmış ve UV-transliminatörde görüntülenmiştir.

Bir sonraki aşama olan PCR ürünlerinin enzimle kesilmesi için, reaksiyon karışımları Oger ve ark., 1998'e göre hazırlanmıştır. PCR tüpüne toplam hacmi 15 µl olan reaksiyon karışımı olarak eklenmiş ve thermal cyler cihazına yerleştirilmiştir. Üretici firmanın önerileri doğrultusunda *Alu I* ve *Hpa II* (Fermantas) enzimleri içeren PCR tüpleri, 1 saat, *Hae III* (Fermantas-Fast Digest) içeren PCR tüpleri ise 5 dk 37 °C'de thermal cyler cihazında inkübasyona bırakılmıştır.

Elde edilen enzimle kesilmiş PCR ürünlerinden 10-12 µl alınıp 1X TAE tamponla hazırlanmış % 2'lik agaroz jel elektroforezde 100 volt akımda üç saat yürütülmüştür (Pionnat ve ark., 1999). Marker olarak 100 bp'lik ve 1 kb'lik DNA işaretleyicileri kullanılmıştır. Son aşamada jel oda sıcaklığında etidyum bromid ile boyanmış ve böylece seçilen 48 izolat için bantlar UV-transliminatörde görüntülenmiştir.

2.8. Genotipik Akrabalık Seviye Belirleme Analizlerinin Değerlendirilmesi ve Dendogram Oluşturulması

REP-PCR, ERIC-PCR, BOX-PCR ve PCR-RFLP yöntemleri sonucu 48 izolat için elde edilen bant profilleri ile SPSS Cluster analizine göre dendogram oluşturulmuştur. Dendogramda yer alan ve en az iki izolatın oluşturduğu filogenetik topluluk küme olarak tanımlanmıştır. Dendogram içinde diğer izolatlar ile ilişkisiz bireysel profilleri olan izolatlar ise terminolojiye göre özgü profil olarak adlandırılmıştır. Dendogramdaki küme sayısı ve özgü profilin toplamı genotip sayısı olarak ifade edilmiştir. Dendogramda yer alan izolatlar arasındaki benzerlik ilişkisi Tenover ve ark., (1997)'na göre yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Yapılan çalışmada, biyokimyasal testler ve patojenite test sonuçlarına göre, 2008-2011 yılları arasında Adana, Mersin, Burdur ve İzmir illerinden toplanan on farklı konukçudan (erik, şeftali, kiraz, kayısı, elma, trabzon hurması, armut, gül, meşe, kalonşe) 174 adet bakteri izolatı elde edilmiş ve 138 izolatın patojen olduğu belirlenmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Patojen olarak belirlenen *Agrobacterium tumefaciens* izolatlarının illere ve konukçulara göre dağılımı

Table 4. Provinces and hosts of pathogenic *Agrobacterium tumefaciens* sytains

Yer	İzolat Sayısı	Konukçu
İzmir	78	Erik, kayısı, kiraz, elma, armut
Adana	54	Erik, kayısı, kiraz, şeftali, armut, trabzon hurması, kalonşe, meşe, gül
Mersin	4	Kayısı, şeftali
Burdur	4	Trabzon hurması, şeftali
Toplam	138	

Çalışmada kullanılan 138 adet re-izolatın tümü biyokimyasal testlerde karşılaştırma amaçlı kullanılan altı referans kültür de benzer reaksiyonlar vermiştir. Sadece PDA+CaCO₃ besi yerinde dört izolatın (Bad.17, Bad.25, Ala1, Ala2 kodlu izolatlar) asit temizleme yeteneği pozitif olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal test sonuçlarına göre tüm izolatlar *Agrobacterium tumefaciens* olarak tanımlanmıştır.

Sözkonusu 138 *Agrobacterium tumefaciens* izolatın ve 6 referans izolatın DNA'sı izole edilmiş ve % 1'lik agaroz jel elektroforezde yürütülerek total genomik DNA varlığı tespit edilen bantlarla saptanmıştır.

Agrobacterium izolatlarının türe spesifik primerlerle yapılan moleküler tanısında, tüm izolatları tanıyan tek bir primer seti mevcut değildir. Bu nedenle 3 farklı primer seti kullanmıştır. *Agrobacterium tumefaciens*'e spesifik PCR testlerinde Tms2a-Tms2b, VirA1-VirA2 ve Wide1-Wide2 primer çiftlerinin kullanımının uygun olduğu saptanmıştır (Şekil 1).

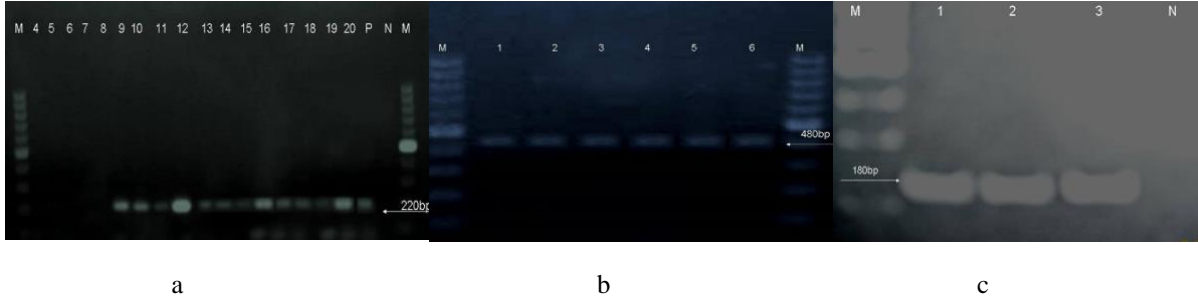


Figure 1. Bands in PCR study with Tms2a and Tms2b(a), VirA1 and VirA2(b), Wide1 and Wide2(c) primers
Şekil 1. Tms2a ve Tms2b(a), VirA1 ve VirA2(b), Wide1 ve Wide2(c) primerleriyle yapılan PCR çalışması sonucunda ortaya çıkan bantlar

Tms2a-Tms2b primerleri kullanılarak 123 izolat 220 bp'lik bant, VirA1-VirA2 primerleri kullanılarak 124 izolat 480 bp'lik ve Wide1-Wide2 primerleri kullanılarak 135 izolat 180 bp'lik bant oluşturmuştur. Wide1-Wide2 primerleri izolatlarımızın % 94'ünü tanıırken, VirA1-VirA2 primerleri izolatlarımızın % 86'sını, Tms2a-Tms2b primerleri izolatlarımızın % 85'ini tanımıştır. Bizim çalışmamızda bu üç primer seti içinden en başarılı olanın Wide1-Wide2 primer seti olduğu saptanmıştır.

Seçilen primerlerle 144 izolatın PCR'ı 3 kez pozitif sonuç alınacak şekilde yapılarak jel görüntülemeye görüntülenmiştir. Ancak tüm primerler tüm izolatlarda amplifikasyon göstermemiştir. Toplamda 144 *Agrobacterium* izolatınının 101 tanesi üç primer çiftiyle yapılan PCR'da pozitif sonuç verirken 36 izolat iki farklı primer çiftiyle yapılan PCR'da pozitif sonuç vermiştir. Sadece yedi izolatımız tek bir primer çiftiyle yapılan PCR'da bant oluşturmuştur. Bu sonuca göre, 2008-2011 yılları arasında Adana, Mersin, Burdur ve İzmir illerinden

toplanan on farklı konukçudan izole edilen 138 adet izolat ve 6 referans kültürün spesifik PCR testi ile tanısı desteklenerek *Agrobacterium tumefaciens* oldukları teyit edilmiştir.

Tüm izolatlar arasından seçilen 48 adet *Agrobacterium tumefaciens* izolatlarıyla yapılan REP-PCR (Şekil 2), ERIC-PCR (Şekil 3), BOX-PCR (Şekil 4) ve PCR-RFLP'de (Şekil 5) agaroz jelde farklı bantların oluşturduğu polimorfizm belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan primerler bakterilerin genomik DNA'ları üzerinde farklı bölgelere bağlanarak amplifiye olmuş ve agaroz jelde farklı büyüklükte bant oluşumuna neden olmuştur.

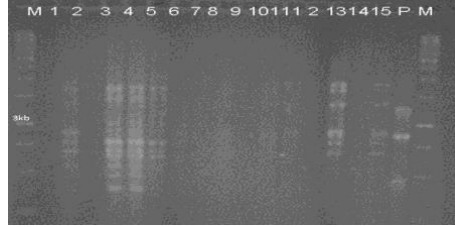


Figure 2. Bands in REP-PCR genetic profiling technique
Şekil 2. REP-PCR genetik profillemeye tekniği ile oluşan bantlar

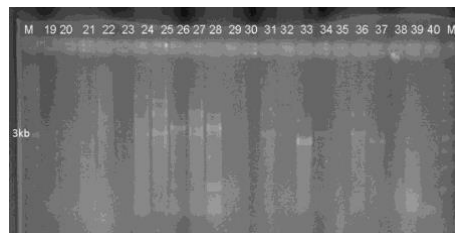


Figure 3. Bands in ERIC-PCR genetic profiling technique
Şekil 3. ERIC-PCR genetik profillemeye tekniği ile oluşan bantlar

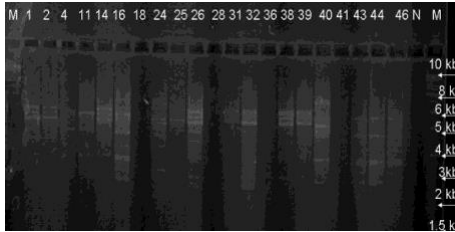


Figure 4. Bands formed by BOX-PCR genetic profiling technique
Şekil 4. BOX-PCR genetik profillemeye tekniği ile oluşan bantlar

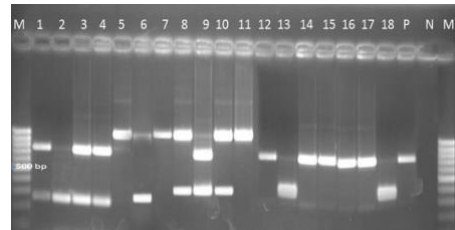


Figure 5. Bands formed by PCR-RFLP genetic profiling technique
Şekil 5. PCR-RFLP genetik profillemeye tekniği ile oluşan bantlar

Genotipik karakterizasyonun sağlıklı ve kesin olabilmesi için tüm genotipik analizlerin verileriyle meydana gelen dendogramın incelenip yorumlanması gerekmektedir. Genotipik olarak birbirine en yakın akraba olan iki izolat (C-1 ve C-2) birbirine % 97.54 oranında benzerlik gösterirken aralarındaki farklılık % 2.46 oranındadır. Birbirine en uzak izolatlar bile % 96.4 oranında birbirine benzerlik göstermiştir. Bu büyük benzerlik oranı tüm izolatların aynı tür olduğunun da göstergesidir.

Dendogramda toplamda 8 küme, 26 özgü profil olmak üzere 34 genotip ortaya çıkmıştır. Dendogramın kümeleşme oranı yani küme içindeki izolat sayısının toplam izolat sayısına oranı 22/48 8 (0.458)'dir.

Tablo 5. Genotipik karakterizasyona göre oluşturulan dendogramda yer alan kümeler ve bu kümelere dahil olan özgü profiller

Table 5 Clusters in the dendogram formed according to genotypic characterization and specific profiles included in these clusters

Küme Numarası	Ana kol	İzolat sayısı	Kümeye dahil olan izolatlar
Özgü profil	1.Olası inokulum kaynağı	1	Mersin, Bahçe, Kayısı (C-8)
Özgü profil	2.Olası inokulum kaynağı	1	İzmir, Fidanlık, Elma (C-9)
Özgü profil	3.Olası inokulum kaynağı	1	İzmir, Fidanlık, Kayısı (C-21)
1. Ana Grup (4. İnokulum kaynağı)			
	1. Küme	2	İzmir, Fidanlık, Şeftali (C-13), İzmir, Fidanlık, Gül (C-14)
	2. Küme	2	İzmir, Fidanlık, Elma (C-10), Adana, Fidanlık, Kiraz (C-29)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Erik (C-5)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Erik (C-16)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Erik (C-26)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Armut (C-27)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Armut (C-28)
2. Ana Grup (5. İnokulum kaynağı)			
	1. Küme	2	Adana, Sera, Gül (C-44) Adana, Sera, Gül (C-45)
	2. Küme	2	Adana, Fidanlık, Erik (C-31) Adana, Bahçe, Erik (C-47)
	3. Küme	2	Adana, Sera, Gül (C-18) İzmir, Fidanlık, Erik (C-19)
	4. Küme	7	Adana, Bahçe, Erik (C-6) Adana, Bahçe, Kalonşe (C-7) İzmir, Fidanlık, Armut (C-22) İzmir, Fidanlık, Kiraz (C-23) İzmir, Fidanlık, Kiraz (C-24) Adana, Bahçe, Şeftali (C-37) Burdur, Fidanlık, Şeftali (C-39)
1. Alt Grup	Özgü profil	1	İzmir, Fidanlık, Elma (C-11)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Erik (C-15)
	Özgü profil	1	İzmir, Fidanlık, Erik (C-20)
	Özgü profil	1	Adana, Fidanlık, Erik (C-30)
	Özgü profil	1	Adana, Fidanlık, Kayısı (C-38)
	Özgü profil	1	Burdur, Fidanlık, Hurma (C-40)
	Özgü profil	1	Mersin, Bahçe, Erik (C-41)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Kiraz (C-42)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Elma (C-43)
	1. Küme	2	Adana, Bahçe, Şeftali (C-1) Mersin, Bahçe, Şeftali (C-2)
	2. Küme	3	Adana, Fidanlık, Hurma (C-32) Adana, Fidanlık, Hurma (C-33) Adana, Bahçe, Şeftali (C-32)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Erik (C-3)
2. Alt Grup	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Erik (C-4)
	Özgü profil	1	İzmir, Fidanlık, Elma (C-12)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Erik (C-17)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Erik (C-25)
	Özgü profil	1	Adana, Fidanlık, Kiraz (C-35)
	Özgü profil	1	Adana, Bahçe, Meşe (C-36)
	Özgü profil	1	Mersin, Bahçe, Kayısı (C-46)
	Özgü profil	1	Adana, Fidanlık, Kiraz (C-48)
TOPLAM	34 Genotip		

4.Sonuç

Çok sayıda farklı konukçuda ur oluşturabilen, kendine özgü hastalık oluşturma mekanizması nedeniyle izolasyonu diğer bakteriyel etmenlerden daha zor olan *Agrobacterium tumefaciens* bakterisinin dört farklı ilden (Adana, Burdur, İzmir ve Mersin) toplanan urlu bitkilerden izolasyonu, patojenitesi, klasik bakteriyolojik teknikler ve moleküler tanısıyla izolatlar arasındaki genotipik ilişkinin ortaya konması amacıyla bu çalışma yapılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen izolatlar 13 farklı biyokimyasal ve fizyolojik teste tabi tutulmuş olup sadece PDA+CaCO₃ besi yerinde asit temizleme testinde izolatlar arasında farklılık görülmüştür. Bölge izolatları ve karşılaştırma kültürlerini içeren tüm izolatlar arasında sadece üç izolat bu besi yerinde asit oluşturmuştur. Morfolojik olarak farklı görülen bir çok izolatın ise biyokimyasal ve fizyolojik testlerde farklılık göstermediği belirlenmiştir. Sonuçlar referans izolatların sonuçlarıyla da karşılaştırılmış ve birbiriyle uyumlu olduğu gözlenmiştir.

İzolatların patojenitesi domates (*Solanum lycopersicum L.*), kalonşe (*Kalonchoe daigremontiana*), ayçiçeği (*Helianthus annuus*) fidelerinde ve havuç (*Daucus carota*) dilimlerinde testlenmiştir. Referans izolatlarda dahil olmak üzere izolatların tamamı havuç ve kalonşe fidelerinde ur oluştururken bu sayı ayçiçeği fidelerinde 83, domates fidelerinde ise 77'dir. Patojenite çalışmalarıyla tüm izolatların ur oluşturabildiği saptanmıştır. Bu durum konukçular arasında patojenite açısından farklar olduğunun göstergesidir. Özellikle taze urlardan elde edilen izolatlar 2 haftada ur oluşturmaya başlamışken urların gelişim hızı da diğerlerine oranla daha fazladır. Bazı izolatların ise 2 ayda çok küçük urlar oluşturabildiği saptanmıştır. En başarılı sonuçlar havuç dilimleri ve kalonşe bitkilerinde gözlenmiştir.

Çalışmanın moleküler testlerle ilgili kısmında 144 izolatın *Agrobacterium* cinsine (VirA1-VirA2 ve Wide1-Wide2 primer çiftleri) ve *Agrobacterium tumefaciens*'e (tms2a-tms2b primer çifti) spesifik PCR'ı yapılmıştır. Başlangıçta kullanılan altı çift primerden üçünde beklenen bantlar oluşmamış ve başarılı olan üç primer çiftinin kullanımına karar verilmiştir. Ancak bu üç primer de bazı izolatlarla amplifikasyon göstermemiştir.

Çalışmada tüm izolatlar içinde 123 adedi tümör büyüklüğünü düzenleyen genlerle kontrol edilen, Ti-plazmiddeki T-DNA bölgesindeki *tms* bölgesini tanıyan *Agrobacterium tumefaciens*'i diğer *Agrobacterium*'lardan kesin olarak ayıran tms2a ve tms2b primerleri ile bant oluşturmuştur. Ti-plazmidin ribozomal kısmında yer alan ve virulenslik genlerinden VirA ile kontrol edilen 16S ve 23S rDNA bölgelerini ve bu bölgeler arasında kalan intergenik bölgeyi tanıyan VirA1 ve VirA2 primerleri ile yapılan PCR'da 124 izolat bant oluşturmuştur. Ti ve Ri plazmidlere özgü Wide1 ve Wide2 primerleriyle ise 135 izolat bant oluşturmuştur. Böylece klasik test sonuçları desteklenmiştir. Ek olarak *Agrobacterium tumefaciens* ile yapılan PCR çalışmalarında en iyi sonucu veren primerlerin Ti-plazmidde özgü primerler olduğu, kromozomal DNA'ya özgü PCR primerlerinin *Rhizobium*'larla *Agrobacterium*'lar arasındaki farkı kaçırabileceği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan PCR primerleri opin tiplerini belirlemede yeterli olmamıştır.

İzolatlar arasında seçim yapılmış ve 48 izolat seçilerek, sadece bakterilerde kullanılan genotipik profilleme teknikleri olan PCR-RFLP, Rep-PCR, Eric-PCR ve Box-PCR metodlarına tabi tutulmuştur. Temel prensipleri aynı olan, program ve primerlerde farklılık gösteren bu üç testin dendogramları ayrı ayrı yapılmış ve daha sonra tek bir dendogram haline getirilerek yorumlanmıştır. Bu testleri uygulama aşamasında Rep-PCR'ın izolatları kümelemede en etkili teknik olduğu düşünülmüştür. Bu testlerin ardından PCR-RFLP analizi uygulanmış olup burada amaç belli gruplara ayrılan izolatların restriksiyon enzimleri olan *Hpa II*, *Alu I*, *Hae III* ile kesilerek farklı yerlerde amplifikasyon elde edilmesiyle izolatların çok daha fazla sayıda alt gruba ayrılmasıdır ancak bu enzimlerle yapılan uygulama çok etkili olamamıştır.

Bu çalışma kapsamında farklı konukçulardan elde edilen izolatların birbirine olan genotipik akrabalıkları ile hastalığın bir konukçudan diğerine geçiş olasılıkları yani izolatlar ve konukçu arasındaki ilişki ortaya konmuştur. Tüm dendogram sonuçları birlikte yorumlanacak olursa; Farklı yıllarda, farklı konukçulardan ve farklı illerden alınan örneklerden izole edilen bakterilerin aynı grup hatta, aynı alt grupta yer aldığı yani genetik olarak benzerlik gösterdikleri saptanmıştır. Bununla birlikte, aynı bahçeden alınan örneklerden elde edilen iki izolatın farklı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Bu örnekler bize hastalığın, bu kadar farklı bölgelerden illere yayılmasının ancak bulaşık fidan ile taşınmayla mümkün olabildiğini bir kez daha göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışma doktora tezinden hazırlanmış olup Çukurova Üniv. Bap tarafından ZF2009D22 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynakça

- Anonim (2006). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Teknik Talimatnamesi, (Erişim tarihi: 25 Aralık 2013)
- Anonim (2011). Fao statistics, www.fao.org, (Erişim tarihi: 23 Aralık 2013)
- Anonim (2012). TUIK verileri, www.tuik.gov.tr, (Erişim tarihi: 25 Aralık 2013)
- Aysan, Y., Sahin, F., Mirik, M., Donmez, M.F. and Tekman, H. (2003). First report of crown gall of apricot (*Prunus armeniaca*) caused by *Agrobacterium tumefaciens* in Turkey. *Plant Pathology*, 52 (6): 793-795.
- Aysan, Y., Sahin, F. (2003). An outbreak of crown gall disease on rose caused by *Agrobacterium tumefaciens* in Turkey. *Plant Pathology*, 52 (6):780-783.
- Bozkurt, I. A., Soylu, S., 2011. Hatay İli Elma Bahçelerinde *Agrobacterium tumefaciens*'in Neden Olduğu Kök Boğazı uru Hastalığının Belirlenmesi. Türkiye 4. Bitki Koruma Kongresi 28-30 Haziran 2011, Sayfa, 315, Kahramanmaraş.
- De Boer, S. H., Ward, L.J. (1995). PCR detection of *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* associated with patoto tissue. *Phytopathology*, 85: 854-858.
- De Cleene, M., De Ley, J. (1976). The host range of crown gall. *Bot. Rev.*, 42: 389-466.
- Dong, L. C., Sun, C. W., Thies, K. L., Luthe, D. S., Graves, C. H. (1991). Use of polymerase chain reaction to detect pathojenic strains of *Agrobacterium*. *Phytopathology*, 82: 434-439.
- Eastwell, K. C., Willis, L. G., Cavileer, T. D. (1995). A rapid and sensitive method to detect *Agrobacterium vitis* in grapewine cuttings using the Polimerase chain reaction. *Plant Disease*, 79: 822-827.
- Horuz S. ve Aysan.Y., (2018). Kabakgil Tohumlarında Karpuz Bakteriyel Fide Yanıklığı ve Meyve Lekesi Hastalığı Etmeni *Acidovorax citrullini*'nin Varlığının Belirlenmesinde Kullanılabilecek Uygun Yöntem(ler)in Saptanması. *Tekirdağ Ziraat Fak. Dergisi*. 15(3). S.38-43.
- Karaca, I. (1977). Fitobakteriyoloji ve Bakteriyel Hastalıklar. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 294, 270s.
- Lipincott, J. A., Lipincott, B. B. (1975). The genus *Agrobacterium* and plant tumorigenesis. *Annual Rev. Microbiol.* 29: 377-405.
- Lipincott, J. A., Lipincott, B. B., Starr, M. P. (1980). The genus *Agrobacterium*. (In: Star MP editor) *Phytopathogenic Bacteria*, 842-855. springer- Verlag, New York.
- Lipincott, J. A., Lipincott, B. B., Starr, M. P. (1983). The genus *Agrobacterium* In Starr MP et al (eds) *The procaryotes A Handbook on Habitats, Isolation and Identification of Bacteria*, Springer Verlag, New York, pp. 842–855.
- Minnemeyer, S., Lightfoot, L., Matthyse, A., G. (1991). A semiquantitative bioassay for relative virulence of *Agrobacterium tumefaciens* strains on *Bryophyllum daigorumontiana*. *Jour. Bacteriology*, 173: 7723-7724.
- Moore, L. W., Bouzar, H., Burr, T. (2001). *Agrobacterium*. P: 17-35 In *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria*, 3rd.Ed., (Schaad, N.W., Jones, J.B., Chun, W. editors), American Phytopathological Press, St. Parl, Minnesota.
- Nielsen, K.M., Jhonsen, P., Ben Sasson, D., Daffonchio, (2008). Release and persistence of extracellular DNA in the open environment. *Environ. Biosafety research*, 6:37-53.
- Oden, S., 1991. *İzmir ve İstanbul İllerinde Önemli Süs Bitkilerinde Görülen Bakteriyel Hastalıklar ve Etmenlerin Saptanması Üzerine Araştırmalar*. Ege Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma anabilim dalı, Doktora Tezi, 84 sayfa
- Oger, P., Desaux, Y., Petit, A., Gardon, L., Mancaeu, C., Chomel, C., Nesme, X. (1998). Validity sensitivity and resolution limit of the PCR-RFLP analysis of the rrs (16S rRNA gene) as a tool to identify soil-borne and plant-associated bacterial populations. *Genet. Sel. Evol.*, 30 suppl. 1: 311-321
- Peluso, R., Rao, A., Morra, F., Zoina, A. (2003). Physiological, biochemical and molecular analyses of Italian collection of *Agrobacterium tumefaciens* strain *European Journal of Plant Pathology*, 109: 291-300.
- Pionnat, S., Keller, H., Hericher, D., Bettachini, A., Dessaux, Y., Nesme, X., Poncet, C. (1999). Ti plasmids from *Agrobacterium* characterize rookstock clones that initiated a spread of crown gall disease in mediterranean countries. *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 65, No. 9: 4197-4206.
- Pulawska, J. and Sobiczewski, P. (2005). Development of a semi-nested PCR based method for sensitive detection of tumorigenic *Agrobacterium* in soil. *J. Appl. Microbiology*, 98 (3): 710-721.
- Rademaker, J. L. W., Bruijn, F. J. (1997). Characterization and classification of microbes by REP-PCR genomic finger printing and computer assisted pattern analysis. *Journal Applied Bacteriology*, 68: 728-738.
- Sawada, H., Jeki, H., Matsuda, I. (1995). PCR Detection Ti and Ri Plasmids from Phytopathogenic *Agrobacterium* strains. *Applied and Environmental Microbiology*, February: 828-831.
- Slater, S.C., Barry, S. G., Goodner, B., Setubal, J. C., Farrand, S.K., Nester, E. W., Burr, J., Banta, L., Dickerman, A.W., Paulsen, I., Otten, L., Suen, G., Welch, R., Almeida, E., Godsy, E., Heisel, S. (2009). Genome sequences of three *Agrobacterium* biovars help elucidate the evolution of multicromosome genomes in bacteria. *Journal of Bacteriology*, Vol. 191, No. 8: 2501-2511.

- Smith E.F., Townsend, C. O. (1907). A plant tumor of bacterial origin. Science, Apr, 26;25(643:671-3)
- Soylu, S., Bozkurt, İ, A. (2019) Elma kök uru hastalığı etmeni *Rhizobium radiobacter*'e karşı epifitik ve endofitik bakteri izolatlarının antogonistik potansiyellerinin belirlenmesi. Jotaf. Cilt. 16, Sayı 3. 348-361.
- T. C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Zirai Karantina Yönetmeliği (2009).
- Tan, B. S, Yabuki, J., Matsumoto, S., Kageyama, K., Fukui, H. (2003). PCR primers for identification of opine types of *Agrobacterium tumefaciens* in Japan. Journal of General Plant Pathology, 69 (4): 258-266.
- Tenover, F. C. Arbeit, R. D., Goering. R.U. (1997). How to select and interpret molecular strain typing methods for epidemiological studies of bacterial infections: a review for health care epidemiologists. Infect Control Hosp. Epidemiology, 18: 426-439
- Versalovic, J., Schneider, M, De brujn, F. J., Lupski, J. R. (1994). Genomic fingerprinting of bacteria using repetitive sequence-based polymerase chain reaction. Methods in Molecular and Cellular Biology, 5: 25-40.

Infrared Drying Kinetics and Color Qualities of Organic and Conventional Sweet Red Peppers


Organik ve Konvansiyonel Tatlı Kırmızı Biberlerin Kızılötesi Kurutma Kinetiği ve Renk Kalitesi


Aysel ARSLAN¹, Yurtsever SOYSAL^{2*}, Muharrem KESKİN³


Abstract

This study compares the infrared drying kinetics, effective moisture diffusivity, activation energy and color qualities of organically and conventionally produced sweet red peppers (*Capsicum annum* L.) dried at three different temperatures (60, 70 and 80°C). Results showed that the entire drying process for both organic and conventional sweet red peppers took place mainly in falling rate period. Increasing the drying temperature decreased the drying time considerably. No significant difference was found between the drying times of organic and conventional red peppers. The Midilli model yielded the best fit for all data points for organic and conventional peppers. The drying coefficient of the Midilli model increased with the increase in the drying temperature. The effective moisture diffusivity and activation energy values of organic pepper samples were found slightly higher than those of the conventional samples. This result was found to be compatible with the drying coefficient of Midilli model and characteristic drying rate curves. Higher drying temperatures resulted in brighter red pepper powder color which is more preferable by consumers. Infrared drying at 60°C for organic pepper samples produced the best pepper powders in terms of color quality. Moreover, infrared drying at 60°C and 70°C was also judged as the acceptable drying applications in terms of color quality since they gave the nearest redness to yellowness ratios and higher brightness values as compared to the color of fresh peppers. Overall, infrared drying at 70°C instead of 60°C resulted in about 22% savings in drying time and can be used to produce high quality organic or conventional sweet red pepper powder with better color quality.

Keywords: Red pepper, Infrared drying, Organic food, Moisture diffusivity, Activation energy, Color quality

^{2*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Yurtsever Soysal, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University, 31060, Antakya, Hatay, Turkey. E-mail: yurtsever.soysal@gmail.com  ORCID: 0000-0003-0871-8570

¹ Aysel Arslan, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University, 31060, Antakya, Hatay, Turkey. E-mail: aysel.arslan.hty@gmail.com  ORCID: 0000-0002-0060-0263.

³ Muharrem Keskin, Department of Biosystems Engineering, Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University, 31060, Antakya, Hatay, Turkey. E-mail: mkeskinhatay@gmail.com  ORCID: 0000-0002-2649-6855.

Atıf/Citation: Arslan, A., Soysal, Y., Keskin, M. 2020. Infrared Drying Kinetics and Color Qualities of Organic and Conventional Sweet Red Peppers. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 260-272.

Özet

Bu çalışmada, üç farklı sıcaklıkta (60, 70 ve 80°C) kurutulan organik ve geleneksel olarak üretilen tatlı kırmızı biberlerin (*Capsicum annum* L.) kızılötesi kurutma kinetikleri, efektif nem difüzyonu, aktivasyon enerjisi ve renk kaliteleri karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda, organik ve geleneksel tatlı kırmızı biberlerin kızılötesi kurutma sürecinin tamamının temel olarak azalan hızlı kurutma periyodunda meydana geldiği saptanmıştır. Kurutma sıcaklığındaki artışa bağlı olarak ürün kuruma süresi önemli ölçüde kısalmıştır. Organik ve geleneksel kırmızı biberlerin kurutma süreleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Organik ve konvansiyonel biberlerin kuruma davranışına ilişkin tüm verilerin matematiksel olarak ifade edilmesinde Midilli modelinin iyi sonuçları veren model olduğu belirlenmiştir. Midilli modelinin kurutma katsayısının kurutma sıcaklığındaki artışa bağlı olarak arttığı saptanmıştır. Organik biber örneklerinin efektif nem difüzyonu ve aktivasyon enerjisi değerlerinin geleneksel biber örneklerine ait değerlerden biraz daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonucun Midilli modelinin kurutma katsayısı ve karakteristik kurutma hızı eğrileri ile uyum içinde olduğu saptanmıştır. Yüksek sıcaklıklarda kızılötesi kurutma ile tüketiciler tarafından daha çok tercih edilen, daha parlak renkte toz kırmızı biberler üretilebileceği belirlenmiştir. Organik biber örnekleri için 60°C'de kızılötesi kurutma uygulaması ile ürün renk kalitesi bakımından en iyi kırmızı toz biberlerin üretilebileceği saptanmıştır. Ayrıca, taze kırmızı biberlerin rengine en yakın renk kırmızılığı oranlarına ve taze kırmızı biberlerden daha yüksek parlaklık değerlerine sahip olan kırmızı biber tozları ürettikleri için, 60°C ve 70°C sıcaklıklarda kızılötesi ile kurutma uygulamaları da renk kalitesi bakımından kabul edilebilir kurutma uygulamaları olarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, 60°C yerine 70°C'de kurutma uygulaması ile ürün kurutma süresinde yaklaşık % 22 tasarruf sağlamış olup, bu uygulamanın yüksek kaliteli organik veya geleneksel tatlı toz kırmızı biber üretmek için kullanılabilmesi saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kırmızı biber, Kızılötesi kurutma, Organik gıda, Nem difüzyonu, Renk kalitesi

1. Introduction

Increasing awareness on human, plant, and animal health as well as environment has created an expanding organic food market. Coinciding with this, consumers' demands for dried organic foods are also increasing and dried organic products are offered for sale at higher prices compared to traditional products and become more and more visible on supermarkets. Organic products have higher antioxidant activity, higher concentrations (18–69%) of desirable antioxidants/(poly) phenolics and other plant secondary metabolites linked to reduced chronic and neurodegenerative diseases and certain cancers and also, 75% and 48% lower concentrations of agrochemical residues and Cadmium, respectively (Gomiero, 2018). Organic farming has an increasing trend both in the world (31.5 million ha in 2007 and 69.8 million ha in 2017) and in Turkey (0.17 million ha in 2007 and 0.54 million ha in 2017) (Anonymous, 2018; Lernoud and Willer, 2019). However, there have been only a few studies in the literature comparing the drying kinetics and quality of organically or conventionally grown fruits and vegetables. Sablani et al. (2011) studied the effects of hot-air and freeze drying on the phytochemical content and moisture diffusivity of conventional and organic berries and reported that some organic varieties (Meeker1 and Duke) showed higher moisture diffusivity whereas the trend was inverse for the other pairs (Meeker2 and Reka) as compared to conventional berries. In another research, freeze drying, air-drying and flash freezing treatments were compared with respect to total phenolic and ascorbic acid contents of some products (marionberry, strawberry and corn) grown by conventional, organic and sustainable agricultural practices (Asami et al., 2003). Nevertheless, no study was found to explore the drying characteristics of red peppers.

Red pepper (*Capsicum annuum* L.) is an important cash crop all over the world and is widely consumed as fresh or dried. It is used in food industry for the production of spices, pastes, natural colorants, soups, sauces and oleoresin (Soysal et al., 2009). The total global pepper production was about 36.1 and 2.6 million tonnes in the world and in Turkey, respectively (Anonymous, 2019a). Organic production of pepper is also important in Turkey with about 5558 tons in 2018 (Anonymous, 2019b).

Like many other agricultural crops, fresh pepper fruit is highly perishable as it contains moisture up to 90% (wet basis). Drying is one of the most widely applied and relatively cost-effective postharvest processing method to extend the shelf life of red pepper by reducing the water activity to a safe storage limits to inhibit microbial activity and many of the moisture-originated degradation reactions (Arslan and Ozcan, 2011; Şahin et al., 2012; Aktaş et al., 2013; Deng et al., 2018). The primary quality characteristic of dried red pepper is red color intensity (Kim et al., 2002; Ergunes and Tarhan, 2006; Topuz et al., 2011). Like all other fruits and vegetables, characteristic color of red pepper originates from carotenoids (Deng et al., 2018) and is highly sensitive to post-harvest processing conditions such as hot-air or natural sun drying (Soysal et al., 2005; Di Scala and Crapiste, 2008; Vega-Gálvez et al., 2008; Soysal et al., 2009; Vega-Gálvez et al., 2009). Moreover, composition of carotenoids which controls the color of pepper fruits largely depends on the variety, stage of ripening, cultivation practices and geo-climatic conditions (Arimboor et al., 2015).

Traditional sun drying and hot-air drying are still the most commonly used methods of drying to produce dried red pepper flakes and powders. However, they have several drawbacks like lengthy drying time, contamination issues, inability to process large quantities without impairing product quality, manual labor requirements, low energy efficiency, low product quality due to prolonged exposure to high temperatures (Vega-Gálvez et al., 2008; Soysal et al., 2009; Doymaz and Kocayigit, 2012). Infrared heating technique is presented as one of the most promising method of drying to obtain the high quality dried fruits, vegetables and grains (Pawar and Pratape, 2017). It can be considered as an artificial sun-drying process (Chua and Chou, 2003) as versatile, fast responsive, easily installable and a low-cost drying technology with simple equipment requirement (Sandu, 1986). Compared to conventional drying methods, infrared drying has higher energy efficiency, shorter drying time and superior product quality (Nasiroglu and Kocabiyik, 2009; Onwude et al., 2016). Also, it can be used alone in a continuous or intermittent mode or easily coupled with convective, conductive and microwave heating (Pawar and Pratape, 2017). However, high drying temperatures or energies may result in lower quality dried product even if they shorten the drying time (Keskin et al., 2018; Keskin et al., 2019). Infrared energy as part of electromagnetic spectrum can be transferred to the sample surface directly without heating the surrounding air and has the potential to save energy up to 50% as compared to convective drying (Nowak and Lewicki, 2004).

Literature review revealed that studies on the comparison of drying kinetics and color parameters of organic and conventional products have been very limited. To the best of authors' knowledge, no detailed study comparing the infrared drying kinetics and color quality of organically and conventionally grown sweet red pepper exists in the literature. Hence, the aim of this study was to evaluate the efficacy of infrared drying on the drying kinetics and color quality attributes of organically and conventionally produced same type sweet red peppers and to model the infrared drying kinetics data mathematically using non-linear regression technique.

2. Materials and Methods

2.1. Pepper samples

In this research, sweet red pepper (*Capsicum annum* L., Capia type, Diyar F1 cultivar) produced in organic and conventional farming methods under greenhouse conditions near Erdemli city (36.6115N, 34.2624E) of Mersin province, Turkey were used. This pepper type is intensively produced and consumed in Turkey. The pepper samples which were hand harvested in the red stage were stored at +4°C until drying experiments. The wet based (w.b.) moisture contents of the peppers were determined by using standard oven method by drying at 103°C for 24 h. Before each drying experiment, three pepper samples were used for moisture content analysis. The average initial moisture contents of the organic and conventional pepper samples were 91.25%±0.068 (w.b.) and 91.96%±0.64 (w.b.), respectively.

2.2. Infrared drying procedure

An infrared dryer and moisture analyzer (Ohaus MB45 Moisture Analyzer, OHAUS, Pine Brook, NJ, USA) were used to perform drying experiments. This device is equipped with a 400 W halogen infrared heater and transmits medium to shortwave infrared radiation. For sample preparation, the pepper samples were washed with tap water and then rinsed with distilled water and then they were dripped and shredded with about 1.43±0.09 mm thickness. In each drying process, shredded pepper samples were placed homogeneously in a layer of 6.7±0.05 mm over the entire sample pan. 35 drying trials for each of the organic (OSRP) and conventionally grown sweet red peppers (CSRP) were performed for each of the three temperature levels (50, 60 and 70°C) and average values at respective temperature levels were evaluated in the data analysis. Experiments were performed at about 24°C room temperature in an acclimatized laboratory. Mass of the pepper samples with initial loads of about 15 g were automatically recorded at one-minute interval with an accuracy of 0.001 g. The drying experiments were ended at about 0.10 kg (H₂O) kg⁻¹ (DM) moisture content. The dried products were cooled and put into glass jar for further analysis.

2.3. Mathematical modeling

The experimental data were fitted to eleven different thin layer drying models to determine the most suitable drying equation (Table 1).

Table 1. Mathematical models applied to the drying curves of the organic and conventional sweet red peppers

Model name	Model equation*	References
1 Newton	$MR = \exp(-kt)$	Ertekin and Yaldiz (2004)
2 Page	$MR = \exp(-kt^n)$	Diamente and Munro (1993)
3 Henderson and Pabis	$MR = a \exp(-kt)$	Ertekin and Yaldiz (2004)
4 Logarithmic	$MR = a \exp(-kt) + b$	Yagcioglu et al. (1999)
5 Midilli et al.	$MR = a \exp(-kt^n) + bt$	Midilli et al. (2002)
6 Wang and Singh	$MR = 1 + at + bt^2$	Wang and Singh (1978)
7 Logistic	$MR = b/(1 + a \exp(kt))$	Jain and Pathare (2004)
8 Two term	$MR = a \exp(-kt) + b \exp(-k_1t)$	Jain and Pathare (2004)
9 Verma et al.	$MR = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-bt)$	Verma et al. (1985)
10 Two term exponential	$MR = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-kat)$	Soysal et al. (2006)
11 Diffusion approximation	$MR = a \exp(-kt) + (1 - a) \exp(-kbt)$	Soysal et al. (2006)

*MR: Moisture ratio; k and k_1 : Drying coefficients; n : Exponent; t : Time in min; a and b : Coefficients.

The equilibrium moisture content (M_e) was assumed to be zero (Ertekin and Heybeli, 2014; Soysal et al., 2018) and, the moisture ratio (MR) was simplified to M/M_0 instead of $(M-M_e)/(M_0-M_e)$. Non-linear regression analyses were carried out by using SigmaPlot program (Version 12). The coefficient of determination (R^2), residual sum of squares (RSS) and standard error of estimate (SEE) parameters were utilized to select the best model.

2.4. Calculation of effective moisture diffusivity and activation energy

The experimental drying data for the determination of effective moisture diffusivity (D_{eff}) were interpreted by using the Fick's second diffusion equation. General solution of Fick's second law in slab geometry was employed with the assumptions of moisture migration by diffusion, negligible shrinkage, constant diffusion coefficients and temperature using the following equation 1 (Crank, 1975):

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} \exp\left[-\frac{(2i+1)^2 \pi^2 D_{eff} t}{4L^2}\right] \quad (\text{Eq.1})$$

Where MR is the moisture ratio, M is the moisture content, M_0 is the initial moisture content, M_e is the equilibrium moisture content, D_{eff} is the effective moisture diffusivity (m^2s^{-1}), L is the half thickness of the samples (m), i is a positive integer and t is time (s).

For long drying periods, Eq. (2) can be further simplified as follows (Wang et al., 2007):

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

The D_{eff} values were interpreted by plotting experimental $\ln(MR)$ data versus drying time since the plot gives a straight line with a slope equal to $K = \pi^2 D_{eff} / 4L^2$. An Arrhenius type equation 3 was used to describe the temperature dependency of effective moisture diffusivity as given below (Doymaz and Ismail, 2011):

$$D_{eff} = D_0 \exp(-E_a/RT) \quad (\text{Eq.3})$$

Then, taking natural logarithm of both sides, the equation can be written in a linear form as follows:

$$\ln(D_{eff}) = \ln(D_0) - [(E_a/R)(1/T)] \quad (\text{Eq.4})$$

Where E_a is the energy of activation (kJ/mol), R is the universal gas constant (8.3143×10^{-3} kJ/mol), T is the absolute temperature (K) and D_0 is the pre-exponential factor of the Arrhenius equation (m^2/s).

The E_a value can be interpreted from the slope of the Eq (4) by plotting $\ln(D_{eff})$ versus $1/T$ ($K_1 = E_a/R$).

2.5. Color measurement

Color parameters of fresh and dried-powdered organic and conventional red peppers were measured with a hand-held chromameter (Minolta CR-400, Osaka, Japan). In measuring the color of the samples, ground material measurement apparatus and CIE $L^*a^*b^*$ color model was used. The chromameter was utilized with illuminant C standard and calibrated using its white reflector plate before measurements. The color is expressed in three dimensions namely: L^* (brightness, 0: black, 100: white), a^* (redness-greenness, -60: green, +60: red) and b^* (yellowness-blueness, -60: blue, +60: yellow) (Keskin et al., 2017). Color change of the material was evaluated by using the a^*/b^* ratio, total color difference (ΔE^*) and color difference values (ΔL^* , Δa^* and Δb^*) (Soysal et al., 2009).

3. Results and Discussion

3.1. Drying Kinetics Curves

The moisture content of the samples decreased to $0.10 \text{ kg (H}_2\text{O) kg}^{-1}(\text{DM})$ in about 99 to 175 minutes and 100 to 176 minutes depending on the drying temperature for organic (OSRP) and conventional sweet red pepper (CSR) samples, respectively (Fig.1, Table 2). As expected, drying time diminished considerably with the increasing drying temperature. There were no significant differences in drying times of OSRP and CSR samples dried at 60, 70, and

80°C. Compared to OSRP, drying time of the CSRP samples lasted about one minute longer. This small difference may be attributed to the growing conditions of the product as a result of such factors including chemical pesticides and fertilizers applied during conventional cultivation. Winter and Davis (2006) reported that organic fruits and vegetables utilize more metabolic energy to synthesize secondary plant metabolites such as polyphenolics and antioxidants since they are not subjected to synthetic pesticides and fertilizers. About 22% decrease in drying times of OSRP and CSRP samples could be obtainable by drying at 70°C instead of 60°C. *Figure 2* shows the moisture content versus drying rate curves of OSRP and CSRP samples. After a short warming-up period, drying rates decreased continuously with decreasing moisture content. All drying processes for both OSRP and CSRP samples took place mainly in the falling rate period which implies that the migration of the moisture in the red pepper samples was controlled by the diffusion mechanism (*Fig. 2*). Similar results have been reported by various researchers on infrared and/or infrared assisted drying of red peppers (Nasiroglu and Kocabiyik, 2009; Tunde-Akintunde et al., 2014; Cao et al., 2016; Deng et al., 2018; Soysal et al., 2018).

3.2. Modelling of drying curves

The experimental moisture content data were converted to moisture ratio (MR) and fitted to eleven different thin layer-drying models (*Table 1*). Fitting adequacy of these models were compared in terms of the statistical parameters of the residual sum of squares (RSS), the standard error of estimates (SEE) and the coefficients of determination (R^2). The best model was chosen as the one with the highest R^2 value and lowest RSS and SEE values. Among the eleven drying models used in the study, the Midilli model (Model 5) gave the best fit for all experimental infrared drying data points for both organic (OSRP) and conventional sweet red pepper (CSRP) samples with the R^2 values greater than 0.9985, the SEE lower than 0.0126 and the RSS lower than 0.0212 (*Table 3* and *Fig. 3*). Thus, the Midilli model interpreted the experimental drying data satisfactorily for infrared drying of sweet red peppers. The drying coefficient k increased with the increase in drying temperature (*Table 3*). This result was confirmed by the drying rate data which exhibited the same trends. The established model was validated by comparing the predicted and experimental MR values of all drying experiments. The predicted data were observed to be banded on and around the straight line of the 1:1 ratio (*Figure 4*).

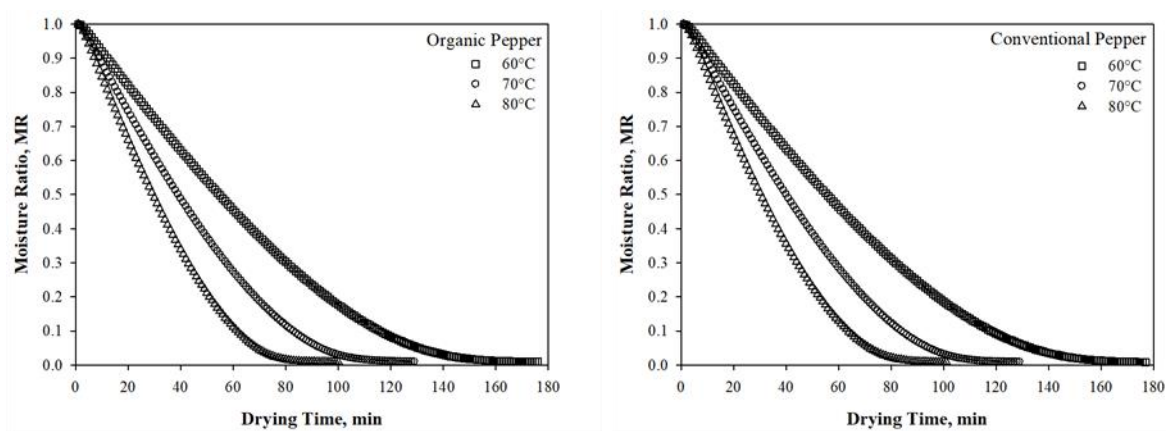


Figure 1. Infrared drying curves of organic and conventional sweet red peppers

Table 2. Drying time of each drying temperature for organic and conventional sweet red peppers

Product Type	Drying Temperature (°C)	Drying Time (min)
Organic red pepper	60	175.00±6.20 ^a
	70	127.57±4.07 ^b
	80	99.00±3.06 ^c
Conventional red pepper	60	176.00±7.94 ^a
	70	128.00±4.05 ^b
	80	100.20±3.54 ^c

Different letters in same column indicate significant differences for each product type ($p < 0.05$)

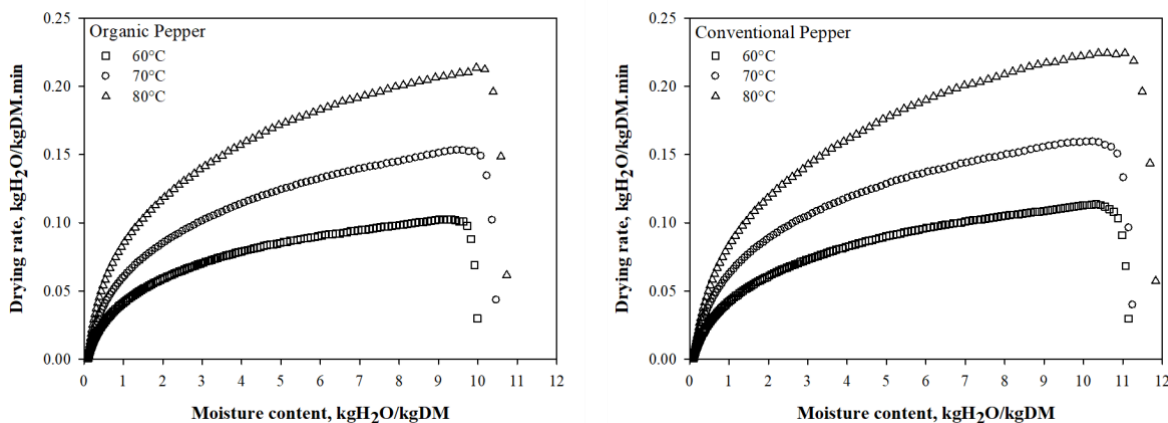


Figure 2. Infrared drying rates of organic and conventional sweet red peppers

3.2. Modelling of drying curves

The experimental moisture content data were converted to moisture ratio (MR) and fitted to eleven different thin layer-drying models (Table 1). Fitting adequacy of these models were compared in terms of the statistical parameters of the residual sum of squares (RSS), the standard error of estimates (SEE) and the coefficients of determination (R^2). The best model was chosen as the one with the highest R^2 value and lowest RSS and SEE values (data not shown). Among the eleven drying models used in the study, the Midilli model (Model 5) gave the best fit for all experimental infrared drying data points for both OSRP and CSRP samples with the R^2 values greater than 0.9985, the SEE lower than 0.0126 and the RSS lower than 0.0212 (Table 3). The drying coefficient of the Midilli model k increased with the increase in drying temperature (Table 3).

Table 3. Statistical parameters and model constants for Midilli model for the infrared drying of red peppers

Product	Drying temp.(°C)	Statistical parameters and model constants						
		R^2	SEE	RSS	k	n	a	b
Organic red pepper	60	0.9988	0.0111	0.0212	0.0022	1.4348	0.9718	-0.0002
	70	0.9987	0.0115	0.0165	0.0036	1.4326	0.9757	-0.0003
	80	0.9985	0.0126	0.0153	0.0047	1.4799	0.9731	-0.0003
Conventional red pepper	60	0.9989	0.0104	0.0186	0.0022	1.4235	0.9738	-0.0003
	70	0.9987	0.0115	0.0165	0.0036	1.4239	0.9808	-0.0003
	80	0.9987	0.0116	0.0134	0.0045	1.4788	0.9753	-0.0003

3.3. Effective moisture diffusivity

All drying processes for both organic (OSRP) and conventional sweet red pepper (CSRP) samples occurred mainly in the falling rate period as shown in Figure 2. Therefore, it may be modeled as a diffusion-controlled process. The effective moisture diffusivity (D_{eff}) values for different drying temperatures (60, 70, 80°C) are given in Table 4.

Table 4. Effective moisture diffusivity for organic and conventional sweet red peppers

Product	Drying temp. (°C)	Linear equation	D_0 ($m^2 s^{-1}$)	D_{eff} ($m^2 s^{-1}$)	R^2
Organic red pepper	60	$y = -0.000474x + 0.643317$	1.4963×10^{-4}	21.56×10^{-10}	0.947
	70	$y = -0.000679x + 0.692900$		30.88×10^{-10}	0.953
	80	$y = -0.000890x + 0.591254$		40.48×10^{-10}	0.953
Conventional red pepper	60	$y = -0.000468x + 0.653068$	1.4964×10^{-4}	21.29×10^{-10}	0.942
	70	$y = -0.000677x + 0.704413$		30.79×10^{-10}	0.945
	80	$y = -0.000879x + 0.651015$		39.98×10^{-10}	0.955

It was found that the D_{eff} values of the pepper samples were remarkably influenced by drying temperature. Increasing the drying temperature accelerated the water molecules inside the product leading to higher vapor pressure, faster evaporation and rapid reduction in product moisture content, resulting in higher D_{eff} values. This result is in good agreement with previous studies on drying of red pepper (Thuwapanichayanan et al., 2011; Darvishi, et al., 2013; Tunde-Akintunde et al., 2014; Deng et al., 2018; Soysal et al. 2018).

Depending on the drying temperature, the D_{eff} values of OSRP and CSRP samples ranged from 21.56×10^{-10} to $40.48 \times 10^{-10} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ and from 21.29×10^{-10} to $39.98 \times 10^{-10} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$, respectively (Table 4). The D_{eff} values of the OSRP samples were found slightly higher than those of the CSRP samples. The D_{eff} values were comply with the drying coefficients of Midilli model and drying rate data and both of them followed the similar trajectory. Similar findings were reported for red pepper by Cao et al. (2015). Sablani et al. (2011) conducted hot air drying experiments at 65°C to compare the D_{eff} values of organic and conventional berries. They reported that the organic fruits had higher D_{eff} values as compared to conventional fruits whereas the trend was reverse for other fruit varieties.

The pre-exponential factor of the Arrhenius equation (D_0) was predicted as $1.4963 \times 10^{-4} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ and $1.4964 \times 10^{-4} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ for the OSRP and CSRP samples, respectively (Table 4). The D_0 value denotes moisture diffusivity when temperature goes to infinity. Greater D_0 value means the weaker resistance to the diffusion (Turhan et al., 1997). D_0 value of OSRP and CSRP samples was found almost the same. This suggests that both pepper samples showed almost same resistance to the moisture removed in the product as a result of infrared drying process. The D_{eff} values obtained in this study lay in general within the range of 10^{-11} - $10^{-9} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$ as previously reported for various biological materials (Saravacos, 1986; Rizvi, 1986; Madamba et al., 1996; Maskan et al., 2002; Wang et al., 2007; Kumar et al., 2011). They were also found to be very similar (Cao et al., 2016) and higher (Deng et al, 2018; Soysal et al., 2018) than the published data for red pepper given in Table 5. The differences might be due to drying conditions, type and scale of drying equipment, proposed model used for calculation, physico-chemical properties of the product such as type, composition, tissue characteristics, thickness, cultivar and ripening stage and other uncontrolled parameters (Sanjuán et al., 2003; Darvishi et al., 2014; Deng et al., 2018).

Table 5. Comparison of data of the present study and the previous studies

Product and drying method	Drying temp. ($^\circ\text{C}$)	D_{eff} ($\times 10^{-10} \text{ m}^2\text{s}^{-1}$)	E_a (kJ mol^{-1})	Reference
Organic red pepper-sliced, infrared	60-80	21.56-40.48	30.85	Present work
Conventional red pepper-sliced, infrared	60-80	21.29-39.98	30.87	Present work
Red pepper-whole, infrared drying	60-80	15.8-37.8	42.67	Cao et al., 2016
Red pepper-whole, infrared assisted hot air	50-80	1.75-8.97	50.90	Deng et al., 2018
Red pepper-sliced, infrared	50-70	0.61-1.26	33.50	Soysal et al., 2018

3.4. Activation energy

Activation energy (E_a) defines the minimum energy required to initiate moisture diffusion from a product (Kadam et al., 2011) and the sensitivity of diffusivity against temperature (Turhan et al., 1997). This means that the greater the E_a values, the more sensitivity of the diffusivity to the drying temperature. E_a values were calculated from the slope of the Eq (4) by plotting $\ln(D_{eff})$ versus $1/T$ ($slope = E_a/R$). The E_a values were computed as 30.85 kJ/mol for the OSRP and 30.87 kJ/mol for the CSRP samples (Table5). These E_a values were within the range of 12.7-110.0 kJ/mol which is reported for most agricultural products (Zogzas et al., 1996) and the E_a values for red peppers reported in different studies (Table 5). The closeness of E_a values shows that the organic pepper is as sensitive as the conventional pepper to infrared drying temperature and furthermore, organic or conventional growing practices of the same variety product did not significantly alter the E_a values. This result is also conforming to the profiles of moisture content versus drying time and drying rate versus moisture content, the drying coefficient data of Midilli model, D_{eff} and D_0 values.

3.5. Color quality assessment

The color data were presented in *Table 6* as the means of seven independent measurements for each sample. The mean L^* , a^* , b^* and a^*/b^* color values of fresh organic sweet red pepper (OSRP) samples were 30.93, 24.10, 22.34, 1.08 while the values for the conventional sweet red pepper (CSRP) samples were 30.18, 25.29, 21.81, 1.16 which relates to matte red color (*Table 6*). The L^* , a^* and b^* values of fresh OSRP and CSRP samples were almost identical ($p < 0.05$). On the other hand, the a^*/b^* ratios of fresh OSRP and CSRP samples were significantly different ($p < 0.05$) which means that the color of fresh CSRP samples was deeper in red compared to OSRP. The L^* values of the dried samples were remarkably higher than the fresh samples which denotes that the infrared dried pepper powders were in lighter red color than the fresh ones ($p < 0.05$). The L^* values of both OSRP and CSRP samples were significantly enhanced at higher drying temperatures resulting in lighter product colors ($p < 0.05$). Similarly, except the a^* value of the CSRP sample dried at 80°C, the a^* and b^* values of the dried samples were significantly higher than the values of the fresh samples. Similar findings regarding L^* , a^* and b^* values were reported by Nasiroglu and Kocabiyik (2009) and Keskin et al. (2018). Kim et al. (2004) and Topuz et al. (2011) reported that the red color intensity which mainly originates from ketocarotenoids, capsanthin and capsorubin formed during ripening of the pepper was used as a primary criterion in the evaluation of the quality of paprika. Moreover, Soysal et al. (2005) and Ergunes and Tarhan (2006) suggested that the red pepper with higher brightness and redness and mild yellowness values can be considered as more favourable and marketable products in view of color quality. Regarding the differences in color parameters (*Table 7*), a positive correlation was found between the infrared drying temperature and ΔE^* and ΔL^* values. The highest ΔE^* value was found for the CSRP samples dried at 80°C while the lowest ΔE^* was obtained for the OSRP samples dried at 60°C. Beside this, higher infrared drying temperatures produced brighter red pepper powder color which is more preferable by consumers (*Table 6*).

Table 6. Effect of infrared drying temperatures on the color parameters of sweet red peppers

Product type	Drying temp. (°C)	L^*	a^*	b^*	a^*/b^*
Organic red pepper	Fresh	30.93±0.02 ^a	24.10±0.03 ^a	22.34±0.06 ^a	1.08±0.00 ^b
	60	52.69±0.81 ^b	34.22±0.76 ^d	40.34±0.82 ^b	0.85±0.01 ^c
	70	54.33±0.85 ^c	32.69±0.80 ^c	41.16±0.90 ^{bc}	0.79±0.03 ^d
	80	57.10±0.84 ^d	27.94±0.40 ^b	41.82±0.90 ^c	0.67±0.02 ^f
Conventional red pepper	Fresh	30.18±0.02 ^a	25.29±0.04 ^a	21.81±0.06 ^a	1.16±0.00 ^a
	60	57.06±0.87 ^b	31.58±0.66 ^c	40.14±0.57 ^c	0.79±0.03 ^{de}
	70	57.58±0.73 ^b	30.64±0.55 ^b	39.96±0.38 ^{bc}	0.77±0.02 ^e
	80	59.26±0.80 ^c	25.31±0.74 ^a	39.55±0.68 ^b	0.64±0.02 ^g

Different letters in same column for organic and conventional peppers indicate significant differences ($p < 0.05$)

The color redness and brightness parameters of the infrared dried pepper powders did not decrease but remarkably improved as compared to fresh product (*Table 7*).

Table 7. Effect of infrared drying temperatures on the difference in color parameters of sweet red peppers

Product type	Drying temp. (°C)	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE	a^*/b^*
Organic red pepper	Fresh	-	-	-	-	1.08±0.00 ^b
	60	21.76±0.81 ^a	10.12±0.76 ^f	17.99±0.82 ^{ab}	30.00±1.17 ^a	0.85±0.01 ^c
	70	23.40±0.85 ^b	8.59±0.80 ^e	18.82±0.90 ^{bc}	31.25±0.97 ^b	0.79±0.03 ^{de}
	80	26.17±0.84 ^c	3.84±0.40 ^b	19.48±0.90 ^c	32.85±1.15 ^c	0.67±0.02 ^f
Conventional red pepper	Fresh	-	-	-	-	1.16±0.00 ^a
	60	26.88±0.87 ^{cd}	6.29±0.66 ^d	18.33±0.57 ^{ab}	33.15±0.87 ^{cd}	0.79±0.03 ^{de}
	70	27.40±0.73 ^d	5.35±0.55 ^c	18.15±0.38 ^{ab}	33.30±0.71 ^{cd}	0.77±0.02 ^e
	80	29.08±0.80 ^e	0.02±0.74 ^a	17.74±0.68 ^a	34.07±0.94 ^d	0.64±0.02 ^g

Different letters in same column for organic and conventional peppers indicate significant differences ($p < 0.05$)

Considerably higher changes in Δa^* values for both OSRP and CSRP powders were obtained at lower drying temperatures (*Table 7*). The improvement in the redness of the infrared dried OSRP samples were higher compared to CSRP samples. Whereas the change in yellowness (Δb^*) values remained at a very limited level compared to

the changes in redness (Δa^*) values. It is clear that increasing the drying temperature caused significant decrease in the a^* values of dried peppers (Table 6). In addition, increasing the drying temperature increased the b^* values of the OSRP powders while significantly reducing the b^* values of the CSRP powders ($p < 0.05$). This resulted in a^*/b^* ratios of dried OSRP powders being higher than CSRP powders. Thus, the a^*/b^* ratio given in Table 6 can be used to decide the best drying treatment for color quality. The highest a^*/b^* ratio was obtained in OSRP samples dried at 60°C. No significant difference was found among the a^*/b^* ratio of CSRP samples dried at 60 and 70°C and OSRP samples dried at 70°C. Hence, infrared drying at 60°C and 70°C can be evaluated as the acceptable drying applications in terms of color quality since they gave the nearest redness to yellowness ratios and higher brightness values as compared to the color parameters of fresh peppers which are desirable for the production of high quality dried sweet red pepper.

4. Conclusions

This research was carried out to compare the infrared drying characteristics of organically and conventionally produced sweet red peppers and to select the best drying application with respect to color quality. The results showed that the entire drying process for both organic (OSRP) and conventional sweet red peppers (CSRP) took place mainly in falling rate period. Increasing the drying temperature decreased the drying time considerably. Although the average drying time of CSRP samples lasted about one minute longer than OSRP, this difference was not statistically significant. Among the eleven models included in the study, the Midilli model gave the best fit for all data points for OSRP and CSRP samples. As expected, the drying coefficient k increased with the increase in the drying temperature.

The effective moisture diffusivity (D_{eff}) values of the OSRP samples were found slightly higher than those of the CSRP samples. The activation energies (E_a) were computed as 30.85 kJ/mol for the OSRP and 30.87 kJ/mol for the CSRP samples. Both pepper samples showed almost same resistance to the moisture removed in the product as a result of infrared drying process. Growing practices (organic or conventional) of the same variety red peppers did not alter much of the profiles of moisture content versus drying time and drying rate versus moisture content, the drying coefficient (k) data of Midilli model, effective moisture diffusivity and activation energy values all of which followed the similar trends. The OSRP samples dried at 60°C had the highest redness to yellowness ratio which denotes the deeper in red color. No significant differences were found among the redness to yellowness ratio of CSRP samples dried at 60°C and 70°C and OSRP samples dried at 70°C.

Consequently, infrared drying at 60°C and 70°C can be evaluated as the acceptable drying applications in terms of color quality since they gave the nearest redness to yellowness ratios and higher brightness values as compared to the color parameters of fresh peppers, which is desirable for the production of high quality dried sweet red pepper powders. Infrared drying at 70°C resulted in about 22% savings in drying time and could be used to produce high quality organic or conventional sweet red pepper powder with better color quality.

References

- Aktaş, T., Orak, H. H., Şahin, F. H. (2013). Effects of different drying methods on drying kinetics and color parameters of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 1-12.
- Anonymous, (2019a). FAOSTAT Crop production statistics database. Food and Agriculture Organization (FAO), <http://www.fao.org/site>, (Accessed date: 04.05.2020).
- Anonymous, (2019b). Organic agricultural production data. Turkish Ministry of Agriculture and Forestry. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>, (Accessed date: 03.05.2020).
- Anonymous, 2018. Organic crop production statistics - 2018. Turkish Statistical Institute (TurkStat). <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist>, (Accessed date: 03.02.2020).
- Arimboor, R., Natarajan, R. B., Menon, K. R., Chandrasekhar, L. P., Moorkoth, V. (2015). Red pepper (*Capsicum annuum*) carotenoids as a source of natural food colors: analysis and stability—a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1258-1271.
- Arslan, D., Özcan, M. M. (2011). Dehydration of red bell-pepper (*Capsicum annuum* L.): Change in drying behavior, colour and antioxidant content. *Food and Bioprocess Processing*, 89(4), 504-513.
- Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M., Mitchell, A. E. (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5), 1237-1241.
- Cao, Z. Z., Zhou, L. Y., Bi, J. F., Yi, J. Y., Chen, Q. Q., Wu, X. Y., Zheng, J.K., Li, S. R. (2016). Effect of different drying technologies on drying characteristics and quality of red pepper (*Capsicum frutescens* L.): a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(10), 3596-3603.
- Chua, K. J., Chou, S. K. (2003). Low-cost drying methods for developing countries. *Trends in Food Science & Technology*, 14(12), 519-528.
- Crank, J. (1975). The mathematics of diffusion 2nd Edition. *Oxford Science Publications*, 32.
- Darvishi, H., Asl, A. R., Asghari, A., Azadbakht, M., Najafi, G., Khodaei, J. (2014). Study of the drying kinetics of pepper. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 13(2), 130-138.
- Darvishi, H., Khoshtaghaza, M. H., Najafi, G., Nargesi, F. (2013). Mathematical modeling of green pepper drying in microwave-convective dryer. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15: 457-465.
- Deng, L. Z., Yang, X. H., Mujumdar, A. S., Zhao, J. H., Wang, D., Zhang, Q., Wang, J., Gao, Z.J., Xiao, H. W. (2018). Red pepper (*Capsicum annuum* L.) drying: Effects of different drying methods on drying kinetics, physicochemical properties, antioxidant capacity, and microstructure. *Drying Technology*, 36(8), 893-907.
- Di Scala, K., Crapiste, G. (2008). Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT-Food Science and Technology*, 41(5), 789-795.
- Diamante, L. M., Munro, P. A. (1993). Mathematical modelling of the thin layer solar drying of sweet potato slices. *Solar Energy*, 51(4), 271-276.
- Doymaz, İ., İsmail, O. (2011). Drying characteristics of sweet cherry. *Food and bioprocess processing*, 89(1), 31-38.
- Doymaz, İ., Kocayigit, F. (2012). Effect of pre-treatments on drying, rehydration, and color characteristics of red pepper (Charlison' variety). *Food Science and Biotechnology*, 21(4), 1013-1022.
- Ergüneş, G., Tarhan, S. (2006). Color retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. *Journal of Food Engineering*, 76(3), 446-452.
- Ertekin, C., Heybeli, N. (2014). Thin-layer infrared drying of mint leaves. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(4), 1480-1490.
- Ertekin, C., Yaldiz, O. (2004). Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. *Journal of Food Engineering*, 63(3), 349-359.
- Gomiero, T. (2018). Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: findings and issues. *Applied Soil Ecology*, 123, 714-728.
- Jain, D., Pathare, P. B. (2004). Selection and evaluation of thin layer drying models for infrared radiative and convective drying of onion slices. *Biosystems Engineering*, 89(3), 289-296.
- Kadam, D. M., Goyal, R. K., Singh, K. K., Gupta, M. K. (2011). Thin layer convective drying of mint leaves. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(2), 164-170.
- Keskin M., Soysal, Y., Sekerli, Y.E., Arslan, A., Celiktas, N. (2019). Assessment of applied microwave power of intermittent microwave-dried carrot powders from Colour and NIRS. *Agronomy Research*. 17(2):466-480.
- Keskin, M., Setlek, P., Demir, S. (2017). Use of Color Measurement Systems in Food Science and Agriculture. *International Advanced Researches & Engineering Congress*. 16-18 November 2017, P.2350-2359 Osmaniye, Turkey (Abstract in English).
- Keskin, M., Soysal, Y., Arslan, A., Sekerli, Y.E., Celiktas, N. (2018). Predicting Drying Temperature of Infrared-Dried Pepper Powders Using FT-NIRS and Chromameter. *International Conference on Energy Research (ENRES2018)*, 31 October - 2 November 2018, P.305-319, Alanya, Turkey.
- Kim, S., Park, J. B., Hwang, I. K. (2002). Quality attributes of various varieties of Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *Journal of Food Science*, 67(8), 2957-2961.

- Kim, S., Park, J., Hwang, I. K. (2004). Composition of main carotenoids in Korean red pepper (*capsicum annum*, L) and changes of pigment stability during the drying and storage process. *Journal of Food Science*, 69(1), FCT39-FCT44.
- Kumar, N., Sarkar, B. C., Sharma, H. K. (2011). Effect of air velocity on kinetics of thin layer carrot pomace drying. *Food Science and Technology International*, 17(5), 459-469.
- Lernoud, J., Willer, H. (2019). Organic Agriculture Worldwide: Key results from the FiBL survey on organic agriculture worldwide 2019 Part 3: Organic agriculture in the regions.
- Madamba, P. S., Driscoll, R. H., Buckle, K. A. (1996). The thin-layer drying characteristics of garlic slices. *Journal of food engineering*, 29(1), 75-97.
- Maskan, A., Kaya, S., Maskan, M. (2002). Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *Journal of food engineering*, 54(1), 81-88.
- Midilli, A., Kucuk, H., Yapar, Z. (2002). A new model for single-layer drying. *Drying technology*, 20(7), 1503-1513.
- Nasiroglu, S., Kocabiyik, H. (2009). Thin-layer infrared radiation drying of red pepper slices. *Journal of Food Process Engineering*, 32(1), 1-16.
- Nowak, D., Lewicki, P. P. (2004). Infrared drying of apple slices. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 5(3), 353-360.
- Onwude, D. I., Hashim, N., Chen, G. (2016). Recent advances of novel thermal combined hot air drying of agricultural crops. *Trends in Food Science & Technology*, 57, 132-145.
- Pawar, S. B., Pratape, V. M. (2017). Fundamentals of infrared heating and its application in drying of food materials: a review. *Journal of Food Process Engineering*, 40(1), e12308.
- Rizvi, S. S. H. (1986). Thermodynamic properties of foods in dehydration. In: Engineering Properties of Foods, (M.A. Rao and S.S.H. Rizvi, eds.), Marcel Dekker, New York, pp. 190-193.
- Sablani, S. S., Andrews, P. K., Davies, N. M., Walters, T., Saez, H., Bastarrachea, L. (2011). Effects of air and freeze drying on phytochemical content of conventional and organic berries. *Drying Technology*, 29(2), 205-216.
- Sandu, C. (1986). Infrared radiative drying in food engineering: a process analysis. *Biotechnology Progress*, 2(3), 109-119.
- Sanjuán, N., Lozano, M., García-Pascual, P., Mulet, A. (2003). Dehydration kinetics of red pepper (*Capsicum annum* L var Jaranda). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83(7), 697-701.
- Saravacos, G. D. (1986). Mass transfer properties of foods. In: Rao, M. A., Rizvi, S. S. H., editors. Engineering properties of foods. New York: Marcel Dekker Inc. p 89-132.
- Soysal, Y., Ayhan, Z., Eştürk, O., Arkan, M. F. (2009). Intermittent microwave-convective drying of red pepper: Drying kinetics, physical (colour and texture) and sensory quality. *Biosystems Engineering*, 103(4), 455-463.
- Soysal, Y., Keskin, M., Arslan, A., Sekerli, Y.E. (2018). Infrared Drying Characteristics of Pepper at Different Maturity Stages. *International Conference on Energy Research (ENRES 2018)*, 31 October - 2 November 2018, Alanya, Turkey.
- Soysal, Y., Öztekin, S., Eren, Ö. (2006). Microwave drying of parsley: modelling, kinetics, and energy aspects. *Biosystems Engineering*, 93(4), 403-413.
- Soysal, Y., Oztekin, S., Isikber, A. A., Duman, A. D., Dayısoylu, K. S. (2005). Assessing the colour quality attributes of Turkish red chilli peppers (*Capsicum annum* L.) and colour stability during storage. In *Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture*, P.99-104, Izmir, Turkey.
- Şahin, F. H., Ülger, P., Aktaş, T., Orak, H. H. (2012). Farklı Önışlemlerin ve Vakum Kurutma Yönteminin Domatesin Kuruma Karakteristikleri ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1), 15-25.
- Thuwapanichayanan, R., Prachayawarakorn, S., Kunwisawa, J., Soponronnarit, S. (2011). Determination of effective moisture diffusivity and assessment of quality attributes of banana slices during drying. *LWT-Food Science and Technology*, 44(6), 1502-1510.
- Topuz, A., Dincer, C., Özdemir, K. S., Feng, H., Kushad, M. (2011). Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno). *Food chemistry*, 129(3), 860-865.
- Tunde-Akintunde, T., Oyelade, O., Akintunde, B. (2014). Effect of drying temperatures and pre-treatments on drying characteristics, energy consumption, and quality of bell pepper. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*, 16(2), 108-118.
- Turhan, M., Turhan, K. N., Sahbaz, F. (1997). Drying kinetics of red pepper. *Journal of food processing and preservation*, 21(3), 209-223.
- Vega-Gálvez, A. L. M. S., Lemus-Mondaca, R., Bilbao-Sáinz, C., Fito, P., Andrés, A. (2008). Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo). *Journal of Food Engineering*, 85(1), 42-50.
- Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry*, 117(4), 647-653.
- Verma, L. R., Bucklin, R. A., Endan, J. B., Wratten, F. T. (1985). Effects of drying air parameters on rice drying models. *Transactions of the ASAE*, 28(1), 296-0301.
- Wang C. Y., Singh R. P. (1978). A single layer drying equation for rough rice. *ASAE Paper No: 78-3001*, ASAE, St. Joseph, MI.
- Wang, Z., Sun, J., Chen, F., Liao, X., & Hu, X. (2007). Mathematical modelling on thin layer microwave drying of apple pomace with and without hot air pre-drying. *Journal of Food Engineering*, 80(2), 536-544.
- Winter, C. K., Davis, S. F. (2006). Organic foods. *Journal of Food Science*, 71(9), R117-R124.

- Yagcioglu, A., Degirmencioglu, A., Cagatay, F.1(999). Drying characteristics of laurel leaves under different drying conditions. *Proceedings of 7th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy in Agriculture*, P.565-569, Adana, Turkey.
- Zogzas, N. P., Maroulis, Z. B., Marinos-Kouris, D. (1996). Moisture diffusivity data compilation in foodstuffs. *Drying technology*, 14(10), 2225-2253.

Bioactive Properties Of Commercial Reishi Mushroom Products In Powder Form


Ticari Olarak Toz Formda Satılan Reishi Mantarlarının Biyoaktif Özellikleri


Ahmet Şükrü DEMİRCİ¹, Didem SÖZERİ ATIK^{1*}, İbrahim PALABIYIK¹, Mehmet GÜLCÜ²**Abstract**


Ganoderma lucidum (Reishi mushroom) has well known history of use with regards to ensuring health effects and longevity in Asian countries. Besides, it has an antioxidative protection system to protect the living organism from the action of free radicals. This study examines the bioactive properties of powder form of *G. lucidum* as a natural functional agent and the antimicrobial effects of the 5 different commercially sold powder of the *G. lucidum* mushrooms were investigated against various pathogenic bacteria and molds. For this purpose, the phenolic content, antioxidant capacity of *G. lucidum* samples were determined. The antimicrobial effects of the 5 different *G. lucidum* mushrooms against various food-related pathogenic bacteria (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Salmonella enterica* subsp. enterica serovar Enteritidis ATCC 13076, *Staphylococcus aureus* ATCC 2592, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802) and molds (*Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 and *Aspergillus parasiticus* NRRL 465) were expressed as a diameter (mm) of the inhibition zone. The values of total phenolic content of different *G. lucidum* samples ranged from 2.35 to 10.46 mg GAE g⁻¹. The scavenging activity of DPPH radicals of *G. lucidum* samples did not show any significant difference for samples 2, 4, and 5. The same trend was observed between for ABTS+ results of these samples. The highest total phenolic content and antioxidative activity were observed in the sample 1. The extracts of different *G. lucidum* samples demonstrated statistically significant antibacterial activity against *E. coli* ATCC 25922. Regarding the antifungal activity of *G. lucidum* samples, there were not found any significant differences when compared different samples. The results demonstrated that *G. lucidum* can be used as a functional food ingredient to improve the bioactive properties of foods.

Keywords: Reishi, Antimicrobial, DPPH, ABTS, Lingzhi

¹ Ahmet Şükrü Demirci, Department of Food Engineering, Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey. E-mail: ademirci@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0001-5252-8307

^{1*} **Corresponding Author:** Didem Sözeri Atik, Department of Food Engineering, Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey. E-mail: dsozeri@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-8547-7304.

¹ İbrahim Palabiyik, Department of Food Engineering, Namık Kemal University, Tekirdağ, Turkey. E-mail: ipalabiyik@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0001-8850-1819.

² Mehmet Gülcü, Balıkesir Food Control Laboratory, Karesi, Balıkesir, Turkey. E-mail: mehmet.gulcu@tarim.gov.tr  ORCID: 0000-0001-7862-7733.

Atıf/Citation: Demirci, A.Ş., Sözeri Atik, D., Palabiyik, İ., Gülcü, M. Bioactive Properties of Commercial Reishi Mushroom Products in Powder Form. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 273-281.

Özet

Ganoderma lucidum (Reishi mantarı), Asya ülkelerinde sağlık etkileri ve uzun ömürlülüğü sağlamak için yaygın olarak bilinen bir kullanım geçmişine sahiptir. Ayrıca, canlı organizmayı serbest radikallerin etkisinden korumak için antioksidatif koruma sistemine de sahiptir. Bu çalışmada toz formunda *G. lucidum*'un doğal fonksiyonel ajanlar olarak biyoaktif özellikleri incelenmiş ve *G. lucidum* mantarlarının ticari olarak satılan 5 farklı tozunun çeşitli gıda patojeni bakterilere ve küflere karşı antimikrobiyal etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla *G. lucidum* numunelerinin toplam fenolik içeriği, antioksidan kapasitesi de belirlenmiştir. 5 farklı *G. lucidum* mantarının antimikrobiyal etkileri, gıda ile ilgili çeşitli patojenik bakterilere (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Enteritidis* ATCC 13076, *Staphylococcus aureus* ATCC 2592, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802) küflere (*Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 ve *Aspergillus parasiticus* NRRL 465) karşı araştırılmış ve sonuçlar inhibisyon zon çapı (mm) olarak ifade edilmiştir. Farklı *G. lucidum* örneklerinin toplam fenolik içeriği değerlerinin 2.35 ila 10.46 mg GAE g⁻¹ arasında değiştiği bulunmuştur. *G. lucidum* numunelerinin DPPH radikallerine karşı antioksidan aktivitesi araştırıldığında; 2, 4 ve 5 numaralı örnekler arasında önemli bir fark gözlemlenmemiştir. Bu numunelerin ABTS⁺ sonuçları için de aynı eğilim olduğu tespit edilmiştir. En yüksek toplam fenolik içerik ve antioksidatif aktivite *G. lucidum*'un 1 numaralı örneğinde belirlenmiştir. Farklı *G. lucidum* örneklerinin ekstraktları, *E. coli* ATCC 25922'ye karşı istatistiksel olarak anlamlı antibakteriyel aktivite gösterirken (p < 0.05), *G. lucidum* örneklerinin antifungal aktivitesi ile ilgili olarak, farklı örnekler karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (p > 0.05). Elde edilen sonuçlara göre, *G. lucidum*'un gıdaların biyoaktif özelliklerini geliştirmek için fonksiyonel bir gıda bileşeni olarak kullanılabilceğini görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Reishi, Antimikrobiyal, DPPH, ABTS, Lingzhi

1. Introduction

The increasing world population has various problems related to nutrition and health. Despite the great advances in science and technology, the unconscious consumption of natural resources and the economic difficulties encountered have made it necessary to use natural resources for multiple purposes. On the other hand, the natural and synthetic antibiotics developed so far have been ineffective in the fight against infectious diseases as a result of the resistance of microorganisms, and various side effects have led the science of medicine to discover new and natural antimicrobial substances (Karaman et al., 2003).

According to previous scientific research, it has been determined that some macrofungus species produce various chemical compounds with antibacterial, antifungal, antiviral, and antiprotozoal properties. Antimicrobial effects of macrofungi are caused by some phenolic compounds, purines and pyrimidines, quinones, terpenoids, and phenylpropanoid derivative antagonistic substances synthesized by the fungal metabolism (Benedict and Brady, 1972). Many fungal species are used in the world for therapeutic purposes such as *Ganoderma lucidum* (Lingzhi), *Ophiocordyceps* (Cordyceps) (Paterson, 2006), *Lentinula edodes* (Shiitake), *Piptoporus betulinus* (Birch polypore/ bracket), *Grifola frondosa* (Hen of the woods/Maitake), *Inonotus obliquus* (Chaga) ve *Agaricus subrufescens* (Almond mushroom) (De Silva et al., 2012; Wasser, 2011).

G. lucidum which has been known as the immortality plant in China and also it is known as Reishi or Mannentake in Japan. Moreover, *Ganoderma lucidum* is known as Ling-Zhi in China and it represents good luck (Kino et al., 1989). The health-promoting effects of the mushroom have been known for centuries. The modern scientific studies have also confirmed that *G. lucidum* has various health effects such as immune-regulating, antitumor, antioxidant, antimicrobial, cardiovascular, antiallergenic, liver-protecting and antidiabetic (Berovič et al., 2003; Li et al., 2010; Wasser, 2010). It has been reported that the bioactive components of *Ganoderma* species such as polysaccharides, terpenoids, sterols, lectins proteins, nucleotides, and fatty acids are the main cause of the beneficial effects of the mushroom on human health (Yeung, 2004). Furthermore, Kim and Kim (1999) demonstrated that *G. lucidum* was non-toxic to healthy cells, even if taken at high doses.

Besides, *Ganoderma* species produce a wide variety of potential intra-cellular and extra-cellular antimicrobial components (Liu et al., 2009). Several studies have revealed the antimicrobial activity of *G. lucidum* (Gao et al., 2005; Quereshi et al., 2010; Sheena et al., 2003). *G. lucidum* products are sold commercially in different forms such as tea, dietary supplements and powders. These products are obtained from mycelia, fruit body and spores parts of the product.

It is known to have an antioxidative protection system to protect the living organism from the action of free radicals. In some cases, free radicals appear to be excessive in the body due to the antioxidative protective system not working well. This causes damage to the body such as the amount of free radicals increases, aging accelerates, cell death, tissue death, and damage to brain vessels. Recent evidence suggests that *G. lucidum* contributes to the removal of reactive oxygen species by increasing the superoxide dismutase and catalase enzyme activity (Ajith et al., 2009; Smina et al., 2011).

The aim of this study was to investigate the antimicrobial effects, of the 5 different commercially sold powders of the *G. lucidum* mushrooms against various food-related pathogenic bacteria and molds, thereby finding new sources in the fight against infectious diseases. Besides, this study was also designed to determine total phenolic contents and antioxidant capacities of *G. lucidum* samples.

2. Materials and Methods

2.1. Materials

Five different powder of the commercial Lingzhi (*G. lucidum*) products were purchased from different commercial firms. Folin-Ciocalteu reagent, sodium carbonate, methanol, DPPH, and ABTS⁺ were provided from Merck KGaA (Darmstadt, Germany).

2.2. Extraction procedure of *Ganoderma lucidum* samples for antioxidant and phenolic content analysis

One g of sample was mixed with methanol 99% to the ratio of 1:9 (reishi: methanol) and extracted with using a rotary shaker, the mixture was shaken (Rotator, Dragon Laboratory Instruments) at 70 rpm and room temperature for 2 h. Then, at 4500 rpm at 4 °C, the extracts were centrifuged for 15 min and to remove suspended materials, the extracts were filtered through Whatman No.1 filter and stored at 4 °C until analysis. All extractions were performed in triplicate.

2.3. Determination of total phenolic content

The total phenolic content (TPC) of samples was evaluated according to the procedure reported by (Singleton et al. 1999; Bozdemir et al. 2021). For analysis, 100 µL of the extracted sample was mixed with 7.5 mL of distilled water. 500 µL Folin-Ciocalteu reagent and 1 ml of stock solution of Na₂CO₃ were added to the mixture. The absorbance of samples was measured at 720 nm and results were given as mg GAE g⁻¹. All trials were duplicated.

2.4. Antioxidant activity

ABTS⁺ (2,2'-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic) and DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging methods were used to determine the antioxidant activity of *G. lucidum* samples. DPPH radical scavenging activity was measured at 517 nm and results were expressed as µmol Trolox equivalent g⁻¹ according to the method as previously used (Brand-Williams et al. 1995). ABTS⁺ radical scavenging method was used at 734 nm by adapting the procedure used by Re et al. (1999) and Durmus et al., (2020). Results were given as µmol Trolox equivalent g⁻¹. All trials were duplicated.

2.5. Antimicrobial activity

For antimicrobial analysis, 5 food-based pathogenic bacteria and 2 fungi were used. *Escherichia coli* ATCC 25922, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar *Enteritidis* ATCC 13076 and *Staphylococcus aureus* ATCC 2592, *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 17802, *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 and *Aspergillus parasiticus* NRRL 465 were obtained from the Food Microbiology Laboratory of Namık Kemal University, Food Engineering Department. The agar disc diffusion method was used for the determination of antimicrobial activities of the extracts in question (NCCLS, 1997; Apaydin and Gümüş, 2018). The stock solution of the overnight culture was standardized to 0.5 McFarland scale. Mueller Hinton Agar (Merck, Darmstadt, Germany) and Potato Dextrose Agar (Merck, Darmstadt, Germany) were used to perform antimicrobial analysis. A suspension of the tested microorganism (0.1 mL of 10⁸ cells per ml of bacteria and 10⁴ spore/mL of fungi) was spread on the solid media plates. Filter paper discs (6 mm in diameter) were impregnated with 20 µL of the extracts and placed on the inoculated plates. After the incubation at 37 °C for 24 hours, inhibition zones were measured by a calliper. Tests were carried out in triplicate.

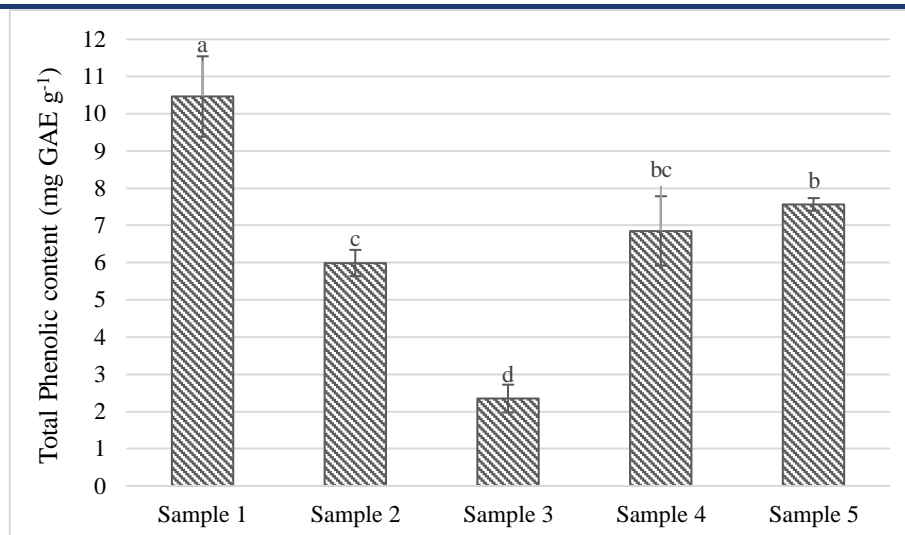
2.6. Statistical analysis

The TPC, antioxidant, and antimicrobial activity results of *Ganoderma lucidum* samples were analyzed with one-way ANOVA to find significant differences by using JMP statistical software (State College PA, USA). For compare means, the Tukey multiple comparison test was used at 95% confidence level. Values are presented as means ± SD of three parallel measurements.

3. Results and Discussion

3.1. Total phenolic contents of samples

The results of the total phenolic content of *G. lucidum* are demonstrated in Figure 1. When compared to TPC values of different samples of *G. lucidum*, it was observed that Sample 1 had 10.46 mg GAE g⁻¹ TPC value which was significantly higher than other samples (p<0.05). The TPCs of *G. lucidum* samples were found between 2.35-10.46 mg GAE g⁻¹. Furthermore, it is apparent from Figure 1 that there was no significant difference (p>0.05) between the samples 4 and 5 whereas they were followed for TPC values by samples 2 and 3, respectively.



Results are expressed as the mean and the error bars represent standard deviation of means (n=3)
Lower-case letters present the differences between the samples (p<0.05)

Figure 1. Total phenolic content of *Ganoderma lucidum* samples

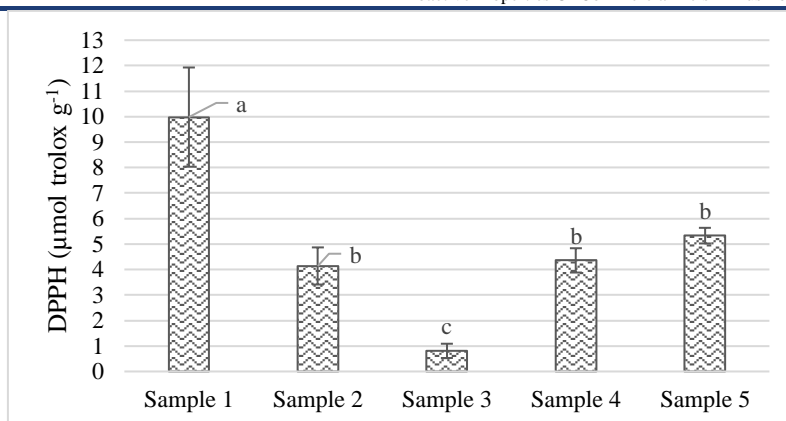
Ćilerdžić et al. (2014) reported that there was a difference between various *G. lucidum* samples, while phenolic content of the samples cultivated on wheat straw varied from 28.06 mg GAE/g to 52.15 mg GAE g⁻¹. However, the commercial strain of *G. lucidum* sample was found as 33.42 mg GAE g⁻¹. On contrary, the total phenolic results of samples which are used in the present study were found lower than the other studies. For the determination of the effect of extraction solution on *G. lucidum* samples, Celik et al. (2014) were used as methanol and ethanol for the extraction. They found that there was no significant difference between the two extraction materials.

3.2. Antioxidant activity

The result of TPC values was found consistent with the antioxidant activity of *G. lucidum* samples. DPPH and ABTS⁺ radical scavenging abilities of *G. lucidum* samples are given in Figure 2 and Figure 3, respectively. According to Figure 2 and 3, correlating with the phenolic content of 10.46 mg GAE g⁻¹ (see Fig. 1), sample 1 also showed the highest antioxidant activity when compared to other samples.

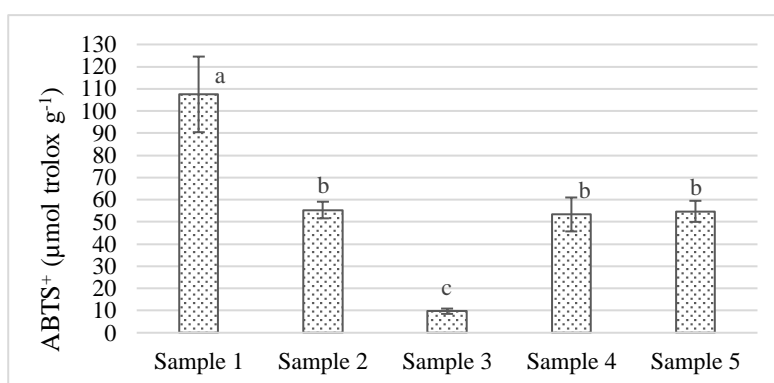
The scavenging activity of DPPH radicals of *G. lucidum* samples was ranged from 0.81 to 9.98 μmol Trolox g⁻¹. In addition, the results of samples 2,4 and 5 did not show any significant difference in DPPH scavenging activity (p>0.05). However, sample 3 resulted in the lowest value of DPPH. There are similarities with the results of Veljović et al. (2017) who found the antioxidant activity of *G. lucidum* ethanol extracts was ranged from 1.40 to 3.07 mmol Trolox Equivalent. The content of *Ganoderma* species such as polysaccharides, glycoproteins, and polysaccharidic extracts is an important factor for its antioxidant property (Ferreira et al., 2015). Besides, researchers reported that GLP2 (*G. lucidum* polysaccharides) which is a polysaccharide from *G. lucidum* showed only 9.5% lower antioxidant activity from BHT (Butylated hydroxytoluene). It showed that components of *G. lucidum* can be used as a potential antioxidant (Lim et al., 2011; Ma et al., 2013).

The same trend was observed between DPPH and ABTS⁺ results of samples. There were no significant differences between samples 2, 4 and 5 (p<0.05) whereas sample 1 had higher ABTS⁺ scavenging activity. The effect of ABTS⁺ scavenging activity on our different samples were found between 9.71-107.47 μmol Trolox g⁻¹. Although these results differed from a published study of Sudheer et al. (2018), they found that the ABTS⁺ radical scavenging activities of *G. lucidum* samples were ranged from 32.5 to 38.42 mg Trolox g⁻¹ dry weight. On the other hand, Islam et al. (2016) reported that the results of ABTS⁺ radical scavenging activity were found as 12.94 μmol Trolox g⁻¹ which supported the present study. A possible explanation for this might be the different composition of samples.



Results are expressed as the mean and the error bars represent standard deviation of means (n=3). Lower-case letters present the differences between the samples (p<0.05).

Figure 2. DPPH radical scavenging activity of *Ganoderma lucidum* samples



Results are expressed as the mean and the error bars represent standard deviation of means (n=3). Lower-case letters present the differences between the samples (p<0.05).

Figure 3. ABTS⁺ radical scavenging activity of *Ganoderma lucidum* samples

Studies showed that *G. lucidum* increases the activity of super oxide dismutase and catalase which are enzymes involved in removing harmful reactive oxygen species (ROS) (Ajith et al., 2009; Smina et al., 2011).

3.2. Antimicrobial analysis

Antimicrobial potential of *G. lucidum* extracts was evaluated by disc-diffusion method and is shown in Table 1. Sample 3 was found to be most effective with high inhibition zones compared to the other samples against bacterial strains under the treatment conditions tested. However, there were not significant differences between mushroom samples against pathogenic bacteria except *E. coli* ATCC 25922.

The extracts of different commercial *G. lucidum* samples demonstrated various antibacterial activity against *E. coli* ATCC 25922 (p<0.05). *G. lucidum* samples produced inhibition zones in the range of 7.61-14.33 mm. This finding is in agreement with the study of Ćilerdžić et al. (2014), who reported that the antibacterial activity zones of different *G. lucidum* samples ranged from 10.5 to 13.3 mm. In the present study, the higher susceptibility of *E. coli* ATCC 25922 was observed for samples 3 and 4. Also it was followed by samples 2 and 5. Sample 1 was found to have lower antibacterial activity against *E. coli* ATCC 25922.

S. aureus is a pathogen which can create biofilms on the surface of food products (Shi and Zhu, 2009). As in Table 2, there was not a significant difference between *G. lucidum* samples (p>0.05). The measured ranges of antibacterial activity of samples against *S. aureus* ATCC 2592 were found from 8.71 to 11.62 mm. The antibacterial activity of *G. lucidum* samples against *S. aureus* was found lower than one revealed by Ćilerdžić et al. (2014). *S. Enteritidis* ATCC 13076 was inhibited by *G. lucidum* samples in the inhibition range of 9.13-11.15

mm. On the other hand, no significant differences were found between *G. lucidum* samples ($p>0.05$). This study produced results which corroborated the findings of a great deal of the previous work. As Celik et al. (2014) mentioned in their research, ethanolic and methanolic extracts of *G. lucidum* showed antibacterial activity against *S. Enteritidis* ATCC 13076. They found the inhibition diameter of *G. lucidum* samples as 12 mm which is similar to the present study.

Table 1. Antimicrobial activity results of different *Ganoderma lucidum* samples

Microorganisms	Inhibition zone diameter (mm)				
	<i>G. lucidum</i> samples				
	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	7.61±1.13b	10.85±2.43ab	14.33±0.38a	13.56±4.38a	10.25±2.23ab
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 2592	8.71±2.00	8.83±2.06	9.17±1.63	11.62±1.89	9.88±0.80
<i>Salmonella enterica</i> subsp. enterica serovar Enteritidis ATCC 13076	9.13±2.50	11.15±1.42	10.80±0.88	9.86±2.80	10.02±1.02
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 7644	10.57±2.19	11.44±2.96	11.83±1.96	11.66±2.40	9.36±1.64
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> ATCC 17802	11.44±3.14	11.63±3.49	13.34±4.36	10.30±2.88	10.41±2.79
<i>Aspergillus parasiticus</i> NRRL 2999	12.46±0.47	12.73±1.15	12.82±4.11	13.85±2.10	12.43±1.18
<i>Aspergillus parasiticus</i> NRRL 465	13.13±0.75	13.67±1.00	13.20±1.15	11.03±1.45	12.00±1.71

Results are expressed as the mean±standard deviation (n=3)

Different letters in the same row are significantly different ($p<0.05$)

Antimicrobial activity against *V. parahaemolyticus* ATCC 17802 was manifested as zone diameter between 9.36–11.83 mm depending on the *G. lucidum* sample studied. However, there was no significant difference between samples against this bacterium ($p>0.05$).

The antifungal activity of *G. lucidum* samples on *A. parasiticus* NRRL 2999 and *A. parasiticus* NRRL 465 is presented in Table 1. Regarding the antifungal activity of *G. lucidum* samples, there were no significant differences when compared different samples ($p>0.05$). The results showed that the inhibition diameter of *G. lucidum* samples was found from 12.43 to 13.85 mm and 11.03-13.67 mm for *A. parasiticus* NRRL 2999 and *A. parasiticus* NRRL 465, respectively. Terpenoids are reported to be one of the major antimicrobial constituents of *Ganoderma* species (Gao et al., 2003).

4. Conclusion

In this study, comparison of total phenolic content, antimicrobial and antioxidant properties of 5 commercial Lingzhi (*G. lucidum*) products currently available on the market was studied. The findings of this study indicated that there was a difference between samples in terms of the total phenolic content, antioxidative power and antibacterial activity against *E. coli* ATCC 25922. The results obtained from the disc diffusion method, indicated that the microorganisms *S. aureus* was the most resistant microorganism tested, showing the smallest inhibition zones, in the presence of *G. lucidum* extracts. As a result of the high phenolic content, antioxidant power and antimicrobial activity of the samples, this study showed that *G. lucidum* can be a potential candidate as a functional food ingredient to improve the biological activity of food products.

References

- Ajith, T., Sudheesh, N., Roshny, D., Abishek, G., Janardhanan, K. (2009). Effect of *Ganoderma lucidum* on the activities of mitochondrial dehydrogenases and complex I and II of electron transport chain in the brain of aged rats. *Experimental gerontology*, 44(3), 219-223.
- Apaydın, H. and Gümüş, T. (2018). Inhibitory effect of propolis (bee gum) against *staphylococcus aureus* bacteria isolated from instant soups I. *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 15(1), 67-75.
- Benedict, R. and Brady, L. (1972). Antimicrobial activity of mushroom metabolites. *Journal of pharmaceutical sciences*, 61(11), 1820-1822.
- Berovič, M., Habjanič, J., Zore, I., Wraber, B., Hodžar, D., Boh, B., Pohleven, F. (2003). Submerged cultivation of *Ganoderma lucidum* biomass and immunostimulatory effects of fungal polysaccharides. *Journal of Biotechnology*, 103(1), 77-86.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Bozdemir, M., Kamer, D. D. A., Akgül, G., Gümüş, T. (2021) Farklı hammaddelerden üretilen sirkelerin bazı fizikokimyasal ve fonksiyonel özellikleri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1), 32-44.
- Celik, G. Y., Onbashi, D., Altınsoy, B., Allı, H. (2014). In vitro antimicrobial and antioxidant properties of *Ganoderma lucidum* extracts grown in Turkey. *European Journal of Medicinal Plants*, 709-722.
- Čilerdžić, J., Vukojević, J., Stajić, M., Stanojković, T., & Glamočlija, J. (2014). Biological activity of *Ganoderma lucidum* basidiocarps cultivated on alternative and commercial substrate. *Journal of ethnopharmacology*, 155(1), 312-319.
- De Silva, D. D., Rapior, S., Fons, F., Bahkali, A. H., & Hyde, K. D. (2012). Medicinal mushrooms in supportive cancer therapies: an approach to anti-cancer effects and putative mechanisms of action. *Fungal Diversity*, 55(1), 1-35.
- Durmus, F., Ozcan-Sinir, G., Sahin, K. G., Çopur, O. U. (2020). Determination of Physicochemical Properties and Antioxidant Capacity of Artichoke (*Cynara cardunculus* var. *Scolymus* L.) Jam Produced from Different Cultivars.
- Ferreira, I. C., Heleno, S. A., Reis, F. S., Stojkovic, D., Queiroz, M. J. R., Vasconcelos, M. H., Sokovic, M. (2015). Chemical features of *Ganoderma* polysaccharides with antioxidant, antitumor and antimicrobial activities. *Phytochemistry*, 114, 38-55.
- Gao, Y., Tang, W., Gao, H., Chan, E., Lan, J., Li, X., Zhou, S. (2005). Antimicrobial activity of the medicinal mushroom *Ganoderma*. *Food Reviews International*, 21(2), 211-229.
- Gao, Y., Zhou, S., Huang, M., and Xu, A. (2003). Antibacterial and antiviral value of the genus *Ganoderma* P. Karst. species (Aphyllorphomycetideae): a review. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 5(3).
- Islam, T., Yu, X., Xu, B. (2016). Phenolic profiles, antioxidant capacities and metal chelating ability of edible mushrooms commonly consumed in China. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 423-431. doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.005>
- Karaman, İ., Şahin, F., Güllüce, M., Ögütçü, H., Şengül, M., Adıgüzel, A. (2003). Antimicrobial activity of aqueous and methanol extracts of *Juniperus oxycedrus* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 85(2), 231-235. doi:[https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(03\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(03)00006-0)
- Kim, K. C. and Kim, I. (1999). *Ganoderma lucidum* extract protects DNA from strand breakage caused by hydroxyl radical and UV irradiation. *International Journal of Molecular Medicine*, 4(3), 273-280.
- Kino, K., Yamashita, A., Yamaoka, K., Watanabe, J., Tanaka, S., Ko, K., Tsunoo, H. (1989). Isolation and characterization of a new immunomodulatory protein, ling zhi-8 (LZ-8), from *Ganoderma lucidum*. *Journal of Biological Chemistry*, 264(1), 472-478.
- Li, W. J., Nie, S. P., Chen, Y., Xie, M. Y., He, M., Yu, Q., Yan, Y. (2010). *Ganoderma atrum* polysaccharide protects cardiomyocytes against anoxia/reoxygenation-induced oxidative stress by mitochondrial pathway. *Journal of cellular biochemistry*, 110(1), 191-200.
- Lim, D.-H., Choi, D., Choi, O.-Y., Cho, K.-A., Kim, R., Choi, H.-S., Cho, H. (2011). Effect of *Astragalus sinicus* L. seed extract on antioxidant activity. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 17(3), 510-516.
- Liu, D., Hu, Z., Liu, Z., Yang, B., Tu, W., Li, L. (2009). Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil isolated from the cultured mycelia of *Ganoderma japonicum*. *Journal of Nanjing Medical University*, 23(3), 168-172.
- Ma, C.-w., Feng, M., Zhai, X., Hu, M., You, L., Luo, W., Zhao, M. (2013). Optimization for the extraction of polysaccharides from *Ganoderma lucidum* and their antioxidant and antiproliferative activities. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 44(6), 886-894. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jtice.2013.01.032>
- NCCLS (1997). Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests, 6th Edn, *Approved Standards*. Document M2-A6. Wayne, PA: NCCLS
- Paterson, R. R. M. (2006). *Ganoderma*—a therapeutic fungal biofactory. *Phytochemistry*, 67(18), 1985-2001.
- Quereshi, S., Pandey, A., Sandhu, S. (2010). Evaluation of antibacterial activity of different *Ganoderma lucidum* extracts. *J Sci Res*, 3, 9-13.

-
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9-10), 1231-1237.
- Sheena, N., Ajith, T., Mathew, A., Janardhanan, K. (2003). Antibacterial activity of three macrofungi, *Ganoderma lucidum*, *Navesporus floccosa* and *Phellinus rimosus* occurring in South India. *Pharmaceutical biology*, 41(8), 564-567.
- Shi, X. and Zhu, X. (2009). Biofilm formation and food safety in food industries. *Trends in Food Science & Technology*, 20(9), 407-413.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology* (Vol. 299, pp. 152-178): Elsevier.
- Smina, T., De, S., Devasagayam, T., Adhikari, S., Janardhanan, K. (2011). *Ganoderma lucidum* total triterpenes prevent radiation-induced DNA damage and apoptosis in splenic lymphocytes in vitro. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 726(2), 188-194.
- Sudheer, S., Taha, Z., Manickam, S., Ali, A., Cheng, P. G. (2018). Development of antler-type fruiting bodies of *Ganoderma lucidum* and determination of its biochemical properties. *Fungal Biology*, 122(5), 293-301. doi:<https://doi.org/10.1016/j.funbio.2018.01.007>
- Veljović, S., Veljović, M., Nikićević, N., Despotović, S., Radulović, S., Nikšić, M., Filipović, L. (2017). Chemical composition, antiproliferative and antioxidant activity of differently processed *Ganoderma lucidum* ethanol extracts. *Journal of food science and technology*, 54(5), 1312-1320.
- Wasser, S. P. (2010). Medicinal mushroom science: history, current status, future trends, and unsolved problems. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 12(1).
- Wasser, S. P. (2011). Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology*, 89(5), 1323-1332.
- Yeung, W. (2004). Chemical and biochemical basis of the potential anti-tumor properties of *Ganoderma lucidum*. *Curr Top Nutraceut Res*, 2, 67-77.


Noise Exposure Levels in Black Tea Processing Factories and Its Effects on Employees


Siyah Çay Üretim Tesislerinde Gürültü Maruziyet Düzeyleri ve Çalışanlar Üzerindeki Etkileri

Gıyasettin ÇİÇEK^{1*}, Sarp Korkut SÜMER²**Abstract**

The aim of this study was to determine the daily noise exposure levels in black tea processing factories and to evaluate its effects on employees' occupational health and safety. In the study, the sound pressure level dBA values were measured at the ear levels of the employees in each production unit in three tea factories operating in Artvin Province. These factories where the measurements were made consist of withering, curling, oxidation, drying (boiler and stove) and classification units. These units include various systems and mechanisms formed by conveyors, fans, steam heaters, boilers, reducers, pallets, hoods, screens, gears, and drums. In the measurements performed considering the ISO 9612:2009 (Acoustics Determination of Occupational Noise Exposure Engineering Method) standard, a sound pressure level meter in Type-2 class complying with the requirements of the IEC 61672-1: 2002 was used. A weighted equivalent sound pressure levels were determined using the measured values. Considering these values and working times, personal daily noise exposure levels were calculated. It was determined that the equivalent sound pressure levels and daily personal noise exposure levels at the employee ear level were in the range of 77-87 dBA and 74-83 dBA, respectively. Curling units have the highest equivalent sound pressure level (86.81 dBA) and daily personal noise exposure level value (83.10 dBA) compared to other units, while boilers have the lowest equivalent sound pressure level (76.75 dBA) and daily personal noise exposure level value (73.55 dBA). Considering the regulation on protection of employees from noise related risks, it was concluded that the daily noise exposure level reached the lower exposure action value (80 dBA) in these factories. The study showed that the health and work efficiency of the employees could be adversely affected by noise in tea factories, considering various research results and Regulations on noise.

Keywords: Tea processing, Noise measurement, Sound pressure level, Occupational health, Ergonomics

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Gıyasettin ÇİÇEK, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Zir. Fak. Tarım Mak. ve Tekn. Müh. Böl., Çanakkale, Türkiye. E-mail: gıyas@comu.edu.tr  ORCID: 0000-0001-8260-1667

² Sarp Korkut SÜMER, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Zir. Fak. Tarım Mak. ve Tekn. Müh. Böl., Çanakkale, Türkiye. E-mail: sarksumer@comu.edu.tr  ORCID: 0000-0001-7679-6154

Atıf/Citation: Çiçek, G., Sümer, S.K. Noise Exposure Levels in Black Tea Processing Factories and Its Effects on Employees. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 282-291.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2020

Özet

Bu çalışmanın amacı, siyah çay fabrikalarındaki günlük gürültü maruziyet düzeylerini belirlemek ve çalışanların iş sağlığı ve güvenliği üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Çalışmada Artvin ilinde faaliyet gösteren üç çay fabrikasının her bir üretim biriminde çalışanların kulak seviyelerinde ses basınç düzeyi dBA değerleri ölçülmüştür. Ölçümlerin yapıldığı bu fabrikalar soldurma, kıvrırma, oksidasyon, kurutma (kazan ve soba) ve sınıflandırma birimlerinden oluşmaktadır. Bu üniteler; konveyörler, fanlar, buharlı ısıtıcılar, kazanlar, redüktörler, paletler, davlumbazlar, elekler, dişliler ve tamburlardan oluşan çeşitli sistem ve mekanizmaları içermektedir. ISO 9612: 2009 (Mesleki Gürültü Maruziyet Mühendisliği Yöntemi) standardı dikkate alınarak yapılan ölçümlerde IEC 61672-1: 2002 şartlarına uygun Tip-2 sınıfında bir ses basınç düzeyi ölçer kullanılmıştır. Ölçülen değerler kullanılarak A ağırlıklı eşdeğer ses basıncı seviyeleri belirlenmiştir. Bu değerler ve çalışma süreleri dikkate alınarak kişisel günlük gürültü maruziyet seviyeleri hesaplanmıştır. Çalışanların kulak seviyesindeki eşdeğer ses basınç seviyeleri ve günlük kişisel gürültü maruziyet seviyelerinin sırasıyla 77-87 dBA ve 74-83 dBA aralığında olduğu belirlenmiştir. Ölçüm yapılan tüm üniteler içerisinde, kıvrırma ünitelerinin diğer ünitelere kıyasla en yüksek eşdeğer ses basınç seviyesine (86.81 dBA) ve günlük kişisel gürültü maruziyet seviyesine (83.10 dBA) sahipken, kazanların en düşük eşdeğer ses basınç seviyesine (76.75 dBA) ve günlük kişisel gürültü maruziyet seviyesi değerine (73.55 dBA) sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışanların gürültüye bağlı risklerden korunmasına ilişkin yönetmelik dikkate alındığında, bu fabrikalarda günlük gürültü maruziyet seviyesinin en düşük günlük kişisel gürültü maruziyet eylem değerine (80 dBA) ulaştığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada elde edilen veriler, çeşitli araştırma sonuçları ve gürültü yönetmeliği dikkate alındığında, çalışanların iş sağlığı ve güvenliğinin yanı sıra iş verimliliğinin çay fabrikalarındaki gürültüden olumsuz etkilenebileceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çay üretimi, Gürültü ölçümü, Ses basınç düzeyi, İş sağlığı, Ergonomi

1. Introduction

Tea is the most frequently consumed drink worldwide, next to water, and about 75% of the total world tea production includes black tea (Saptashish and Jolvis, 2016). Tea production is carried out in 45 countries in the tropics and subtropical climate zones. Countries with the greatest tea cultivation area in the world are China, India, Sri Lanka, Kenya, Indonesia, Vietnam, and Turkey. Turkey located 197 tea factories, seventh in terms of the width of tea cultivation area (76 thousand hectares) ranks fifth in dry tea production (243 thousand tons) (FAO 2016). In dry tea processing, wet tea leaf goes through withering, curling, oxidation, drying (boiler and stove) and classification processes. Although the machines used in these processes provide advantages such as reducing workload and decreasing dependence on people, they can also cause some negative working conditions (Crocker, 2007). One of the risk factors causing these conditions is noise. Noise can have negative effects on employee health in terms of physical, physiological, psychological and performance (Sabancı and Sümer, 2015; Erdoğan ve Yazgan, 2007). The effects of noise in indoor studies have attracted the attention of many researchers and studies have been carried out to determine noise levels and their effects on people in factories.

Yağmur (2016) conducted a study on the evaluation of the vibration and noise exposures of workers in flour production and put forward some protective and preventive suggestions. In a study conducted by Gönüllü et al. (2002), the sources that cause noise according to the types of processes at the different indoor industries were defined and the equivalent sound pressure levels (L_{eq}) were determined. Konuklar (2016) carried out a study to determine the noise exposures of workers in weaving factories. Daily personal noise exposure levels of the employees were determined with the task-based measurement strategy. Ege et al. (2003) carried out a study on determining noise levels and evaluating their effects in textile factories. Ateş and Alagöz (2018) measured sound pressure levels (dBA) in a factory manufacturing agricultural machinery and evaluated their effects on workers according to the relevant regulations. Özgüven (2012) determined the noise levels of some units (mixer, selector and hammer feed crushing machine) used for post-harvest operations indoor and created noise maps.

In this study, task-defined noise level measurements were made by considering noise sources in tea factories, daily noise exposure levels of employees were determined according to TS EN ISO 9612 standards, and the results were evaluated, taking into account the varying activities within the factory. The current regulations and working conditions were considered in the noise measurements made at the ear level of the employees and in the evaluation of the results.

2. Material and Method

The study was carried out in three tea factories (F1, F2 and F3) in Artvin province. In the factories where the measurements are made, all units were the same in terms of working principle. These factories consist of withering, curling, oxidation, drying (boiler and stove) and classification units. In order to determine the measurement strategy in the study, all factors (work, production, process, organization, employees, working time) that can contribute to noise exposure were analyzed. When the daily noise exposure is composed of two or more periods of noise exposure of different levels, their combined effect should be considered, rather than the individual effect of each (OSHA, 2020). As a result of the analysis done with this approach, it was determined that the task-based measurement strategy was suitable for the study and measurements were performed. According to the task-based measurement strategy, all tasks performed by the employees within a working day were defined, the working time of each task was determined precisely, and sound pressure level measurements were made for each task separately.

In the measurements, a SPL meter in Type-2 class complying with the requirements of IEC 61672-1: 2002 was used. (TESTO 816-1). Calibration of sound level meter was performed by using Testo Schall IEC 60942 Class 2 calibrator complying with the of IEC 61672-1: 2002, which defines the SPL as 94 and 114 dBA. The measurements of A weighted SPL (dBA) for all sub-tasks of the operators in each unit were conducted for about 5 min with three replications at the ear levels of operators (ISO 9612:2009).

The measurements were performed by recording data every second and 300 values were obtained in each repetition. Equivalent SPL (L_{Aeq}) values were calculated by Equation (1) using the obtained SPLs dBA. Durations (T_m) for each task were determined by observing operators' occupational activities in tea factories and interviewing them.

$$L_{p,AeqT,m} = 10\log \left[\frac{1}{I} \sum_{i=1}^I 10^{0,1xL_{p,A,eqT,mi}} \right] \tag{Eq. 1}$$

where;

$L_{p,AeqT,mi}$: LAeq for task m, dBA

i : Task sample number

I : Total number of task samples

m : Task number

Equation (2) was used to calculate the relative contribution of each task to the daily personal noise exposure levels of operators according to the task-based measurement strategy specified in the EN ISO 9612 standard, using the L_{Aeq} values determined by Equation (1) and effective duration of each task in the working day.

$$L_{EX,8h,m} = L_{p,AeqT,m} + 10\log \left[\frac{\bar{T}_m}{T_0} \right] \tag{Eq. 2}$$

Where;

$L_{EX,8h,m}$: L_{Aeq} for task m contributing to the daily noise exposure level, dB(A)

\bar{T}_m : Effective duration of the working day for task m, h

T_0 : Reference duration, 8 h

Daily personal noise exposure levels were calculated with Equation (3).

$$L_{EX,8h} = 10\log \left[\sum_{m=1}^M \frac{\bar{T}_m}{T_0} 10^{0,1xL_{p,A,eqT,m}} \right] \tag{Eq. 3}$$

Where;

$L_{EX,8h}$: Daily noise exposure level normalized to nominal 8 h working day, dBA

M : Total number of tasks

In the study, factory and production unit-based comparisons and evaluations were made considering the noise parameters measured and calculated. The parameters were summarized with charts and graphs, including standard deviation values. The possible effects of daily noise exposure values on operators were evaluated and discussed by considering Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council (minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents).

3. Results and Discussion

In the present study, it was determined that the equivalent continuous sound pressure level (L_{eq}) in factories ranged from 79.65 to 84.48 dBA and the daily exposure level (LEX) ranged from 75.73 to 79.45 dBA. When the L_{eq} , L_{max} and L_{EX} values determined for three factories are examined, it is seen that the values between factories are close (Table 1). Considering the averages of each unit for three factories, it was determined that the L_{eq} values in the units of factories varied between 76.75 dBA and 86.81 dBA, and the L_{EX} values varied between 73.55 dBA and 83.10 dBA (Table 2).

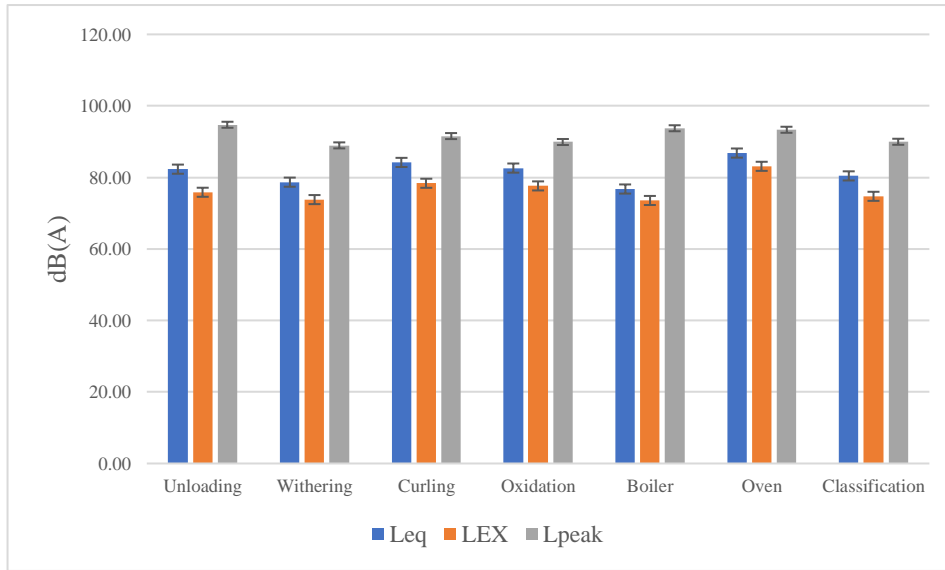
Curling units have the highest L_{eq} (86.81 dBA) and LEX value (83.10 dBA) compared to other units, while boilers have the lowest L_{eq} (76.75 dBA) and L_{EX} value (73.55 dBA). In the curling units, cleaning process is carried out with compressed air for duration of 1 hour at randomized times. During the cleaning process, an average of 98.42 dB (A) L_{eq} and 94.62 dB (A) L_{EX} values were determined. These values can be explained as the most important reason for the high noise parameters in the curling unit. Employees of the boiler unit spend most of their time in the boiler room, and in case of necessity, they leave to control the boiler. Therefore, the noise parameters determined for the boiler unit were found to be the lowest (Table 1, Figure 1).

Table 1. L_{eq} , L_{max} and L_{EX} values of units at the 3 factories
Tablo 1. Fabrikalarda ünitelere ait L_{eq} , L_{max} ve L_{EX} değerleri

Noise parameters of the factories, dBA									
Units	F1			F2			F3		
	L_{eq}	L_{max}	L_{EX}	L_{eq}	L_{max}	L_{EX}	L_{eq}	L_{max}	L_{EX}
Unloading	80.92±0.37	99.70±6.36	73.53±0.37	84.88±0.31	95.50±3.50	79.37±0.31	81.12±6.34	89.97±1.86	74.63±6.34
Withering	70.00±0.98	86.17±5.06	67.59±0.98	87.83±6.56	94.20±3.48	82.39±6.56	78.17±0.57	86.50±4.20	71.40±0.57
Curling	84.70±2.09	91.47±1.05	86.57±2.09	89.44±0.45	95.47±1.90	83.68±0.45	86.28±0.32	93.03±3.44	79.06±0.32
Oxidation	82.36±0.17	89.40±0.26	77.05±0.17	81.37±2.94	90.03±4.63	76.66±2.94	84.11±0.35	90.27±0.32	79.16±0.35
Boiler	79.23±3.99	92.57±3.06	75.98±3.99	78.04±2.72	93.10±3.47	74.82±2.72	72.98±3.11	95.57±1.30	69.85±3.11
Oven	82.81±0.22	89.63±1.77	77.49±0.22	85.43±0.90	93.27±2.76	80.04±0.90	84.32±1.64	91.77±1.37	77.56±1.64
Classification	77.51±1.21	92.03±3.07	71.94±1.21	84.40±1.13	91.23±1.00	79.17±1.13	79.37±0.91	86.63±3.31	73.03±0.91
Averaged	79.65±1.29	91.57±2.95	75.73±1.29	84.48±2.14	93.26±2.96	79.45±2.14	80.91±1.89	90.39±2.26	74.96±1.89

Table 2. Averaged L_{eq} , L_{EX} and L_{max} levels of factories in production units, dBA
Tablo 2. Ünitelerin ortalama L_{eq} , L_{max} ve L_{EX} değerleri

Units	L_{eq}	L_{EX}	L_{max}
Unloading	82.31±2.34	75.84±3.10	94.72±5.41
Withering	78.67±2.70	73.80±7.69	88.96±4.54
Curling	86.81±0.95	83.10±3.79	92.51±0.90
Oxidation	82.61±1.15	77.62±1.35	89.90±0.45
Boiler	76.75±3.27	73.55±3.26	93.74±1.60
Oven	84.19±0.92	78.36±1.45	91.56±1.83
Classification	80.43±1.08	74.71±3.90	91.38±4.45



Şekil 1. Fabrikaların ortalama L_{max} , L_{eq} ve L_{EX} seviyeleri
Figure 1. Averaged L_{max} , L_{eq} and L_{EX} levels of the factories

L_{max} , L_{eq} and L_{EX} parameters are generally determined in the studies conducted on the assessment of noise levels in the workplace and evaluations are made considering these values. Considering L_{max} values in evaluating the effects of noise on people at workplace will not give realistic results. This value, which expresses the highest (peak) SPLs among the values recorded during the measurement period, may vary depending on various external factors (people's shouting, phone conversation, hammer drop, etc.). Even the equivalent SPLs are not sufficient to evaluate the effects of noise. In order to evaluate the effects of ambient noise on workers, daily personal noise exposure levels (L_{EX}) calculated using the equivalent SPL and durations exposed should be considered. The maximum noise level to which employees are permitted to be exposed within a working day (exposure action

values) specified in the noise regulations refers to the daily personal noise exposure value (L_{EX}). In other words, the noise exposure limits have been determined considering the L_{EX} values. When the literature is examined, it is possible to come across many studies in which the effects of noise on persons are evaluated only by determining L_{eq} and L_{max} values. In some of these studies, the equivalent SPLs determined have been incorrectly compared with the noise exposure limits specified in the regulations. This approach is like comparing apples and pears. In order to assess whether the employees work in accordance with the noise regulations, it is necessary to determine the daily personal noise exposure levels of the employees. Thanks to this approach, the effects of measured ambient noise on employees can be evaluated more accurately and adequate noise control measures can be effectively taken. In tea factories, operators have 1 to 3 hours breaks within a working day. Approximately 0.5 hour of this period is used for eating, and the rest is used for resting, toilet, smoking and similar needs (Table 3).

Table 3. Working and resting durations of employees, hour
 Tablo 3. Ünitelerde ortalama çalışma, dinlenme ve yemek süreleri, saat

	Working time	Resting	Lunch
Unloading	4.67	2.83	0.5
Withering	5.67	1.83	0.5
Curling	5	2.5	0.5
Oxidation	5.83	1.67	0.5
Boiler	7.5	-	0.5
Oven	6	1.5	0.5
Classification	5.67	1.83	0.5
Averaged	5.76	1.74	0.5

The L_{eq} values determined in the dining halls of the F1, F2 and F3 coded factories are 68.86 dBA, 83.28 dBA ve 69.23 dBA, respectively. The fact that the resting areas are close to the working environments and that the employees cause noise in the resting areas (talking loudly, listening to television loudly, not closing the door, etc.) may cause changes on these values. A short duration spent in a less noisy ambience can significantly reduce the employee's personal daily noise exposure level. For example, at the oven unit of F1 coded factory, the L_{eq} value was determined as 82.81 dBA, however the L_{EX} value of the operator, who had a 2-hour break, was calculated as 77.49 dBA.

The noise, which is one of the most important detrimental factors affecting the employees' carelessness, tiredness, and working capacity, should be reduced to safety limits (Sümer et al., 2006). Therefore, the noise control measures are of great importance in a workplace to protect the health of employees. The best way to reduce noise is to completely enclose its source, which is called "engineering control" (Kroemer, 2017). Another way of effective engineering control to reduce the noise exposure is isolating the operator from the noise source using an acoustically designed cab or barrier (Sümer et al., 2006). "Management controls" is another effective way to reduce noise exposure, such as regulating duration and frequency of breaks and limiting worker exposure (Harris, 1991). The last way, which is an alternative to reduce the noise exposure, is the use of personal protective equipment (PPE). This way is also called "temporary measure". The two basic types of hearing protection are the earmuffs and earplugs. These PPEs can reduce the sound levels by 15–30 dBA. Earmuffs usually provide better hearing protection than earplugs. Earplugs are also effective, but they may become irritating inside the ear and often are not inserted correctly, making them ineffective (Wilkinson, 2002). It was observed that none of the tea factories examined had any noise control to reduce noise.

Noise will continue to adversely affect human health, in physiological, physical and psychological context, unless necessary precautions are taken. Many acoustic studies report that different noise levels have an impact on employees, such as cognition, decision making, learning, calculation and hand-eye coordination (Sabancı and Sümer, 2015; Thatcher and Yeow, 2018). Thus, the noise has negative effects on the employees in terms of occupational health and safety, and it can also decrease the productivity of employees.

In the hearing loss classification of WHO (World Health Organization); it has been reported that prolonged exposure at 41-60 dB intervals causes hearing loss, 61-80 dB intervals can cause severe hearing loss. Additionally, it has been emphasized in the report that people working with loud machinery in industry or road construction must use PPE. Moreover, many acoustic studies reported that the noise will continue to adversely affect human

health not only physically, but also in a physiological and psychological context, unless necessary precautions are taken. Serin and Akay (2008) stated that noise exposures in the range of 66-85 dBA have disturbing psychological effects in addition to hearing loss. In another study, Sakarya (2016) reported that exposures between 65-90 dBA caused physiological reactions on workers such as increase in blood pressure, increase in heart rate and breathing, decreased pressure in brain fluid. Noise exposure has also been identified as a risk factor for cardiovascular disease (Basner et al., 2014). In humans, several studies have shown that the noise causes mainly blood pressure elevation, changes in heartbeat and irregularities in breathing (Von Grandjean 1959; Andren et al., 1980). Toprak and Aktürk (2004) stated that noise reduces work efficiency for white-collar and blue-collar workers by 60% and 30%, respectively. Grandjean (1988) informed that the reductions in working performance began in 50–60 dBs according to laboratory studies. Noisy workplaces can inhibit speech communication, mask warning signals, reduce mental performance, induce nausea, headaches, and tinnitus (ringing in the ears), cause temporary or permanent deafness (Corlett and Clark, 2009). Exposure to noise can also lead to annoyance and stress, which can affect the mental wellbeing of workers and the general population. Studies of occupational stress have found that that noise exposure can be a contributor to worker stress and annoyance depending on the type of work being performed (Melamed et al., 1997; Leather et al., 2003).

As can be seen, the effects of noise on employees' health and work efficiency have been revealed by various studies. However, regulations regarding the limitations of noise in the workplace have been done considering the physical effects on people. This effect has been emphasized in most scientific studies conducted.

There are many regulations that specify the permissible noise levels in the workplace. Noise in the workplace in Europe is regulated by the EU Directive 2003/10/EC, and in the United States by OSHA (Occupational Safety and Health Administration) 29 CFR (Code of Federal Regulations) 1910.95 Hearing Conservation Standard. There are also countries with stricter national regulations than those specified in EU and OSHA. According to EU regulations, the noise exposure should not exceed the exposure limit (87 dBA) during the length of a working day (8 hours) to protect employees from suffering deafness. Employers are required to take certain steps to reduce the harmful effects of noise on hearing. There are two main action levels that guide these steps: lower exposure action value ($L_{EX, 8h}$) 80 dBA, upper exposure action value ($L_{EX, 8h}$) 85 dBA. The lower exposure action value is a daily or weekly average noise exposure level of 80 dBA, at which the employer has to provide information and training and make hearing protection available. The upper exposure action value is set at a daily or weekly average noise exposure of 85 dBA, above which the employer is required to take reasonably practicable measures to reduce noise exposure, such as engineering controls or other technical measures. The use of PPE is also mandatory if the noise cannot be controlled by these measures (European Parliament and of the Council, 2003).

According to the results of the present study, employees work at noisy conditions below the lower exposure action value (daily, 8 hours) in all units except the curling unit at the factories. The effects of noise on employees vary not only depending on SPL but also on the duration of exposure (Sabancı et al., 2012). It has been determined that tea factories have the potential to adversely affect operators' health and work efficiency, as the works is performed at long exposure times and high SPLs. In a study conducted by Yıldızlar (2018) in a tea production plant, it was reported that the measured equivalent SPL (L_{eq}) values ranged between 80 and 92 dBA, and 66% of 512 employees suffered hearing loss. However, in this study, the L_{EX} values required for evaluations in consideration of the regulations were not determined. In the present study, while the equivalent SPLs indoor areas of factories ranged from 70 to 89 dBA. When considered the L_{eq} values reported by Yıldızlar (2018), it is seen that all employees face a similar risk in the tea factories evaluated.

In the present study, besides the noise in tea factories, it has been observed that the precautions taken for employees' health and safety are almost nonexistent. In addition, the awareness of employees regarding occupational health and safety is quite low and they are uneducated in this regard. So, it can be considered as they have performed the works, with very low risk perception.

4. Conclusion

It was concluded that the health and work efficiency of the employees were adversely affected at the production activities in the tea factories, considering various research results and EU Regulations on noise. The duration and

conditions of the breaks in the daily activities of the employees had an impact on the LEX values. The directives on noise control state that employers are responsible for applying engineering and management controls of noise to minimize risks and providing employees with PPE if the upper daily noise exposure action level is exceeded. In the tea factories evaluated, these measures have not been taken, and therefore it is likely that hearing loss will occur in employees. Moreover, physiological, and psychological effects may cause serious disturbances. Along with the effects of noise on human health, effects such as preventing speech and masking warning signals will not only decrease the work efficiency of employees but also increase the risk of accidents. The implementation of engineering controls in tea factories is not easy, and sometimes impossible, considering the functions of machinery and the continuity of production. However, the applicability of management controls is high, such as providing a lunchroom isolated from noise and encouraging employees to eat at this area. In addition, apart from lunch break, periodic breaks can be arranged in areas with lower SPLs. As for the use of PPE, officials in the factories stated that the communication of employees with each other was important for process and malfunction checks, and that PPE use could prevent production continuity by reducing intercommunication and ability to hear sounds associated with malfunction. The use of Earmuffs with Microphones could be a good option to reduce noise exposures of employees and improve the communication between them.

Acknowledgment

This paper was prepared by using the project data supported by The Scientific Research Projects Coordination Unit (Project no: FHD-2019-2897) of Canakkale Onsekiz Mart University.

References

- Andren, L., Hansson, L., Björkman, M. and Jonsson, A. (1980). Noise as a contributing factor in the development of elevated arterial pressure. *Acta Medica Scandinavica*, 207, 493-498.
- Ateş, E. and Alagöz, M., (2018). Noise Analysis at a Company manufacturing agricultural machinery (in Turkish). *Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety*. 2(1), 13-22.
- Basner, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M. and Clark, C., (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, p.1325–1332.
- Corlett, E.N. and Clark, T.S., (2009). The ergonomics of workspaces and machines, A design manual Second Edition, Taylor & Francis e-Library, ISBN 0-203-48261-1 (e-book), pp:163.
- Crocker, M.J., (2007). General introduction to Noise and Vibration Effects on People and Hearing Conservation in Handbook of Noise and Vibration Control, pp.303-307, Eds Crocker, M.J., John Wiley & Sons, New York.
- Directive 2003/10/EC of the European parliament and of the council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32003L0010> accessed 15.03.2020.
- Ege, F., Sümer S.K. and Sabancı, A., (2003). Noise level in textile plant and its effects (in Turkish). *Turkish Medical Association Occupational Health and Safety Journal*. 30-39.
- Erdoğan, E. and Yazgan, M.E., (2007). Landscaping to reduce traffic noise problem in cities: Ankara case. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 4 (2), 201-210.
- FAO, (2016). Food and Agricultural Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/>
- Gönüllü, M.T., Avşar, Y., Arslankaya, E. and Tosun, I., (2002). Investigation of noise occurring in different industrial units and evaluation of hearing health (in Turkish), *IV.GAP Engineering Congress Proceedings*, Şanlıurfa, 1390-1395.
- Grandjean, E., (1988). Fitting the Task to the Man A Textbook of occupational ergonomics. Taylor & Francis Ltd, London.
- Harris, D., (1991). Noise control manual guidelines for problem-solving in the industrial/commercial acoustical environment. the Noise Control Association (NCA), Springer Science+Business Media New York, ISBN 978-1-4757-6009-5 (e-Book)
- Konuklar, B., (2016). *Noise exposures of employees in weaving plants (in Turkish)*. Occupational Health and Safety Specialization Thesis, Ministry of Labor and Social Security, General Directorate of Occupational Health and Safety, Ankara, pp: 98.
- Kroemer, K.H.E., (2017). Fitting the human introduction to ergonomics-human factors engineering. Seventh edition. CRC Press Taylor & Francis Group. Book Number-13: 978-1-498 -4689-2 (Hardback).
- Leather, P., Beale, D. and Sullivan, L., (2003). Noise, psychosocial stress and their interaction in the workplace. *J. Environ. Psychol.*, 23(2), 213–222.
- Melamed, S., Froom, P., Kristal-Boneh, E., Gofer, D. and Ribak, J., (1997). Industrial noise exposure, noise annoyance, and serum lipid levels in blue-collar workers. *Arch. Environ. Health*, 52(4), 292–298.
- OSHA, (2020). Occupational safety and health administration. Regulations (Standards–29 CFR) Occupational noise exposure. – 1910.95, 1998.
- Özgüven, M., (2012). Investigation of noise maps for some post-harvest agricultural machinery used indoor spaces (in Turkish). *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 9 (3), 45-53.
- Sabancı, A. and Sümer, S.K., (2015). Ergonomics (in Turkish). Nobel Academic Publishing, Ankara. ISBN:978-605-5426-79-8. Second edition. pp:472.
- Sabancı, A. and Sümer, S.K., Say, S.M., (2012). Industrial ergonomics (in Turkish). Nobel Academic Publishing, Ankara ISBN: 978-605-133-329-8. pp:261.
- Sakarya E. (2016). *Working life and the effects of noise noise analysis study of a construction site in (in Turkish)*. University of Üsküdar. MSc. Thesis, 2016.
- Saptashish D. and Jolvis Pou K.E. (2016). A Review of Withering in the Processing of Black Tea. *J. of Biosystems Eng.* 41(4):365-372. <https://doi.org/10.5307/JBE.2016.41.4.365>.
- Serin H., and Akay A.E., (2008). Analysis of the noise level as a result of logging (in Turkish). *14. National Ergonomics Congress*, Trabzon, 412-416.
- Sümer, S.K., Say, S.M., Ege, F. and Sabancı, A., (2006). Noise exposed of the operators of combine harvesters with and without a cab. *J. Appl. Ergon.* (37), 749-756.
- Thatcher, A. and Yeow, P.H.P., (2018). Ergonomics and human factors for a sustainable future, current research and future possibilities. Part of Springer Nature. ISBN 978-981-10-8071-5 ISBN 978-981-10-8072-2

-
- Toprak, R. and Aktürk, N., (2004). The negative effects of noise on human health. *The Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, 61(1), 49-58.
- TS EN ISO 9612: (2009). Türk Standardı, Akustik-Çalışma Ortamında Maruz Kalınan Gürültünün Belirlenmesi-Mühendislik Yöntemi.
- Von Grandjean, E., (1959). The effects of noise on vegetative and endocrine functions (in German). *Journal of Preventive Medicine*, (4), 3-40.
- WHO, (1991). Report of the informal working group on prevention of deafness and hearing impairment programme planning, Geneva, 18-21 June 1991. Retrieved March 16, 2020.
- Wilkinson, R., (2002). Avoiding hearing losses on the farm. Michigan State University Extension, National Institute of Occupational Safety and Health <https://nasdonline.org/220/d000019/avoiding-hearing-losses-on-the-farm.html> accessed 17.02.2020.
- Yağmur, R., (2016). *Evaluation of occupational noise and vibration exposure at flour production (in Turkish)* Ministry of Labour and Social Security, Directorate General of Occupational Health and Safety Thesis for Occupational Health and Safety Expertise Ankara, 2016, Ankara. pp:81.
- Yıldızlar, H.Y., (2018). *Investigation of noise, vibration thermal comfort parameters in A TEA factory*. MSc. Thesis. *Avrasya University Institute of Health Sciences, Trabzon*, pp:67.

Kurak ve Yarı Kurak Bölgelerde Tuzlu ve Sığ Yeraltı Sularından Etkilenen Meralarda Bazı Yem Bitkilerinin Performansları


Performances Of Some Forage Crops In Pastures Affected By Salty And Shallow Groundwater In Arid And Semi-Arid regions


Barış BAHÇECİ^{1*}, Ali Fuat TARI², İdris BAHÇECİ³


Özet

Bu çalışmada İç Anadolu'nun yüksek su tablasına sahip tuzlu topraklarında doğal koşullarda yetiştirilen 4 yem bitkisi ile 2 yıl boyunca bir saha denemesi gerçekleştirilmiştir. Deneyde kullanılan yem bitkileri (A) *Agropyron elongatum*, (B) *Festuca elatior* (C), *Puccinellia distans* (D), *Lotus strictus* ve bunların üçlü karışımlarıdır. Toprakların kireç içeriği yüksek ve aşırı tuzlu, alt katmanlarda tuz içeriği düşük olup, toprakların sodyum sorunu yoktur. Sulamaların yapıldığı yeraltı suyunun tuz konsantrasyonu 3.10-2.95 dS m⁻¹ arasında değişirken, toprak tuzluluğu yetiştirme mevsiminde artmış, kış döneminde ise azalmıştır. Su tablası seviyesi ise, kış döneminde yükselirken yaz döneminde düşmüştür. Denemenin ilk yılında en yüksek yaş ot verimi 9.766,0 ton ha⁻¹ ile A. *elongatum*, ikinci yıl ise 14.265,0 ton ha⁻¹ ile L. *Strictus* parsellerinden elde edilmiştir. Kuru ot verimlerinde de aynı şekilde bu iki çeşit ilk sırayı almıştır. İki yıllık ortalama yaş ot verimleri göz önüne alınca hektara 9.141,0 ton ot verimi ile L. *Strictus* ilk sırayı alırken, A. *elongatum* 7.448,0 ton ile ikinci sırayı almıştır. Kuru ot verimlerine göre A. *elongatum* 2.943,0 ton ile ilk sırada, L. *Strictus* 2.349,0 ton ile ikinci sırada yer almıştır. Çeşitlerin yaş ve kuru ot verimleri arasında her iki deneme yılında da istatistiksel anlamda önemli (P<0.01) fark bulunmuştur. Kuru ot verimleri ile yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ilk yıl A. *elongatum* 1. grubu, diğer konular ikinci grubu oluşturmuştur. İkinci yıl L. *strictus* tek başına birinci (a), A+B+D ve B+C+D karışımları ikinci (b), A. *Elengatum* ve (A+B+D) karışımı üçüncü (bc) ve F. *elatior* ve P. *distans* dördüncü (c) grubu oluşturmuştur. Elde edilen sonuçlar, kurak ve yarı kurak bölgelerde tuzlu taban suyunun etkisi altındaki çayır-mera alanlarında, topraklar ıslah edilene kadar geçecek süre içinde, bu toprakları değerlendirmek amacıyla yapılacak ilk işlemlerden birinin, yöre koşullarına uygun yem bitki türü ve karışımlarıyla yapay mera oluşturmanın önemli yararları olacağını göstermiştir. Tesis edilen meraların en az üç kez sulanması halinde, mera tesisinde A. *elongatum*, P. *distans* ve L. *Strictus* karışımı yöre için iyi bir yapay mera karışımı olduğu anlaşılmıştır. Karışımdaki baklagil türlerinin, tohumla kendini yenileme yeteneği nedeniyle, yapay merada verimliliğin sürdürülebilirliği açısından göz önünde bulundurulmalıdır

Anahtar Kelimeler: *Agropyron elongatum*, *Festuca elatior*, *Puccinellia distans*, *Lotus strictus*, yeraltı suyu

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Barış BAHÇECİ, 2.inönü Cd. No: 31/18 Ankara- Türkiye, E-mail: baris_bahceci@hotmail.com  OrcID: 0000-0002-9693-0653

² Ali Fuat TARI, Harran Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa E-mail: aftari@hotmail.com  OrcID: 0000-0001-9157-1682.

³ İdris BAHÇECİ, Harran Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, (Emekli), Şanlıurfa E-mail: bahceci@harran.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9849-3939

Atıf/Citation: Bahçeci B, Tari A.F., Bahçeci İ. Kurak ve Yarı Kurak Bölgelerde Tuzlu ve Sığ Yeraltı Sularından Etkilenen Meralarda Bazı Yem Bitkilerinin Performansları. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2),292-302.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

In this study, a field trial was conducted for 2 years with 4 forage plants grown in natural conditions in the salty lands of Central Anatolia with high-water tables. The feed plants used in the experiment are (A) *Agropyron elongatum*, (B) *Festuca elatior* (C), *Puccinellia distans* (D), *Lotus strictus*, and their triple mixtures. Soils have high lime content and excessively salty, low salt content in lower layers, no sodium problem. While the salt concentration of the groundwater, where irrigation is done, varies between 3.10-2.95 dS m⁻¹, soil salinity increased during the growing season and decreases during the winter period. The level of the water table increased in the winter while it decreased in the summer. In the first year of the experiment, the highest green grass yield was obtained from A. *elongatum* with 9.766,0 tons ha⁻¹, and in the second year from L. *Strictus* parcels with 14.265,0 tons ha⁻¹. Likewise, these two varieties took first place in hay yields. Considering the average green grass yield of two years, L. *Strictus* took first place with 9.141,0 tons per hectare, while A.*elongatum* took place the second place with 7.448,0 tons. According to hay yields, A.*elongatum* ranked first with 2.943,0 tons, L. *Strictus* ranked second with 2.349,0 tons. A statistically significant difference (P <0.01) was found between the green grass and dry grass yields of the cultivars in both trial years. According to Duncan test results made with dry grass yields, A.*elongatum* 1st group in the first year and other subjects formed the second and third group. In the second year, L.*strictus* alone formed first (a), D and G mixtures second (b), A. *elongatum* and E mixture third (bc), and F. *elatior* and P. *distans* fourth (c) group. The results obtained have shown that in the areas under the effect of saline groundwater, one of the first works to be done in the period until the soils are rehabilitated or to evaluate these soils, will be important benefits of creating artificial pastures with forage plant species and mixtures suitable for local conditions. The mixture of A. *elongatum*, P. *distans*, and L. *Strictus* in the pasture facility was found to be a good artificial pasture mixture for the region. Due to the ability of the legume species in the mixture to renew themselves with seeds, it should be taken into consideration in terms of the sustainability of fertility in the artificial pasture. On the other hand, the high crude protein content of legumes will increase the nutritional value of mixtures.

Keywords: *Agropyron elongatum*, *Festuca elatior*, *Puccinellia distans*, *Lotus strictus*, groundwater

1. Giriş

Kurak ve yarı kurak bölgelerdeki düz arazilerle, kıyılarıdaki alüvial ovalarda değişik nedenlerle yüksek su tablası ve tuzdan etkilenmiş çorak topraklar geniş alanlar kaplamaktadır. Düşük ve kalitesiz ot verimine sahip bu tip meralar ve çıplak araziler dünyada küçümsemeyecek boyutlardadır. Söz konusu meralar aşırı otlatma, erozyon, drenaj ve çoraklık gibi olumsuz etkenlerle bozulmakta ve ot verimi giderek azalmaktadır. Doğal kaynakların yönetimi açısından tuzluluğun kontrolü; arazilerin etkili bir şekilde kullanımını ve üretimin stabilitesini sağlama yönünden önem arz etmektedir (Temel ve ark.,2015).

Değinilen özelliklere sahip araziler Konya kapalı havzasının değişik bölgelerinde oldukça yaygın olarak bulunmaktadır. Yüksek su tablası ve aşırı tuz nedeniyle, bu araziler, bitki çeşitliliği azalmış ve doğal bitki örtüsü besin değeri düşük, hayvanlar tarafından sevilmeyen çorakçıl-halofitik bitkilerin egemen olduğu düşük ot verimine sahip kalitesiz meralar haline gelmiştir.

Türkiyede 1.5 milyon hektar çoraklık sorunu olan arazilerin yaklaşık 325.000,0 hektarı Konya kapalı havzasındadır. Uzun yıllardır mera olarak kullanılan bu çorak arazilerde ağırlıklı olarak Carex ve Juncus gibi, hayvanlar tarafından sevilmeyen ekşi bitkiler egemendir.

Bitki çeşitliliğinin çok sınırlı olduğu bu arazilerin doğru yönetilmesi halinde meraya dayalı hayvancılık sürdürülebilir bir hale gelebilir. Hayvancılığın mera besiciliğine dayandığı birçok ülkede bu tip arazilerde tuza dayanıklı yem bitkileri ve karışımlarının yetiştirilmesi ile ot verimi artırılarak, meraya dayalı hayvancılıkla ucuz ve güvenli gıdaya ulaşılması amaçlanmaktadır.

Tuzlu topraklar ıslah edilseler bile, toprakların fiziksel özelliklerinin düzelmesi için belli bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Bu dönemde ön bitki olarak yetiştirilecek bazı tuza dayanıklı yem bitki ve karışımları toprağın fiziksel özelliklerinin iyileşmesine ve çiftlik gelirine katkı sağlamaktadır (Dieleman, 1973). Tuzluluk problemi bulunan alanların, ıslah edilerek tarımda tekrar kullanılabilir hale getirilmesinin zaman alıcı ve oldukça pahalı yöntemler olması, tuza dayanıklı ve aynı zamanda ekonomik olarak yetiştirilebilecek bitki tür ve çeşitlerinin belirlenmesini zorunlu kılmaktadır (Deliboran ve Savran, 2015).

Anadolu'da tuzlu göllerin ve çorak toprakların yaygın olması nedeniyle halofitlerin önemli olduğu (Birand, 1961), Akhazari ve ark., (2012), Ashkan ve Jalal, (2013), Kusvuran ve ark., (2014 a, b) artan tuzluluğun bitki boylarının azalmasına neden olduğu, taban suyu yüksek arazilerde ot verimi yüksek kaliteli yem bitkileri, yerlerini carex ve juncus gibi ekşi bataklık bitkilerine bıraktığı, doğal meraların %70' inin ortalama kuru ot veriminin yaklaşık 200 kg ha⁻¹ gibi çok düşük olduğu bildirilmiştir (Tosun, 1967).

A. Elongatum, diğer Agropyron türlerine göre tuzluluk koşullarından daha az etkilenir, morfolojik açıdan tuzluluk koşullarına daha uyumlu olup, İç Anadolu'nun tuzluluk sorunu olan meralarında doğal olarak yetişebilir. Diğer bitki türlerinin yetişmediği yüksek tuzluluk seviyesinde, yüzde 50 verim kaybı ile bir verim verir (Koç ve Acar, 2017). Çakmakçı ve Dallar (2019) tuz stresinin tarımsal özellikler üzerine etkisinin saptanarak, üreticinin bilgilendirilmesinin, daha kaliteli ve verimli üretim yapılmasını ve ekonomik açıdan da üreticiye yarar sağlayacağını bildirmiştir.

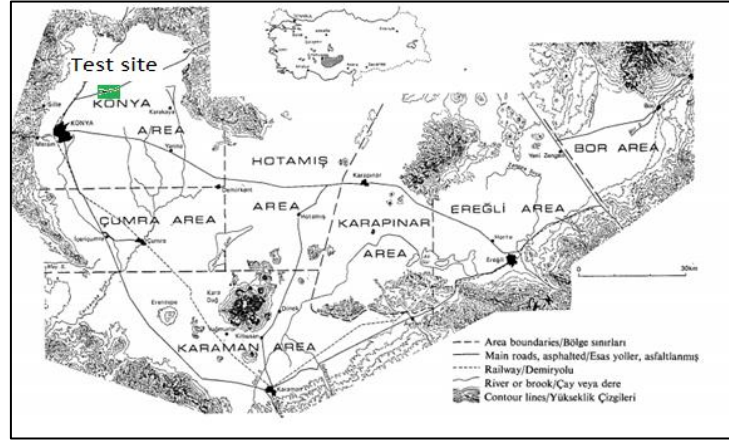
Sayılan çalışmalar tuzlu koşullarda uygun bitki tür ve çeşitleri seçilerek yetiştirilmesi ile verimsiz meraların ot veriminin artırılabilceği ve erozyon gibi olumsuz koşulların ortadan kaldırılabilceğini göstermektedir. Dolayısıyla, bu çalışma, kurak ve yarı kurak bölgelerde yaygın olarak bulunan, sığ ve tuzlu su tablası etkisi altındaki meraların ot kalitesini ve verimini artırmak, dolayısıyla bu arazilerden en ekonomik yararı sağlamak için, yöreye uygun, tuza dayanıklı yem bitkisi ve karışımlarını belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

2.1. Deneme yeri

Araştırma alanı Konya ovasındaki tuzlu ve yüksek su tablasına sahip arazilerdir (*Şekil 1*). Bu araziler ovanın değişik yerlerinde, özellikle Tuz Gölü çevresinde olmak üzere, Aslın meralarında, Karapınar ve Ereğli ovalarında ve Hotamış Gölü çevresinde yaygın olarak bulunmaktadır.

Toprak özellikleri; deneme yeri toprakları orta derinlikte ve düz araziler olup, topraklar hidromorfik büyük toprak grubuna girmektedir. Üst toprak siltli tın, alt toprak silt bünyeli olup organik maddece zengindir. Kireç içeriği yüksek ve aşırı tuzlu, alt katmanlarda tuz içeriği düşük olup, toprakların sodyum sorunu yoktur (Tablo 1). Su iletkenliği üst katmanlarda orta, alt katmanlarda orta-yavaş grubundadır.



Şekil 1. Araştırma yerinin coğrafi konumu (Meester, 1970)

Figure 1. Geographical location of the research site

Tablo 1. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of the trial site soils

Toprak derinliği	Bünye			pH	EC dS m ⁻¹	Kireç %	Organik madde %	
	Kum %	Silt, %	Kil %					
0-30	18.6	71.1	10.3	Siltli tın	7.7	17	32.5	4.35
30-60	4.20	86.0	9.8	Silt	7.5	13	47.1	2.90
60-90	11.6	85.2	8.25	Silt	7.7	6	61.5	2.56

2.2. Sulama suyu

Sulama suyu olarak yöredeki yeraltı suları kullanılmıştır. Anılan su aşırı tuzlu olup, magnezyum, sodyum ve kalsiyum konsantrasyonları birbirine yakındır. Anyonlardan sülfat ve klor baskındır. SAR değeri 3.25 olup sodisite yaratma potansiyeli düşüktür (Tablo 2).

Tablo 2. Sulamada kullanılan yeraltı suyunun özellikleri

Table 2. Properties of groundwater used in irrigation

EC dS m ⁻¹	Kasyonlar meq l ⁻¹				Anyonlar, meq l ⁻¹				Toplam	SAR
	Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄		
4.21	13.1	0.2	12.0	20.7	.	9.2	15.52	21.3	45.9	3.25

SAR, sodyum adsorpsiyon oranı

2.3 İklim

Konya ovası karasal iklim özelliği göstermekte olup, yazları kurak ve sıcak, kışları ise kar yağışlı ve soğuktur. Yıllık sıcaklık ortalaması 11.6, yıllık yağış 320.0 mm ve ortalama oransal nem %63'tür. Deneme süresince birinci yıl 386.0 mm, ikinci yıl 277.8 mm yağış düşerken Temmuz, Ağustos aylarında, buharlaşma 1.171,0 mm ve 1.243,0 mm ve sıcaklık ortalamaları 11.1°C ve 10.5 °C olmuştur.

2.4. Yöntem

Deneme 4 yinelemeli, tesadüf blokları deneme deseninde yürütülmüştür. Deneme konuları 4 yem bitkisi ve bunların üçlü karışımlarından oluşan, 3 konu ile birlikte 7 konudan oluşmuştur. Bunlar;

A:Festuca elatior, B:Agropyron elongatum, C: Puccinella distans D: Lotus strictus

E:A+B+D, F:A+C+D, G: B+C+D'den oluşmaktadır.

Deneme parsel ölçüleri ekimde 3.5x6 =21 m², hasatta 2.80x5 =14 m² olacak şekilde kurulmuştur.

Denemede kullanılan bitkilerin özellikleri

Denemede Konya çevresindeki yüksek su tablası altındaki Aslım arazilerinde yetişen doğal bitki örtüsünde yer alan, Agropyron elongatum, Festuca elatior, Puccinellia distans ve Lotus strictus kullanılmıştır (Şekil 2).

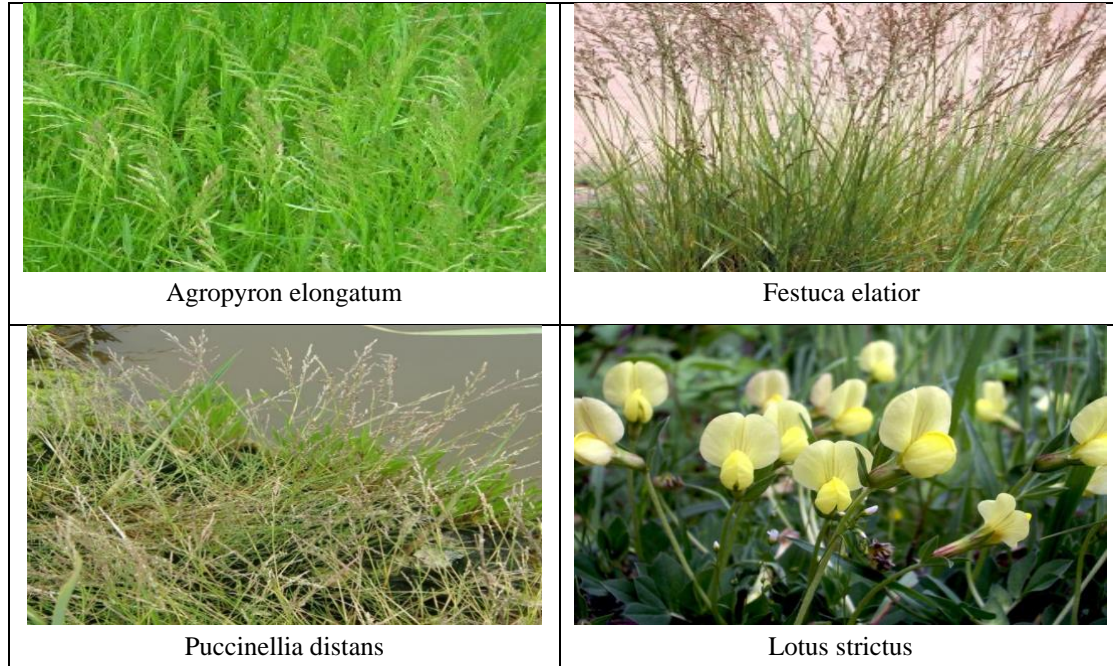


Figure 2. Plant species used in the experiment.

Şekil 2. Denemede kullanılan bitki çeşitleri

Agropyron elongatum; Yüksek otlak ayrığı, çok yıllık, yumak oluşturarak büyüyen sert iklim koşullarına ve kuraklığa oldukça dayanıklı, her türlü toprakta ekimi yapılabilen, tuzlu topraklarda yetişebilen uzun boylu iri tohumlu yem bitkisidir. Yüksek otlak ayrığı çok çabuk kalınlaşır ve ot kalitesi düşer. Bu nedenle, ot için erken başaklanma devresinde biçilmesi gerekir. Tohum için başakların olgunlaşma devresinde biçilerek harmanı yapılır.

Festuca elatior; Yüksek çayır yumağı, tuza dayanıklı, 40-60 cm boy alan, çayır yumağı da denilen buğdaygil yem bitkisidir (Tosun, 1974). Çok kardeşli demetler 30 cm çapında, yukarı doğru dik olarak büyüyen, boyları 20 cm ile 1 metre arasındadır. Yapraklar kıvrılmış, silindirik yaprak kınlı, kenarları kesik ve yaprağın alt yüzeyi parlak renklidir. Çiçekler kendine özgün, çok sayıdaki geniş ve uzamış başakçık dağınık bir şekilde biraraya gelerek bileşik salkımları oluşturur.

Puccinellia distans; Çorak çimi de denen, tuza dayanıklı salkım başaklı yeşil renkli buğdaygil çayır yem bitkisi olup (Werner ve Senghas, 1973), 5-40 cm boyunda demetsi gövdeli, otsu bitki özelliklerine sahip, Türkiye'ye özgüdür. İç Anadoludaki tuzlu göllerin etrafındaki yarı bataklık alanlarda yaygındır. Genellikle kumlu tın, siltli tınlı, tınlı bünyeli topraklarda yetişmektedir. Tuzlu alanlarda otlama açısından önemli olup, kuvvetli kök sistemi ile erozyon önleyici özelliğine sahiptir.

Lotus strictus; Lüfer otu da denen tuza dayanıklı, sarı çiçekli, 50-100 cm boy alan ve çok dallanan baklagil yem bitkisidir (Kyll Vist, 1971). Tüysüz, sadece üst kısımda kısa tüylü çok yıllık, alt kısımda dik, kalın, odunsu, Temmuz-Ağustos aylarında çiçek açan, şemsiye benzeri çiçek salkımına sahip, Ağustos-Eylül aylarında tohum bağlayan çayır mera bitkisidir.

2.5 İşlemler

Toprak hazırlığı; Deneme yeri döner kulaklı pullukla sürülmüş, rotovator ile tohum yatağı hazırlanmış ve sonbaharda ekim yapılmıştır. Ekimler 10 sıra halinde ve 35 cm sıra aralığında, Tohum miktarları hektara, Festuca elatior 30, Agropyron elangatum 25, Puccinella distans 20, L. strictus 30 kg olup, karışımlarda buğdaygiller %35, baklagiller %30 oranlarında kullanılmıştır. Ekimden önce hektara 40 kg N, 100 kg P₂O₅ verilerek tırmıkla toprağa karıştırılmıştır.

Sulamalar; yaz döneminde deneme parselleri yeraltı suyu ile 3 defa yüzey sulama yöntemi ile sulanmıştır. Her sulamada 80-100 mm su verilmiştir.

Su tablasının izlenmesi; Deneme alanında 3 noktadan 30 ve 60 cm derinliklerden toprak örnekleri alınarak toprak tuzluluğunun değişimleri izlenmiştir.

Hasat; Bitkiler otlama olgunluğuna, Festuca elatior ve Agropyron elangatum 20 cm, Puccinella distans ve Lotus strictus 15 cm uzunluğa ulaştığında biçilerek yaş ve kuru ot ağırlıkları belirlenmiştir. Karışımlarda baklagillerin olgunlaşması dikkate alınmıştır. Kurutma işlemi 65 °C’de sabit ağırlığa ulaşınca tamamlanmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. Taban suyu ve toprak tuzluluğu

Deneme alanında su tablasının dalgalanması, 2 metre derinlikteki 3 gözlem kuyusunda izlenmiştir. Gözlem sonuçları, Şekil 3’de görüldüğü gibi olup, su tablası kış aylarında yükselerek birinci yıl toprak yüzeyine 60, ikinci yıl 18 cm yaklaşmıştır. Bu durum fena drenaj koşullarını yansıtmaktadır. Yaz döneminde birinci yıl 161, ikinci yıl 125 cm derinliğe kadar düşen su tablası, Ekim ayından itibaren tekrar yükselmeye başlamaktadır.

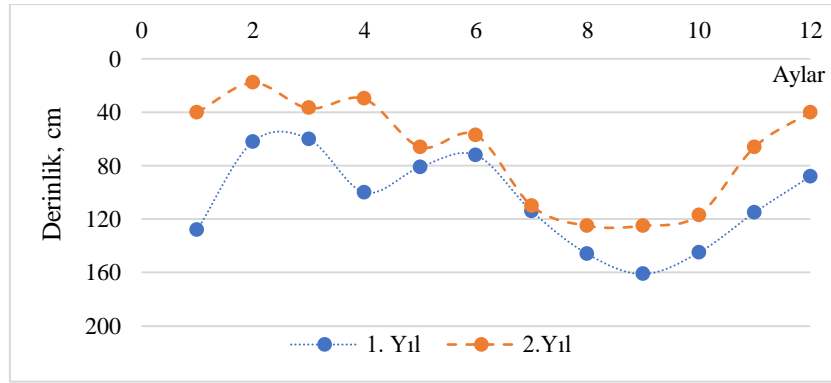


Figure 3. Fluctuation of the water table during the experiment

Şekil 3. Deneme alanında yeraltı su seviyesinin değişimi

Su tablası ikinci yıl şubat ayında 18 cm ile en yüksek seviyede iken ilk baharda dalgalı bir seyir izlemiş ve haziran ayından itibaren düşmeye başlayıp, Ağustos ve Eylülde 125 cm derinlikle en düşük düzeye inmiştir. Sonbaharda su tablası yükselmeye başlamıştır. Denemenin ikinci yılında su tablası seviyeleri daha yüksek, ancak ilk yıldakine paralel seyretmiştir. Su tablası düzeyleri, her iki deneme yılında da Ağustos-Eylül aylarında en düşük düzeylere düşmüştür (Tablo. 3).

Tablo 3. Su tablasının yıl içerisinde alçalıp yükselmesi

Table 3. Fluctuation of the water table during the year

Zaman	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Su tablası serinliği, cm											
1. Yıl	128	62	60	100	81	72	114	146	161	145	115	88
2. Yıl	40	18	37	30	66	57	110	125	125	117	66	40

Bu durum, doğal meralarda, yaz kuraklığı nedeniyle ot veriminin azalması ile sonuçlanmaktadır. Onun için yaz döneminde yapılacak sulamalar büyüme döneminin uzamasını ve verimin önemli ölçüde artmasını sağlamaktadır.

Taban suyu aşırı tuzlu olup, pH değeri 8.0, SAR değeri 3.25 dolayındadır. Bu SAR değerine göre, sodyumluluk yaratma tehlikesi düşüktür. Yetiştirme döneminde yeraltı suyu ile 3 sulama yapılmış olup, sulama öncesi ve sonrası, 3 noktadan alınan toprak örneklerinde tuz ölçümleri yapılmıştır (Tablo. 4).

Sulama suyu sınıflamasına göre C₄S₁ sınıfına giren yeraltı suyu sulamada kullanılmıştır. Sulamaların yapıldığı Temmuz ve Ağustos aylarında yeraltı suyunun tuz konsantrasyonu 3.75-2.95 dS m⁻¹ arasında değişmiştir.

Tablo 4. Taban suyunun tuz değerlerinin (EC, dS m⁻¹) aylara göre değişimi
Table 4. Change of salt values (EC, dS m⁻¹) of the ground water according to months

Aylar											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.90	3.75	3.45	2.45	2.75	3.25	3.10	2.95	2.95	2.25	2.40	2.25

Sulamaların toprak katmanlardaki tuzluluğunun değişimi üzerine önemli bir etkisi olmamıştır. İkili karşılaştırmalar sonunda T testi sonuçlarına göre 30 cm derinlik için p=0.26 ve 30-60 cm derinlik için p=0.81=>0.05 olup deneme öncesi ve sonrasında toprak tuzluluğundaki değişim önemsiz bulunmuştur. Birinci sulamada üç örnekleme noktasının sulama öncesi ve sonrasındaki tuz toplamlarında önemli bir fark bulunmazken, ikinci sulamadan sonra alınan örneklerde tuzluluk azalma eğilimi göstermiştir. Sulama sonrası üst toprakta tuzlulukta genellikle azalma, alt katmanda ise hem artış hem azalış görülmüştür (Tablo.5).

Tablo 5. Sulamaların toprakta tuz değişimine etkisi, (EC, dS m⁻¹)
Table 5. The effect of irrigation on salt change in soil (EC, dS m⁻¹)

Örnek no	Derinlik cm	1.Sulama		2. Sulama		3. Sulama	
		Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce	Sonra
1	0-30	11.9	8.8	17.7	8.8	10.4	18.7
	30-60	3.9	5.7	5.7	6.7	8.3	19.9
2	0-30	13.5	16.1	19.8	22.8	18.7	11.9
	30-60	6.8	12.5	11.9	5.7	14.6	6.2
3	0-30	18.2	14.6	17.1	9.9	14.0	9.4
	30-60	9.3	6.2	11.4	8.8	8.3	13.0

Sulamada kullanılan suyun tuzlu olması ve drenaj sisteminin olmaması nedeniyle, yıkama etkisiyle üst toprağın tuz içeriği azalsa da, kısa sürede yeniden artarak önceki seviyesine çıkmıştır.

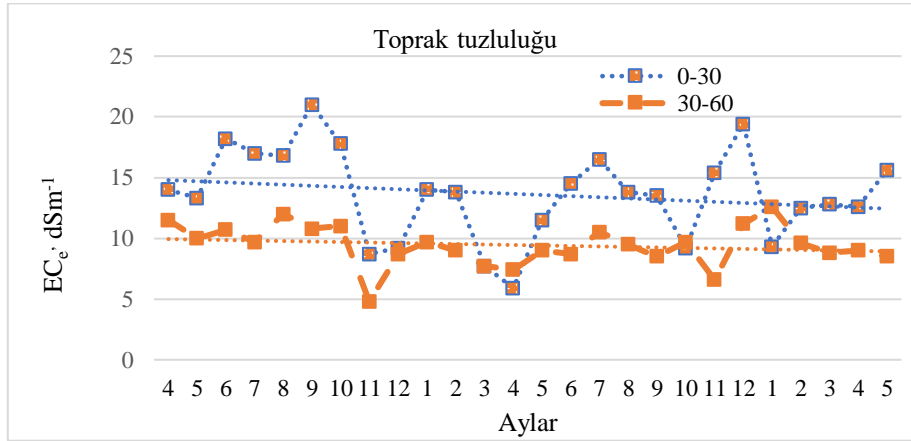
Toprak tuzluluğunu izlemek için 0-30 ve 30-60 cm derinliklerden her ay alınan örnekler, üst katmanın daha tuzlu olduğunu göstermiştir. Kış aylarında tuzluluk değerleri, yaz aylarına göre az da olsa daha düşük seyretmektedir. Üst toprakta tuzluluk değişimi alt toprağa göre daha fazla olup 8 ile 21 dS m⁻¹ arasında değişirken, alt katmanda ise daha düşük düzeydedir. Tuz profili tipik olup taban suyundan tuzlanan toprakların özelliğini göstermektedir (Tablo. 6).

Denemenin ilk yılında Eylül ayında 21 dS m⁻¹ ile en yüksek düzeye ulaşan toprak tuzluluğu, Kasım ve Aralık aylarında 8.7 ve 9.2 dS m⁻¹ ile en düşük düzeydedir. İkinci yıl ise değişkenlik nispeten daha az olup 5.9 ile 16.5 dS m⁻¹ arasında değişmiştir (Şekil 4).

Görüldüğü gibi toprak tuz içeriği birçok kültür bitkisinin yetişmesini engelleyecek düzeyde yüksektir. Bu arazilerde besin değeri yüksek tuza dayanıklı yem bitkileri yetiştirilmesi en kârlı seçenek olarak gözükmektedir.

Tablo 6. Deneme yerine ilişkin toprak tuzluluğunun zamansal değişimi**Table 6. Temporal variation of soil salinity for trial site**

Toprak derinliği, cm	Aylar											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0-30	.	.	.	14.0	13.3	18.2	17.0	16.8	21.0	17.8	8.7	9.2
30-60				11.5	10.0	10.7	9.7	12.0	10.8	11.0	4.8	8.7
0-30	14.0	13.8	7.7	5.9	11.5	14.5	16.5	13.8	13.5	9.2	15.4	19.4
30-60	9.7	9.0	7.7	7.4	9.0	8.7	10.5	9.5	8.5	9.7	6.6	11.2
0-30	9.3	12.5	12.8	12.6	15.6
30-60	12.6	9.6	8.8	9.0	8.5							

**Figure 4. Temporal change of soil salinity according to soil layers****Şekil 4. Toprak tuzluluğunun toprak katmanlarına göre zamansal değişimi**

3.2. Çeşitlere ilişkin bazı özellikler

Bitkiler otlatma olgunluğuna gelince biçilerek yaş ve kuru ot verimleri belirlenmiştir. Karışımlarda biçimler baklagillerin olgunlaşması esas alınarak yapılmıştır. Lotus strictus yılda üçkez biçilmiştir. Biçimler bitkiler vejetatif gelişmelerini tamamladıklarında yapılmıştır. Çünkü bu dönem ham protein oranının en yüksek olduğu dönemdir (Temel , 2018). Çeşitlerin biçim zamanları, boyları ve ham protein içerikleri *Tablo 7*'de verilmiştir. Biçim zamanları 10 ila 30 Haziran arasında olup biçim zamanlarındaki bitki boyları 20-70 cm arasında değişirken, ham protein oranları bakımından L.strictus'un %17.89 ile en yüksek, F. Elatior'un %9.18 en düşük ham protein içeriğine sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 7. Çeşitlere ilişkin bazı gözlem ve ölçümler**Table 7. Some observations and measurements regarding varieties**

Bitki çeşidi	Biçim zamanı	Boy, cm	Ham protein, %
Festuca elatior	10-15 Haziran	50-60	9.18
Agropyron elangatum	10-15 Haziran	60-70	9.21
Puccinella distans	10-15 Haziran	20-25	12.75
Lotus strictus*	30 Haziran	50-60	17.89

*yılda 2-3 biçim

3.3. Çeşit ve karışımların ot verimleri

Yapılan varyans analizi sonucunda denemenin her iki yılında da bloklar arasında istatistiksel anlamda fark olmadığı, denemenin birinci yılında çeşit ve karışımların yaş ot verimleri arasında ($p < 0.05$) %95, kuru ot verimleri ile yapılan analizde ise %99 ($p < 0.01$) olasılıkla farklılık olduğu bulunmuştur. En düşük ot verimi P.distans

parsellerinden elde edilmesine karşın, karışımda yer aldığı G konusu 2.189 ton kuru ot verimi ile üçüncü sırada yer almıştır.

Denemenin ilk yılında hektara 9.766,0 ton en yüksek yaş ot verimi ile F.elatior 1. grubu (a), G konusu 5.074 ton ile (b) 2. grubu, B, C, D konuları (bc) 3.grubu ve E konusu (c) 4.cü grubu oluşturmuştur. İkinci yıl ise 14.265,0 ton ile L.Strictus'tan en yüksek verim elde edilmiştir. L.strictus'un veriminin ikinci yıl yüksek olması tohumla çoğalma yeteneğinden ileri gelmiştir. Duncan gruplandırması sonucunda, D konusu 1. Grubu (a), G ve E konusu 2. grubu (b) ve A, B, C ve F konuları (bc) 3.grubu ve E konusu (c) 3. grubu oluşturmuştur.

İki yıllık ortalama yaş ot verimleri göz önüne alınca hektara 9.141.0 ton ot verimi ile L.Strictus ilk sırayı alırken, A.elongatum 7.448,0 ton ile ikinci sırayı, B konusu ve C konusu 3 ve 4.sırayı almıştır. Kuru ot verimleri ile yapılan Duncan testi sonuçlarına göre ilk yıl A.elongatum 1. grubu diğer konular 2. grubu oluşturmuştur. İkinci yıl sonuçlarına göre L.strictus tek başına birinci (a), E ve G karışımları ikinci (b), A. Elengatum ve F karışımı üçüncü (bc) ve F.elatior ve P. distans dördüncü (c) grubu oluşturmuştur (Tablo 8; Şekil 5).

Kuru ot verimlerine göre 1.yıl A konusu (F.elatior), hektara 3.870 ton ile 1.grubu (a), F ve G konuları 2. grubu (b), B; C; D konuları 3.grubu (bc) ve E konusu (c) 4.grubu oluşturmuştur. İkinci yıl ise D konusu (L strictus) hektara 3.702 ton ile (a) 1.grubu oluştururken, G ve E konusu 2.777 ve 2184 ton kuru ot verimi ile (b) 2.grubu, A ve F konusu 3. grubu (bc) ve B ile C konuları 4. grubu (c) oluşturmuştur.

Kuru ot verimlerinin ortalama değerlerine göre; A.elongatum 2.943,0 ton ile ilk sırada, L.Strictus 2.349,0 ton ile ikinci sırada ve G konusu 2.189 ton ile üçüncü sırada yer almıştır (Tablo.8; Şekil.5).

Tablo 8. Deneme konularına ilişkin yaş ve kuru ot verimleri (kg ha⁻¹) ile Duncan grupları

Table 8. Grass and dry grass yields (kg ha⁻¹) and Duncan groups for trial subjects.

Konular	Yaş ot verimi			Kuru ot verimi		
	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama	1.Yıl	2.Yıl	Ortalama
A=F. elatior	9.766,0 ^a	5.151,0 ^{bc}	7.448,0	3.870,0 ^a	2.017,0 ^{bc}	2.943,0
B=A. elongatum	3.407,0 ^{bc}	3.456,0 ^{bc}	6.431,0	1.416,0 ^{bc}	1.165,0 ^c	1.290,0
C=P. distans	2.877,0 ^{bc}	2.874,0 ^{bc}	2.875,0	1.180,0 ^{bc}	1.206,0 ^c	1.197,0
D=L.strictus	4.017,0 ^{bc}	14.265,0 ^a	9.141,0	996,0 ^{bc}	3.702,0 ^a	2.349,0
E=A+B+D	1.041,0 ^c	6.473,0 ^b	3.757,0	448,0 ^c	2.184,0 ^b	1.316,0
F=A+C+D	3.200,0 ^{bc}	3.708,0 ^{bc}	3.454,0	1.261,0 ^b	1.215,0 ^{bc}	1.238,0
G=B+C+D	5.074,0 ^b	6.428,0 ^b	5.751,0	2.102,0 ^b	2.777,0 ^b	2.189,0
Ortalama	4.194,0	6.051,0	5.122,0	1.612,0	1.986,0	1.789,0

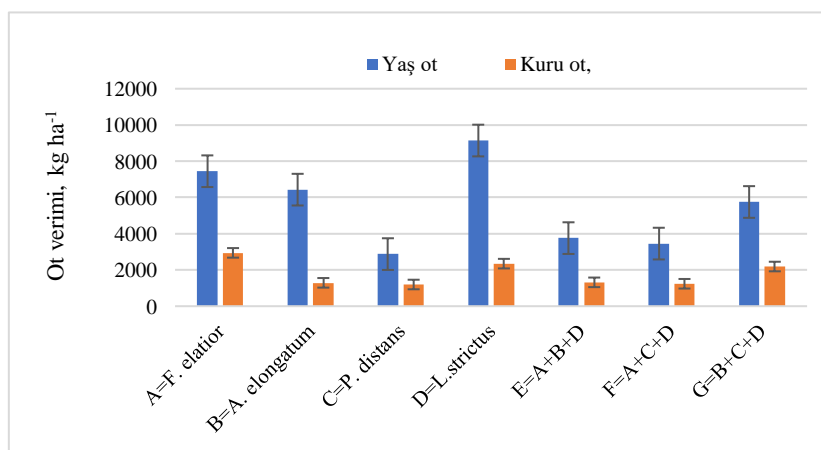


Figure 5. Average green grass and hay yields of varieties and mixtures

Şekil 5. Çeşit ve karışımların ortalama yaş ve kuru ot verimleri

Elde edilen sonuçlara göre yapay mera doğal meraya göre verimi 3 ile 5 kat artırmıştır. Yapay ve doğal mera'da koyun yetiştiriciliği ve ekonomisi üzerine yapılan bir çalışmada koyun başına 18 dekarlık doğal mera çok az canlı

ağırlık artışı sağlarken, koyun başına 4 dekarlık, A.elogatum, P.capillaris ve F.elatiordan oluşan yapay mera en ekonomik canlı ağırlık artışı sağlamıştır (Uçar, 1982). Buna göre, yapay meranın, doğal mera'dan 5 kat fazla ot verimi sağladığı söylenebilir.

Bu durum beslenecek hayvan sayısının da 5 kat fazla olacağı anlamına gelmektedir. Çok yıllık serin mevsim tuzcul buğdaygillerden olan Puccinellia distans'ın kurak iklimlere ve aşırı tuzlu-alkali toprak koşullarına uyum sağlayabildiği (Hughes, 1972; Brotherson, 1987; Scalia ve ark., 2009; Ali Ehsani ve ark., 2016), tuzlu çayır-mera alanları içerisinde yayılmış olan bu bitkinin yılda hektara 4 ila 10 ton arasında kuru ot ürettiği (Warren ve ark., 1994) ve lezzetli olan bu türün (Shidaei ve Namati, 1978) genellikle koyunlar tarafından tüketildiği (Peng ve ark., 2004; Robinson ve ark., 2004). Akhazari ve ark., (2012), Ashkan ve Jalal, (2013), Kuvuran ve ark., (2014b) artan tuzluluğun bitki boylarının azalmasına neden olduğu bildirilmiştir (Acar ve ark., 2016).

Ayrıca doğal mera vejetasyonu hayvanlar tarafından sevilmeyen sert ve ekşi bataklık bitkilerinden oluşmaktadır. Diğer taraftan, karışımlardan oluşan parseller diğerlerine göre daha süreklilik göstermiştir.

4. Sonuç

Deneme sonuçlarına göre kurak bölgelerdeki tuzlu tabansuyunun etkisi altındaki alanlarda, topraklar ıslah edilene kadar geçecek sürede, bu toprakları değerlendirmek amacıyla kurak ve yarı kurak, tuzlu taban suyu koşullarının egemen olduğu koşullara uygun tuza dayanıklı yem bitki türü ve karışımlarıyla yapay mera oluşturmanın önemli yararları olduğunu göstermiştir. Bu uygulama ile ot veriminde 5 kata kadar artış sağlanabileceği görülmüştür. Bu, aynı zamanda beslenecek hayvan sayısının da artacağı anlamına gelmektedir. Diğer taraftan toprak yüzeyinin çim örtüsüyle kaplanması, rüzgâr erozyonunu ile toprak aşınım ve taşınımı önlenmiş olacaktır.

Yeraltı suyu ile sulama yapılması bitki verimlerini, doğal meraya göre, önemli ölçüde artırmış, toprak tuzluluğuna etkisi ise önemli olmamıştır. Deneme öncesinde de tuzlu olan topraklarda deneme sonunda tuz içeriğinde önemli bir değişiklik olmamıştır.

Tuzlu yeraltı suyunun yüksek olduğu mera arazilerinde A. elongatum, P. Distans ve L.Strictus ve karışımlarının, yapay mera tesisinde kullanılmasının uygun olduğu anlaşılmıştır. Karışımdaki baklagil türleri, tohumla kendini yenileme yeteneği nedeniyle, yapay merada verimliliğin sürdürülebilirliği açısından gözönünde bulundurulmalıdır. Diğer taraftan baklagillerin ham protein içeriğinin yüksek olması karışımların besleyicilik değerini artıracaktır.

Kaynakça

- Acar, R., Koc, N, Celik, S. A., Direk, M. (2016). The Some Grasses Forage Crops Grown in Arid Rangeland of The Central Anatolian and Properties of These Plants. 3rd *International Conference on Sustainable Agriculture and Environment*, September 26-28, 2016. Warsaw, Poland
- Akhazari, D., Sepehry A., Pessarakli, M., Barani, H. (2012). Studying the Effects of Salinity Stress on the Growth of Various Halophytic Plant Species (*Agropyron elongatum*, *Kochia prostrata* and *Puccinellia distans*). *World Applied Sciences Journal*, ISSN 1818-4952 16 (7): 998-1003.
- Ashkan, A., Jalal, M. (2013). Effects of Salinity Stress on seed germination and seedling vigor indices of two Halophytic Plant Species (*Agropyron elongatum* and *A. pectiniforme*). *Int. J. Agr. & Crop Sci. IJACS* 5, 2669-2676.
- Ali Ehsani, H.Y., Elham Shafeian MTG, Yeganeh H. (2016). Determining suitable grazing time for *Puccinella distans* Parl. based on its phenology in West Azerbaijan Province of Iran. *Journal of Plant Interactions*, 11(1): 67-73.
- Birand, H. (1961). Tuz gölü çorakçıl bitkileri, Tarım Bakanlığı, TOPRAKSU Genel Müdürlüğü Yayınları, Sayı:103
- Brotherson, J.D., (1987). Plant community zonation in response to soil gradients in a saline meadow near Utah Lake, Utah County, Utah. *Great Basin Natur* 47: 322-333.
- Çakmakçı, S., Dallar, A., 2019 Farklı Sıcaklık ve Tuz Konsantrasyonlarının Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Çimlenme Özellikleri Üzerine Etkileri, *JOTAF/ Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 2019, 16(2) ,121-132.
- Deliboran, A , Savran, Ş . (2015). Toprak Tuzluluğu ve Tuzluluğa Bitkilerin Dayanım Mekanizmaları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 57-61. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/derleme/issue/35094/389309>.
- Dieleman, P. J. (1973). Irakta tuz etkisi altındaki Toprakların onarımı (Çev.) İnaayet Berkman, Atatürk Üniversitesi yayınları, No: 256, *Ziraat Fakültesi Yayınları* No:132
- Hughes, T. D. (1972). *Puccinellia distans*: a salt-tolerant grass, in Illinois Turfgrass Conference, ed. by Hughes TD. *Illinois Cooperative Extension Service*, Champaign, IL
- Koç, N., Acar, R. (2017). The Effect on Morphological Properties of *Agropyron* Species of Different Salt Concentrations, *J Int. Environmental Application & Science*, Vol. 12(1): 9-13
- Kusvuran, A., Nazlı R.I., Kusvuran, S. (2014a). Salinity Effects on Seed Germination in Different Tall Fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.) Varieties. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* ISSN: 1308-3945 7 (2): 08-12
- Kyell Vist, E. (1971). Aslım floras Herbarium, Konya TOPRAKSU Araştırma Enstitüsü
- Meester, T.de (Ed) (1970). Soils of the Great Konya Basin, Turkey, Agricultural Research Reports 740, Agricultural University, Department of Tropical Soil Science, Wageningen, the Netherlands
- Peng, Y. H., Zhu, Y. F., Mao, Y. Q., Wang, S. M., Su, W. A., Tang, Z. C. (2004). Alkali grass resists salt stress through high [K+] and an endodermis barrier to Na+. *Journal of Experimental Botany*, 55: 939-949
- Robinson, P.H., Grattan S.R., Getachew G., Grieve C.M., Poss J.A., Suarez, Benes S.E., (2004). Biomass accumulation and potential nutritive value of some forages irrigated with saline-sodic drainage water. *Animal Feed Science and Technology*, 111: 175-189.
- Scalia, R., Oddo E., Saiano F., Grisafi F. (2009). Effect of salinity on *Puccinellia* (L.) Parl. Treates with NaCl and foliarly applied glycinebetaine. *Plant Stress*, 3(1): 49-54.
- Shidaei, G., Namati, N. (1978). Modern Rangement and Forage Production in Iran. *Forests and Rangelands Organization*, Tehran, Iran
- Temel S. Şimşek U., Keskin B., Yılmaz İ.H. (2015) Çok Yıllık Yem Bitkisi Türlerinin m 2 'deki Bitki Çıkışına Halomorfik Toprak Koşullarının Etkisi, *JOTAF/ Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 2015 (12) 1.
- Temel, S. (2018). Tuzlu-Alkali Meralarda Yaygın Olarak Yetişen Çorak Çimi (*Puccinellia distans*) ve Sahil Ayırığı (*Aeluropus littoralis*) Bitkilerinin Farklı Gelişme Dönemlerindeki Besin İçeriklerinin Belirlenmesi, *International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS)* 4(2): 237 - 246 doi: 10.24180/ijaws.440309
- Tosun, F. (1967). Türkiyede çayır mera yem bitkileri kültürünün bazı önemli problemleri, Atatürk Üniversitesi, Zir. Fak. Ziraat Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No:26, Erzurum
- Tosun, F. (1974). Baklagil ve buğdaygil yem bitkileri kültürü, Atatürk Üniversitesi yayınları No:242, Zir. Fak. Yayınları No:123, Erzurum
- Uçar, İ. (1982). Aslım tuzlu-ıslak topraklarının yapay ve doğal meralarında koyun yetiştiriciliği ve ekonomisi, Köy Hizmetleri Konya Araştırma Enstitüsü, Genel yayın No:80
- Warren, B. E., Casso T., Ryal D. H. (1994). Production from grazing sheep on revegetated saltland in Western Australia. Halophytes as a Resource for Livestock and for Rehabilitation of Degraded Lands (Eds. Squires VR and Ayoub, AT), *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, pp. 263-265.
- Werner, R.K., Senghas, K. (1973). Flora von deutschland and scinen agrenzenden Gebisten Institut fur systemati botanic and botanicher der universite et heidelberg.

Stomatal Behaviors and Physiological Responses Affected by Iron Deficiency in Peach Plants Grafted onto Garnem and GF 677

Garnem ve GF 677 üzerine Aşılı Şeftali Bitkilerinde Demir Eksikliğinden Etkilenen Stoma Davranışları ve Fizyolojik Tepkiler

Servet ARAS^{1*}, Hakan KELES², Erhan BOZKURT³


Abstract

Iron (Fe) is a pivotal nutrient taking roles in respiration, photosynthesis and many plant metabolisms. Chlorosis caused by Fe deficiency generally occurs in high pH environments and many fruit trees including peach are known sensitive to iron starvation. Fe starvation declines leaf chlorophyll and carotenoid contents, suppresses plant growth and declines photosynthetic capacity. Iron deficiency induces responses in plants and different stomatal behaviors and physiological alterations occur to sustain the increased iron uptake capacity of Fe-deficient plants. In this study, the effects of iron deficiency on stomatal morphology and leaf physiological responses in peach variety Rich May grafted onto Garnem and GF 677 rootstocks were investigated. Plants were exposed to Fe deficient conditions for 3 months. End of the experiment, many leaf and stomatal properties were evaluated. The highest decrease in plant growth (relative growth rates of shoot diameter and length) induced by Fe deficiency was found in Rich May grafted onto Garnem. SPAD and relative anthocyanin decreased by 52 and 70% in Fe deficient Rich May/Garnem grafting combination. Decreases in SPAD and relative anthocyanin values were lower with GF 677. In GF 677, LRWC decreased by 1.8% and membrane permeability increased by 10%. Fe controlled stomatal behaviors in peach plants. Stomatal factors were found more sensitive to Fe deficiency in sensitive rootstock, Garnem. The increment in stomatal and pore areas led to increase in stomatal conductance. The damage by Fe depletion was found higher in Garnem due to higher loss in SPAD, anthocyanin and increasing membrane permeability. Thus, GF 677 can be used in peach orchards under Fe deficiency conditions.

Keywords: Iron deficiency, Peach, *Prunus*, Rootstock, Stomata

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Servet ARAS, Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Yozgat/Turkey. E-mail: servet.aras@yobu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-0347-6552

²Hakan KELES, Adress, Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Yozgat/Turkey. E-mail: hakan.keles@yobu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-8225-931X

³Erhan BOZKURT, Yozgat Bozok University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Yozgat/Turkey. E-mail: erhan.bozkurt@yobu.edu.tr  OrcID: 0000-0002-1931-5454.

Atıf/Citation: ARAS S., KELES H., BOZKURT E. 2021. Stomatal Behaviors and Physiological Responses Affected by Iron Deficiency in Peach Plants Grafted onto Garnem and GF 677. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 303-311.

Özet

Demir (Fe), solunum, fotosentez ve bitkilerin birçok metabolizmasında rol alan çok önemli bir besindir. Fe eksikliğinden kaynaklanan kloroz genellikle yüksek pH'lı ortamlarda ortaya çıkar ve şeftali dahil birçok meyve ağacının demir eksikliğine duyarlı olduğu bilinmektedir. Fe eksikliği, yaprak klorofil ve karotenoid içeriğini azaltır, bitki büyümesini baskılar ve fotosentetik kapasiteyi düşürür. Demir eksikliği bitkilerde tepkilere neden olur ve stomaya ait farklı davranışlar ve fizyolojik tepkiler Fe eksikliği olan bitkilerin artan demir alım kapasitesini sürdürmek için meydana gelmektedir. Bu çalışmada Garnem ve GF 677 anaçlarına aşılı Rich May şeftali çeşidinde demir eksikliğinin stoma morfolojisi ve yaprak fizyolojik tepkileri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bitkiler, 3 ay süreyle mineral eksikliği olan koşullara maruz bırakılmıştır. Denemenin sonunda birçok yaprak ve stoma özelliği değerlendirilmiştir. Fe noksanlığında bitki büyümesinde (sürgün çapı ve uzunluğunun nispi büyüme oranlarında) en yüksek azalış Garnem üzerine aşılı şeftalilerde görülüp, bununla birlikte yine Garnem anacına aşılı şeftalilerde SPAD ve nispi antosiyanin % 52 ve % 70 oranlarında azalmıştır. GF 677 anacı üzerine aşılı olan şeftalilerde ise SPAD ve nispi antosiyanin değerlerinde daha düşük kayba sahip olmuştur. Garnem anacına aşılı çeşitlerde yaprak oransal su içeriği (YOSİ) ve membran geçirgenliği Fe eksikliği ile artarken; GF 677'de YOSİ % 1,8 azalmış ve membran geçirgenliği % 10 artmıştır. Fe şeftali bitkisinde stoma davranışlarını kontrol etmiştir. Hassas anaç olan Garnem'de stoma faktörleri Fe eksikliğine daha duyarlı bulunmuştur. Stoma ve gözenek alanlarındaki artış, stoma iletkenliğinde artışa neden olmuştur. Fe eksikliği zararı, SPAD ve antosiyaninde daha yüksek kayıplardan ve artan membran geçirgenliğinden dolayı Garnem'de daha yüksek bulunmuştur. Bu yüzden GF 677, şeftali bahçelerinde Fe noksanlığı koşullarında kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Demir eksikliği, Şeftali, *Prunus*, Anaç, Stoma

1. Introduction

Iron (Fe) is very important nutrient playing pivotal roles in respiration and photosynthesis (Kobayashi and Nishizawa, 2012). The symptom of Fe deficiency is leaf chlorosis which causes depression in plant growth (Gao et al., 2011). Chlorosis caused by Fe deficiency generally occurs in calcareous soils due to alkaline pH environments (Jiménez et al., 2011; Aras et al., 2018). Many fruit trees including peach are known sensitive to iron depletion (Eichert et al., 2010; Arikani et al., 2018). Fe starvation decreases leaf chlorophyll and carotenoid concentrations, depresses plant growth and declines photosynthetic capacity (Larbi et al., 2006; Fernández et al., 2008).

Iron is found predominantly in the form of Fe^{3+} , however plants take up Fe most readily in the form of Fe^{2+} . Therefore, Fe^{3+} must be reduced to Fe^{2+} with some mechanisms (García et al., 2018). Two mechanisms are known to iron transition; one mechanism in which Ferricchelate-reductase (FC-R) an enzyme playing key role in Fe^{3+} reduction to Fe^{2+} called as strategy I and the other one is called strategy II and it provides chelation to Fe availability (Donnini et al., 2009; Aras et al., 2018). Fruit trees utilize strategy I with the FC-R enzyme for Fe availability.

Stomata enable gas exchange between leaf and environment (Vráblová et al., 2018). Stress conditions induce changes in stomatal behaviors to adapt to environment. Changes in stomatal morphology play pivotal role in controlling gas exchange. Stomatal behavior can be evaluated by stomatal density, pore size and pore area (Gerardin et al., 2018). Kiani-Pouya et al. (2020) reported that salinity-tolerant barley plants reduced stomata density in order to decline water loss. In addition, many studies represented that drought stress causes decrease in stomatal aperture (Romero-Romero et al., 2018; Junlin et al., 2019). However, to our knowledge, a few studies are reporting the effects of Fe deficiency on stomatal properties in grafted peach.

The utilize of stress tolerant rootstocks represents a solution to alleviate stress damage (Aras and Eşitken, 2018). GF 677 rootstock is known Fe chlorosis-tolerant (Tagliavini and Rombola, 2001) and Garnem is sensitive to Fe chlorosis (Jiménez et al., 2008). Influence of Fe chlorosis on leaf anatomy was studied in previous experiments (Fernández et al., 2008; Eichert et al., 2010), in our study we focused on the stomatal properties under Fe starvation. Thus in the present experiment, we compared stomatal properties of peach plants grafted onto GF 677 and Garnem rootstocks under Fe deficiency conditions and the results were further evaluated by some plant growth traits and leaf physiological responses.

2. Materials and Methods

The experiment was performed in March of 2020 in a semi-controlled greenhouse (controlling climate factors) at the Yozgat Bozok University. One-year-old grafted plants from grafting combinations consisting of one peach cultivar; Rich May (*Prunus persica* Batsch) and two rootstocks; GF 677 (*Prunus amygdalus* x *P. persica*) and Garnem (*P. dulcis* x *P. persica*) were planted in 10 L pots containing perlite. The experiment was laid out in a randomized plot design with three replications involving five plants for each grafting combinations in each replication. Plants were treated with Hoagland solution (Hoagland and Arnon, 1950) for two months and, then were subjected to Fe deficient Hoagland solution for period of 3 months. In control groups Hoagland solution was used. Plants were fertigated once a week and pH of the solution was adjusted to 6.3. In the conclusion of the study, leaf and stomatal properties were evaluated.

2.1. Morphological measurements

Relative growth performances of different graft combinations under Fe depletion were determined in terms of shoot diameters and shoot length. Measurements of the shoot diameter and length were performed with a digital caliper (Mitutoyo) and ruler, respectively. The relative growth rates (RGR) were calculated using the equation (1) given below (Del Amor and Marcelis, 2003):

$$RGR = 100 \times [(\ln X_{t_2} - \ln X_{t_1}) / (t_2 - t_1)] \quad (\text{Eq.1})$$

with $t_2 - t_1 = 90$ days (duration of Fe depletion experiment), X_{t_2} = final shoot diameter and shoot length, X_{t_1} = initial shoot diameter and shoot length.

2.2. Physiological measurements

Relative chlorophyll (SPAD) content was determined by a Minolta SPAD-502 chlorophyll meter (Minolta Camera Co, Ltd, Osaka, Japan). Stomatal conductivity and leaf temperature were conducted on the youngest fully expanded leaves on upper branches of the plants with leaf porometer (Li-COR). Relative anthocyanin content of the leaves was measured with an Anthocyanin Content Meter (ACM-200 plus).

Leaf relative water content (LRWC) was determined by the following equation (2) of Smart and Bingham (1974):

$$\text{LRWC}(\%) = [(\text{FW}-\text{DW})/(\text{TW}-\text{DW})] \times 100 \quad (\text{Eq.2})$$

with FW= fresh weight, DW= dry weight, TW= turgor weight

The procedure of membrane permeability (electrolyte leakage) based on Lutts et al. (1996) was utilized with an electrical conductivity (EC) meter. The leaf samples with 1 cm segments were imbibed in 10 mL of distilled water and incubated at room temperature (25°C) on a shaker (100 rpm) for 24 h. Electrical conductivity of bathing solution (EC₁) was measured after incubation. The same samples were then placed in an autoclave at 120°C for 20 min and the second measurement (EC₂) was taken after cooling solution to room temperature. The electrolyte leakage was calculated as EC₁/EC₂ and expressed as percent.

2.3. Stomatal properties

Stomatal characteristics were measured on the abaxial surface of the leaves under light microscope. The samples of leaves taken from the treatments were stored in a 70% ethanol solution. The leaf pieces were bleached in a 100% ethanol solution to observe stomatal morphology and placed on a slide and visualized with a light microscope (Olympus CX21) coupled to a digital camera (Kameram 5). Stomatal length, width, perimeter, pore length, width, perimeter and stomata density were measured. Stomata area and pore area were calculated with the following equation (3) (Zhu et al., 2019):

$$\text{Stomata area} = (\pi * \text{SL} * \text{SW})/4, \text{ Pore area} = (\pi * \text{PL} * \text{PW})/4 \quad (\text{Eq.3})$$

with SL= stomatal length, SW= stomatal width, PL= pore length, PW= pore width

2.4. Statistical analyses

The statistical analyses were performed with the statistical software package SPSS, version 20.0. Data were subjected to two-way ANOVA and means were separated by the Duncan's test at a significance level of P<0.05.

3. Results and Discussion

3.1. Plant growth and physiological responses

Iron deficiency significantly affected plant growth in grafted peach plants (Table 1). The highest decrease in plant growth by Fe deficiency was found in Rich May grafted onto Garnem. Under Fe deficiency conditions all plants in grafting combinations produced lower shoot RGR related to control plants. The higher decreases were recorded in Rich May/Garnem. Concerning shoot RGR in diameter and in length Rootstock Garnem resulted in 9 and 50% respectively decrease under Fe depletion. Alternatively decreases in shoot RGR in diameter and in length with GF 677 rootstock were 6 and 10%, respectively.

Table 1. Effects of Fe deficiency on shoot growth in grafted peach plants

Variety/Rootstock	Treatments	shoot RGR in diameter	shoot RGR in length
Rich May/Garnem	Control	0.5587 a	0.8967 a
	Fe deficient	0.5049 b	0.4418 b
Rich May/GF 677	Control	0.7015 a	0.6781 a
	Fe deficient	0.6543 b	0.6107 b

Means separation within column by Duncan's multiple range test. P<0.05

The physiological responses of peach leaves were also statistically influenced by Fe deficiency. SPAD values and relative anthocyanin content decreased by 52 and 70% in Rich May/Garnem grafting combinations under Fe deficiency (Table 2). As in the case of shoot RGR the losses were lower in plants grafted onto GF 677. Alternatively stomatal conductance increased with rootstock Garnem whereas it decreased with rootstock GF 677 (Table 2).

The leaf temperature, membrane permeability and LRWC were also affected by rootstocks under Fe deficiency. The leaf temperature decreased by 3.0% in Garnem while increased by 3.4% in GF 677 (Table 3). Fe deficiency increased LRWC and membrane permeability increased in Garnem. In GF 677, LRWC decreased by 1.8% and membrane permeability increased 10% (Table 3).

Table 2. Effects of Fe deficiency on SPAD value, relative anthocyanin content and stomatal conductance in grafted peach plants

Variety/Rootstock	Treatments	SPAD value	Relative anthocyanin value	Stomatal conductance (mmol m ⁻² s ⁻¹)
Rich May/Garnem	Control	48.03 a	13.4 a	111.4 ^{NS}
	Fe deficient	23.93 b	3.96 b	117.3
Rich May/GF 677	Control	45.9 a	11.96 a	145.6 a
	Fe deficient	31.5 b	6.56 b	96.5 b

Means separation within column by Duncan's multiple range test. P<0.05, NS: Non Significant

Table 3. Effects of Fe deficiency on leaf temperature, LRWC and membrane permeability in grafted peach plants

Variety/Rootstock	Treatments	Leaf temperature (°C)	LRWC (%)	Membrane permeability (%)
Rich May/Garnem	Control	33.03 a	86.44 b	32.27 b
	Fe deficient	32.03 b	91.16 a	37.89 a
Rich May/GF 677	Control	32.9 b	86.50 a	40.16 b
	Fe deficient	34.03 a	84.96 b	44.07 a

Means separation within column by Duncan's multiple range test. P<0.05, NS: Non Significant

3.2. Stomatal behaviors

Stomatal morphology was affected by Fe deficiency results differed between rootstocks (Table 4 and Table 5). Peach plants grafted onto Garnem produced higher means of stomatal length, width and perimeter under Fe deficiency conditions. In Rich May grafted on GF 677, stomatal length increased by 3% and stomatal width and perimeter decreased by 8.5 and 5.0%, respectively. Fe deficient Garnem had lower stomatal density and higher stomatal area compared to control. In GF 677, stomatal density and area decreased under Fe deficiency.

In Rich May/GF 677 graft combination pore length, width, perimeter and area were tend to be decreased by Fe deficiency (Table 5). In Rich May/Garnem, pore width decreased while pore length, perimeter and area increased by Fe deficiency.

Table 4. Effects of Fe deficiency on stomatal properties in grafted peach plants

Variety/Rootstock	Treatments	Stomatal length (µm)	Stomatal width (µm)	Stomatal perimeter (µm)	Stomatal density (no. mm ⁻²)	Stomatal area (µm ²)
Rich May/Garnem	Control	29.66 b	22.66 b	91.74 b	372.0 a	530.1 b
	Fe deficient	32.5 a	23.9 a	98.56 a	340.3 b	610.2 a
Rich May/GF 677	Control	31.83 b	25.43 a	98.66 a	293.3 a	636.5 a
	Fe deficient	32.83 a	23.26 b	93.83 b	283.0 b	601.3 b

Means separation within column by Duncan's multiple range test. P<0.05

Table 5. Effects of Fe deficiency on pore properties in grafted peach plants

Variety/Rootstock	Treatments	Pore length (μm)	Pore width (μm)	Pore perimeter (μm)	Pore area (μm^2)
Rich May/Garnem	Control	14.66 b	7.3 ^{NS}	40.68 ^{NS}	84.04 b
	Fe deficient	15.35 a	7.2	40.75	87.72 a
Rich May/GF 677	Control	17.46 a	8.03 a	48.06 a	110.71 a
	Fe deficient	16.30 b	7.6 b	45.30 b	97.41 b

Means separation within column by Duncan's multiple range test. $P < 0.05$, NS: Non Significant

4. Discussion

Current experiment revealed that leaf chlorosis and necrosis were observed in both rootstocks under Fe deficiency conditions. The degree of the Fe chlorosis was found to be higher in Rich May/ Garnem than those in Rich May/ GF 677 graft combinations.

4.1. Plant growth

Retardation in plant growth has been reported in many fruit trees imposed to environmental stress factors (Yin et al., 2010; Aras and Eşitken, 2018). Gruber and Kosegarten (2002) stated that restriction in plant growth is a clear symptom of Fe deficient plants. Iron takes a key role in photosynthesis and electron transport system (Morales et al., 1990), thus depressed growth could be caused by decline in photosynthesis (not determined in the present study) due to Fe deficiency. In the present study, we evaluated plant growth in terms of RGR of shoot diameter and length. Relative growth rate is an important indicator of plant growth affected by net assimilation rate, leaf area, dry matter distribution are related to the characteristics of the rootstocks (Solari et al., 2006; Aras et al., 2019). Fe deficiency caused a remarkable decrease in the RGRs. The decline in the RGRs was more pronounced in Rich May/Garnem.

4.2. Physiological responses

Iron takes pivotal roles in function of chloroplast and the Fe deficiency leads to a decline in chlorophyll content (Valipour et al., 2020) and causes interveinal chlorosis (Molassiotis et al., 2006; Aras et al., 2018). SPAD value quantifies the relative chlorophyll content in the leaves and in our study SPAD decreased by Fe deficiency in both rootstocks. Djennane et al. (2011) reported that SPAD value decrease from 30.6 to 24.4 in pear genotypes under Fe-depletion conditions. Decrease in SPAD was higher in Rich May/Garnem in our study. Similar to chlorophyll, relative anthocyanin content decreased under Fe deficiency. It has been reported that many nutrients including Fe take a role in anthocyanin biosynthesis (Shi et al., 2017). From this point of view it can be speculated that rootstock GF 677 has a reducing effect on losses in anthocyanin content compared to Garnem under Fe deficiency conditions.

Iron deficiency damaged cell membranes in peach plants determined by membrane permeability. The damage was higher in Garnem compared to GF 677. Increment in membrane permeability was reported in many environmental stress studies regarding salinity (Aras and Eşitken, 2018), drought (Bat et al., 2020). Here we report that under Fe deficient conditions cell membrane damage was lower in GF 677 than in Garnem.

Stomatal conductance is affected by environmental factors (Pouyafard et al., 2016) and was differently affected by Fe deficiency. The value increased in Garnem, while it decreased in GF 677 under Fe deficiency conditions. Sharma et al. (2016) reported that stomatal conductance increase in cauliflower under Fe deficiency. Alternatively Mattiello et al. (2015) stated that stomatal conductance decreased under zinc (Zn) deficiency. We suggest that Fe deprivation increased leaf transpiration thus promoted uptake of Fe from rhizosphere consequently led to decrease in leaf temperature and increase in LRWC in Rich May/Garnem.

4.3. Stomatal behaviors

Plants control stomatal morphology against stress factors (Demirbaş and Balkan, 2018). Decline in stomatal density and area is well reported under drought conditions (Romero-Romero et al., 2018; Junlin et al., 2019). However, there

is no clear result on stomatal behaviors under Fe deficient conditions. In a previous experiment, stomatal pore area of peach leaves decreased by 49% under Fe deficiency conditions (Fernández et al., 2008). In the current study, we evaluated stomatal behaviors in terms of stomata (whole stomata) and pore (stomatal aperture). We found that stomatal density decreased by Fe deficiency in peach plants. However rootstock responses varied. Stomatal and pore areas increased in Garnem while the values decreased in GF 677 in Fe deficient conditions. While Fe deficiency give rise to stomatal perimeter when used Garnem, it did not affect pore perimeter. On the other hand with rootstock GF 677 both stomatal perimeter and pore perimeter declined under Fe deficiency. These results support the increment in stomatal conductance in Garnem and decline in stomatal conductance in GF 677. Mineral uptake by roots is provided by leaf transpiration (Alarcón et al., 1999) and we concluded that Garnem rootstock led to an increase in stomatal conductance and stomatal and pore area under Fe deficiency. GF 677 tolerated Fe deficiency and did not required high stomatal conductance and stomatal area. Ridolfi and Garrec (2000) stated that stomatal density increased in beech leaves under Ca and Mg conditions. Mattiello et al. (2015) reported that stomata density increased in maize leaves under Zn deficiency conditions. Stomatal density decreased by boron deficiency in *Dittrichia viscosa* plant (Stavrianakou et al., 2006).

Stomatal respond to signals under stress conditions and smaller stomata faster respond to signaling cues (Lawson and Matthews, 2020). In our study, decreases in stomatal perimeter and area in GF 677 suggest faster stomatal closure and decline in stomatal conductance.

5. Conclusion

Iron controlled stomatal behaviors in peach plant. Stomatal factors were found to be more sensitive to Fe deficiency in sensitive rootstock, Garnem. Moreover, increment in stomatal and pore areas led to an increase in stomatal conductance. Fe deficiency stimulated decrease in Chlorophyll and anthocyanin values and increase in leaf damage. The damage caused by Fe depletion was found to be higher in Garnem presumably due to higher losses in SPAD and anthocyanin values and increasing membrane permeability. This study offers evidences for a better understanding over detrimental influences of Fe-deficiency at the leaf level.

Acknowledgement

This study was supported by the grants from Yozgat Bozok University with Project Coordination Application and Research Center with 6602c-ZF/20-387 project number.

References

- Alarcón, A. L., Madrid, R., Egea, C., Guillén, I. (1999). Calcium deficiency provoked by the application of different forms and concentrations of Ca²⁺ to soil-less cultivated muskmelons. *Scientia Horticulturae*, 81(1): 89-102.
- Aras, S., Eşitken, A. (2018). Physiological responses of cherry rootstocks to short term salinity. *Erwerbs-Obstbau*, 60: 161-164.
- Aras, S., Arıkan, Ş., İpek, M., Eşitken, A., Pırlak, L., Dönmez, M. F., Turan, M. (2018). Plant growth promoting rhizobacteria enhanced leaf organic acids, FC-R activity and Fe nutrition of apple under lime soil conditions. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40(6):120.
- Aras, S., Eşitken, A., Karakurt, Y. (2019). Morphological and physiological responses and some WRKY genes expression in cherry rootstocks under salt stress. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 17(4): 0806.
- Arıkan, Ş., Eşitken, A., İpek, M., Aras, S., Şahin, M., Pırlak, L., Dönmez, M. F., Turan, M. (2018). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on Fe acquisition in peach (*Prunus persica* L) under calcareous soil conditions. *Journal of Plant Nutrition*, 41 (17): 2141-2150.
- Bat, M., Tunçtürk, R., Tunçtürk, M. (2020). Ekinezya (*Echinacea purpurea* L.) bitkisinde kuraklık stresi ve deniz yosunu uygulamalarının bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(1): 99-107.
- Del Amor, F., Marcellis, L. F. M. (2003). Regulation of nutrient uptake, water uptake and growth under calcium starvation and recovery. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 7: 343-349.
- Demirbaş, S., Balkan, A. (2018). Tuz stresi koşullarında bazı tritikale çeşitlerinin hidrojen peroksit (H₂O₂) ön uygulamasına tepkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 15(2): 5-13.
- Djennane, S., Cesbron, C., Sourice, S., Cournot, R., Dupuis, F., Eychenne, M., Loridon, K., Chevreau, E. (2011). Iron homeostasis and fire blight susceptibility in transgenic pear plants overexpressing a pea ferritin gene. *Plant Science*, 180(5): 694-701.
- Donnini, S., Castagna, A., Ranieri, A., Zocchi, G. (2009). Differential responses in pear and quince genotypes induced by Fe deficiency and bicarbonate. *Journal of Plant Physiology*, 166(11): 1181-1193.
- Eichert, T., Peguero-Pina, J. J., Gil-Pelegrín, E., Heredia, A., Fernández, V. (2010). Effects of iron chlorosis and iron resupply on leaf xylem architecture, water relations, gas exchange and stomatal performance of field-grown peach (*Prunus persica*). *Physiologia Plantarum*, 138(1): 48-59.
- Fernández, V., Eichert, T., Del Río, V., López-Casado, G., Heredia-Guerrero, J. A., Abadía, A., Heredia, A., Abadía, J. (2008). Leaf structural changes associated with iron deficiency chlorosis in field-grown pear and peach: physiological implications. *Plant and Soil*, 311(1-2): 161.
- Gao, C., Wang, Y., Xiao, D. S., Qiu, C. P., Han, D. G., Zhang, X. Z., Wu, T., Han, Z. H. (2011). Comparison of cadmium-induced iron-deficiency responses and genuine iron-deficiency responses in *Malus xiaojinensis*. *Plant Science*, 181(3): 269-274.
- Garcia, M. J., Corpas, F. J., Lucena, C., Alcantara, E., Perez-Vicente, R., Zamarreno, A. M., Bacaicoa, E., Garcia-Mina, J. M., Bauer, P., Romera, F. J. (2018). A shoot Fe signaling pathway requiring the OPT3 transporter controls GSNO reductase and ethylene in *Arabidopsis thaliana* roots. *Frontiers in Plant Science*, 9: 1325.
- Gerardin, T., Douthe, C., Flexas, J., Brendel, O. (2018). Shade and drought growth conditions strongly impact dynamic responses of stomata to variations in irradiance in *Nicotiana tabacum*. *Environmental and Experimental Botany*, 153: 188-197.
- Gruber, B., Kosegarten, H. (2002). Depressed growth of non-chlorotic vine grown in calcareous soil is an iron deficiency symptom prior to leaf chlorosis. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 165(1): 111-117.
- Hoagland, D. R., Arnon, D. I. (1950). The water-culture method for growing plants without soil. Circular 347. Agricultural Experiment Station, University of California, Berkeley.
- Jiménez, S., Ollat, N., Deborde, C., Maucourt, M., Rellán-Álvarez, R., Moreno, M. Á., Gogorcena, Y. (2011). Metabolic response in roots of *Prunus* rootstocks submitted to iron chlorosis. *Journal of Plant Physiology*, 168(5): 415-423.
- Jiménez, S., Pinochet, J., Abadía, A., Moreno, M. Á., Gogorcena, Y. (2008). Tolerance response to iron chlorosis of *Prunus* selections as rootstocks. *HortScience*, 43(2): 304-309.
- Junlin, L., Lei, H., Yanhua, S., Hongen, G., Huanchao, Z. (2019). Functional identification of *Ammopiptanthus mongolicus* anion channel AmSLAC1 involved in drought induced stomata closure. *Plant Physiology and Biochemistry*, 143: 340-350.
- Kiani-Pouya, A., Rasouli, F., Rabbi, B., Falakboland, Z., Yong, M., Chen, Z. H., Zhou, M., Shabala, S. (2020). Stomatal traits as a determinant of superior salinity tolerance in wild barley. *Journal of Plant Physiology*, 245: 153108.
- Kobayashi, T., Nishizawa N. K. (2012). Iron uptake, translocation, and regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Biology*, 63: 131-152.
- Larbi, A., Abadía, A., Abadía, J., Morales, F. (2006). Down co-regulation of light absorption, photochemistry, and carboxylation in Fe-deficient plants growing in different environments. *Photosynthesis Research*, 89:113-126.

- Lawson, T., Matthews, J. (2020). Guard cell metabolism and stomatal function. *Annual Review of Plant Biology*, 71: 273-302.
- Lutts, S., Kinet, J. M., Bouharmont, J. (1996). NaCl-induced Senescence in Leaves of Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Differing in Salinity Resistance. *Annals of Botany*, 78: 389-398.
- Mattiello, E. M., Ruiz, H. A., Neves, J. C., Ventrella, M. C., Araújo, W. L. (2015). Zinc deficiency affects physiological and anatomical characteristics in maize leaves. *Journal of Plant Physiology*, 183: 138-143.
- Molassiotis, A., Tanou, G., Diamantidis, G., Patakas, A., Therios, I. (2006). Effects of 4-month Fe deficiency exposure on Fe reduction mechanism, photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and antioxidant defense in two peach rootstocks differing in Fe deficiency tolerance. *Journal of Plant Physiology*, 163(2): 176-185.
- Morales, F., Abadía, A., Abadía, J. (1990). Characterization of the xanthophyll cycle and other photosynthetic pigment changes induced by iron deficiency in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Plant Physiology*, 94(2): 607-613.
- Pouyafard, N., Akkuzu, E., Kaya, Ü. (2016). Kıyı Ege koşullarında yetiştirilen Ayvalık zeytin fidanlarında su stresine bağlı bazı fizyolojik ve morfolojik değişimlerin belirlenmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 13(1): 88-98.
- Ridolfi, M., Garrec, J. P. (2000). Consequences of an excess Al and a deficiency in Ca and Mg for stomatal functioning and net carbon assimilation of beech leaves. *Annals of Forest Science*, 57(3): 209-218.
- Romero-Romero, J. L., Inostroza-Blancheteau, C., Orellana, D., Aquea, F., Reyes-Díaz, M., Gil, P.M., Matte, J. P., Arce-Johnson, P. (2018). Stomata regulation by tissue-specific expression of the *Citrus sinensis* MYB61 transcription factor improves water-use efficiency in *Arabidopsis*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 130: 54-60.
- Sharma, P. N., Tripathi, A., Kumar, N., Gupta, S., Kumar, P., Chatterjee, J., Tewari, R. K. (2016). Iron plays a critical role in stomatal closure in cauliflower. *Environmental and Experimental Botany*, 131: 68-76.
- Shi, P., Li, B., Chen, H., Song, C., Meng J., Xi, Z., Zhang, Z. (2017). Iron supply affects anthocyanin content and related gene expression in berries of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon. *Molecules*, 22(2): 283.
- Smart, R. E., Bingham, G. E. (1974). Rapid estimates of relative water content. *Plant Physiology*, 53: 258-260.
- Solari, L. I., Johnson, S., DeJong, T. M. (2006). Hydraulic conductance characteristics of peach (*Prunus persica*) trees on different rootstocks are related to biomass production and distribution. *Tree Physiology*, 26(10): 1343-1350.
- Stavrianakou, S., Liakopoulos, G., Karabourniotis, G. (2006). Boron deficiency effects on growth, photosynthesis and relative concentrations of phenolics of *Dittrichia viscosa* (Asteraceae). *Environmental and Experimental Botany*, 56(3): 293-300.
- Tagliavini, M., Rombolà, A. D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*, 15(2): 71-92.
- Valipour, M., Baninasab, B., Khoshgoftarmanesh, A. H., Gholami, M. (2020). Oxidative stress and antioxidant responses to direct and bicarbonate-induced iron deficiency in two quince rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 261: 108933.
- Vráblová, M., Hronková, M., Vrábl, D., Kubásek, J., Šantrůček, J. (2018). Light intensity-regulated stomatal development in three generations of *Lepidium sativum*. *Environmental and Experimental Botany*, 156: 316-324.
- Yin, R., Bai, T., Ma, F., Wang, X., Li, Y., Yue, Z. (2010). Physiological responses and relative tolerance by Chinese apple rootstocks to NaCl stress. *Scientia Horticulturae*, 126(2): 247-252.
- Zhu, K., Yuan, F., Wang, A., Yang, H., Guan, D., Jin, C., Zhang, H., Zhang, Y., Wu, J. (2019). Effects of soil rewatering on mesophyll and stomatal conductance and the associated mechanisms involving leaf anatomy and some physiological activities in Manchurian ash and Mongolian oak in the Changbai Mountains. *Plant Physiology and Biochemistry*, 144: 22-34.

Yulaf Çim Suyunun Bazı Yabancı Ot ve Kültür Bitkisi Tohumlarının Çimlenme ile Fide Özellikleri Üzerine Etkileri

Effects of Oat Grass Juice on Germination and Seedling Characteristics of Certain Weeds and Cultivated Plants

Ruziye KARAMAN^{1*}, Cengiz TÜRKAY², İlknur AKGÜN³


Özet

Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri laboratuvarında 2020 yılında, yulaf çim suyunun bazı kültür bitkisi ve yabancı ot tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla kurulmuştur. Çalışmada kültür bitkileri olarak arpa, buğday, yulaf, fasulye, mercimek, şeker pancarı, ayçiçeği, İtalyan çimi, kırmızı üçgül ve yonca tohumları; yabancı ot tohumu olarak ise, horozibiği ve yabani hardal tohumları kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Uygulama olarak tohumlara yulaf çim suyu ve santrifüj edilmiş yulaf çim suyunun farklı dozları (%25, 50, 75 ve 100) yapılmıştır. Araştırmada çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, sürgün ve kök uzunluğu ile yaş ve kuru ağırlık özellikleri incelenmiştir. Denemede çimlenme oranları fasulyede % 33.59-90.0; mercimekte %0-76.8; arpada %0- 71.6; buğdayda %0-77.9; yulafta %0-55.6; ayçiçeğinde %11.5-90.0 ve yoncada %36.16-68.20 olarak belirlenmiştir. Çimlenme indeksi fasulyede 1.08-6.62; mercimekte 0-16.04; arpada 0-13.96; buğdayda 0-6.93; yulafta 0-6.88; ayçiçeğinde 0.19-7.31 ve yoncada 2.93-10.28 arasında değişmiştir. Sürgün uzunluğu fasulye hariç, mercimek, arpa ve yulaf bitkilerinde; kök uzunluğu ise mercimek, arpa, buğday ve yulafta %25 santrifüj edilmiş yulaf çim suyu (YÇS) uygulaması ve kontrol gruplarında belirlenmiştir. Artan santrifüj edilmiş YÇS dozları ve YÇS uygulamaları ile bazı türlerde (ayçiçeği ve yonca) çimlenme olmuş ancak sürgünler ölçüm yapılamayacak kadar küçük olması sebebiyle sürgün ve kök uzunluğu belirlenememiş olup, buna paralel olarak yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilememiştir.

Elde edilen verilere göre, çimlenme ve fide gelişimi üzerine yulaf çim suyu uygulaması ve artan santrifüj edilmiş çim suyu dozlarının etkisinin olumsuz olduğu belirlenmiştir. Yulaf çim suyunun mineral madde, vitaminler, protein ve antioksidan içerikleri yönünden zengin olmasına rağmen, tohum çimlenmesi ve fide gelişiminde doğrudan bioaktivatör olarak kullanılamayacağı belirlenmiştir. Yulaf çim suyunun içerdiği birçok allelopatik etkiye sahip maddeler (saponin (avenacins), hidroksamik asit, skopoletin, L-triptofan) tohum çimlenmesini engellemiştir.

Anahtar Kelimeler: Yulaf çim suyu, Çimlenme, Çimlenme indeksi, Fide gelişimi, Allelopati

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Ruziye KARAMAN, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta ve Türkiye. E-mail: ruziyekaraman@isparta.edu.tr  OrcID: 0000-0001-5088-8253.

²Cengiz TÜRKAY, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta ve Türkiye. E-mail: cengiz3370turkay@gmail.com  OrcID: 0000-0003-3857-0140.

³ İlknur AKGÜN, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta ve Türkiye. E-mail: ilknurakgun@isparta.edu.tr  OrcID: 0000-0002-7476-7226.

Atıf/Citation: Karaman, R., Türkay, C., Akgün, İ. (2020). Yulaf Çim Suyunun Bazı Yabancı Ot ve Kültür Bitkisi Tohumlarının Çimlenme ile Fide Özellikleri Üzerine Etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 312-321.

Abstract

The study was carried out to determine the effects of oat grass juice on certain culture plants and weeds seeds germination and seedling growth at the Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Field Crops Laboratory in 2020. Barley, wheat, oat, bean, lentils, sugar beet, sunflower, Italian ryegrass, crimson clover and alfalfa seeds as cultivated crops; cockscomb and wild mustard seeds as weed seed were used in the study. The study was established to completely randomized plot design with four replications. As application, oat grass juice and centrifuged oat grass juice doses (25, 50, 75 and 100%) were applied to these seeds. In the research, germination rate, germination index, mean germination time, shoot and root length, and wet and dry weight properties were examined. The germination rates in the experiment were 33.59-90.0% in beans; 0-76.8% in lentils; 0-71.6% in barley; 0-77.9% in wheat; 0-55.6% in oats; 11.5-90.0% in sunflower and 36.2-68.2% in alfalfa. Germination index changed between 1.08-6.62 in beans; 0-16.04 in lentils; 0-13.96 in barley; 0-6.93 in wheat; 0-6.88 in oats; It varied between 0.19-7.31 in sunflower and 2.93-10.28 in crimson clover. Shoot length except for beans, lentil, barley and oat plants, root length were determined for lentil, barley, wheat and oat plants in 25% centrifuged oat grass juice (OGJ) application and control groups. Germination occurred in some species (sunflower and alfalfa) with increasing centrifuged OGJ doses and OGJ applications, but the shoot and root length could not be determined because the seedlings were too small to be measured, and in parallel, their wet and dry weights could not be determined.

According to the data obtained, it was determined that oat grass juice application and increasing centrifuged grass juice doses had negative effects on germination and seedling development. Although oat grass juice is rich in mineral substance, vitamins, protein and antioxidant content, it has been determined that it cannot be directly used as a bioactivator in seed germination and seedling development. Many substances with allelopathic effects (saponin (avenacins), hydroxamic acid, scopoletin, L-tryptophan) contained in oat grass juice prevented seed germination.

Keywords: Oat grass juice, Germination, Germination index, Seedling development, Allelopathy

1. Giriş

Serin iklim tahılları tohumlarından elde edilen çimin sağlık için yararı ile ilgili tartışmalar son 15-20 yıldır gündeme gelmektedir. Amerika'da 1930'lardan itibaren tahıl çimleri şişelenmiş veya kurutulmuş halde tüketilmeye başlanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, tahıl çimlerinin, tahıl unlarına oranla 4-5 kat fazla vitamin, mineral ve protein içerdikleri belirlenmiştir (Sezgin, 2020).

Günlük beslenmede her öğünde tüketilen un mamulleri genellikle tahıllardan karşılanmakta ve tahıllardan istenilen besin değerini elde etme amacıyla çeşitli yöntemler (çimlendirme, fermantasyon ve ısıtma işlemi vb.) kullanılmaktadır (Finney, 1982). Tahılların çimlendirilmesi ile yüksek miktarda antioksidan aktivitesine sahip ürünler ortaya çıkmakta (Rexhepi ve Renata, 2015a) ve bu yeşil ürünler insan sağlığı üzerine yararlı olduğu bildirilmektedir (Ashish ve ark., 2012). Bunlara ek olarak beyin fonksiyonları bozuk olan yaşlı kişiler üzerinde yapılan iki çalışmada diyetlerinde 800-1600 mg yulaf çim suyu takviyesi ile hafıza, dikkat ve konsantrasyonu önemli ölçüde iyileştirdiği tespit edilmiştir (Berry ve ark., 2011; Kennedy ve ark., 2017).

Birçok çalışmada çim sularının yeşil gıda, bitki büyüme düzenleyicisi, herbisit ve fungusit vb., alanlarda kullanım performansları belirlenmiştir (Ergün, 2011; Kardeş, 2015; Akgün ve ark., 2018 a;b). Serin iklim tahılları içerisinde özellikle yulaf çim suyu demir içeriği bakımından diğerlerinden daha üstündür. Bir kişinin günlük alması gereken demir miktarı 10 mg'dır. Bir çay bardağı (100 g) yulaf çim suyunda ise, 13.6 mg demir bulunmaktadır (Demirci, 2009; Ergün, 2011). Ergün (2011), yulaf çim suyunun mineral içeriğini belirlediği çalışmada, günde 100 gr yulaf çim suyu içildiği takdirde günlük gerekli olan mineral madde ihtiyacının P % 6.4, Ca % 3.7, Mg % 6.8, Na % 2, K % 3.65, Cu % 16, Fe % 80, Mn % 4, Zn % 15'inin karşılanacağını ifade etmiştir. Rexhepi ve Renata (2015b), yulaf çim suyunun zengin aminoasit içeriği yanında önemli vitaminleri (B1, 2, 6, ve 12) de bünyesinde bulundurduğunu ve ayrıca yulaf çim suyunun mineraller, vitaminler, antioksidanlar (tricin), klorofiller ile enzimler yönünden oldukça zengin olduğunu bildirmişlerdir. Çim sularının içerdiği etken maddeler (saponin, protein ve aminoasit) sebebiyle diğer bir kullanım alanı tohumlar üzerindeki allelopatik etkisidir. Allelopati, bitkide çeşitli organlar tarafından salgılanan sekonder metabolitlerin etkileşime girerek bitki gelişmesini önlemesi ya da durdurması olarak tanımlanmaktadır (Reigosa ve ark., 2002; Oueslati, 2003; Lam ve ark., 2012; Gürsoy ve ark., 2013). Allelopatiyeye neden olan etkili bileşiklere allelokimyasal adı verilmektedir. Bu bileşikler genellikle bitkilerde bulunan sekonder metabolitlerden oluşmaktadır (Oudhia, 2000; Ghiyasi ve ark., 2016). Sekonder metabolitler bitkide fizyolojik ve ekofizyolojik etkide bulunmaktadır. Allelopatik maddeler iki şekilde bulunmaktadır. Bunlardan ilki; bitkilerin parçalanması ile (inaktif allelopati), ikincisi kök veya gövdeden ortama salgılanma (aktif allelopati) şeklinde olmaktadır (Ghiyasi ve ark., 2016). Allelopati üzerine pek çok çalışma bulunmaktadır (Karaman ve ark., 2014; Ghiyasi ve ark., 2016; Akgün ve ark., 2018 a;b).

Terzi (2007), ceviz meyve kabuklarının suyunu (homojenizatörden geçirdikten sonra santrifüj edilmiş halini) kavun tohumlarına uygulamış ve çimlenme ile fide gelişimi üzerine etkisini belirlemiştir. Araştırmacı 1/4 oranında seyreltilmiş ceviz meyve kabuğu özütlerinin, fide gelişimi üzerine olumlu etkide bulunurken, saf ve 1/8 oranında seyreltilmiş özütler ise fide gelişimini önemli seviyede olumsuz olarak etkilemiştir. Karaman ve ark. (2014), lavanta bitkisinden elde ettikleri uçucu yağın dozlarının kültür ve yabancı bitkiler üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada lavanta yağının dozlarının artması ile çimlenme ve fide özelliklerinde düşüşler meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Ghiyasi ve ark. (2016), sirken yabancı otunun %6'lık bitki özütü dozlarının (%20, 40, 80 ve 100) kolza tohumlarının çimlenme ve anormal çim oluşturma özellikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar, %100 oranında sirken bitki özütünün en düşük çimlenme ve en yüksek anormal fide yüzdesine neden olduğunu ifade etmişlerdir. Akgün ve ark. (2018a), buğday çim suyunun mısırdaki fide gelişimi üzerine aktivatör olma potansiyelini ve *Rhizoctonia solani* üzerine etkilerini belirledikleri çalışmada, buğday çim suyunun mısırdaki fide gelişimi üzerine olumsuz etkide bulunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, mısırdaki buğday çim suyunun *Rhizoctonia solani* semptomlarının şiddetini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ergin ve Kaya (2020), yulaf bitki özütü dozlarının yağ bitkileri tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini belirledikleri çalışmada, yağ bitkileri tohumlarının çimlenme süresinin artan yulaf bitki özütü dozları ile uzadığını ve fide gelişimi üzerine yulaf bitki özütünün artan dozlarının olumsuz etkide bulunduğunu saptamışlardır. Hatta araştırmacılar, yulaf bitki özütü artan dozlarının buğday ve yulaf fideleri gelişimini engellediğini ifade etmişlerdir. Yulaf bitkisinde de allelopatik etkiye hidroksamik asit, skopoletin, L-triptofan maddelerinin neden olduğu bildirilmiştir (Gürsoy ve ark., 2013). Diğer taraftan bazı triterpenoid olan saponinlerin (avenacin) kültürü yapılan tahıllarda hastalıklara dayanıklılığın

geliştirilmesinde etkili olabileceği ileri sürülmüştür (Osbourn, 2003). Kuca ve Yağcı (2021), bilinçsiz pestisit kullanımının ürünlerde ilaç kalıntısı kalmasına neden olduğunu bu nedenle de, çevre ve insan sağlığı yönünden risk oluşturduğunu bildirmişlerdir. Bu durum göz önüne alınarak, birçok bitkinin çim suyu çıkarılmış ve kalıntı bırakmayan pestisit (herbisit ve fungusit vb.) olarak kullanım performansları belirlenmiştir. Bu çalışmada yulaf çim suyu ve santrifüj edilmiş yulaf çim suyu (süpernatant) dozlarının bazı yabancı ot ve kültür bitkileri tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Laboratuvarında 2020 yılında yapılmıştır. Çalışmada bazı kültür bitkileri ve yabancı ot tohumları kullanılmıştır. Kültür bitkisi olarak; iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare*), ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.), yulaf (*Avena sativa* L.), fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), mercimek (*Lens culinaris*), şeker pancarı (*Beta vulgaris*), ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), İtalyan çimi (*Lolium multiflorum* Lam.), kırmızı üçgül (*Trifolium incarnatum* L.) ve yonca (*Medicago sativa* L.), yabancı ot tohumu olarak ise, horoz ibiği (*Amaranthus albus* L.) ve yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.) tohumları kullanılmıştır. Çalışma, tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede toplam [4 tekerrür x 12 tür x 6 uygulama (kontrol ve yulaf çim suyu konsantrasyonları)] 288 petri kullanılmıştır (Şekil 1). Her bir bitki türü için 6 farklı uygulama [saf su (kontrol), yulaf çim suyu (YÇS) ve santrifüj edilmiş yulaf çim suyunun (YÇS) 4 farklı konsantrasyonu (%25, %50, %75 ve %100)] yapılmıştır.



Figure 1. Oat grass cultivated, grass juice obtained, oat grass juice and centrifuged oat grass juice applications

Şekil 1. Yulaf çimi yetiştirilmesi, çim suyu çıkarılması, yulaf çim suyu ve santrifüj edilmiş yulaf çim suyu uygulamaları

Farklı türlere ait tohumlar 9 cm çaplı petri kaplarında, Whatman (No:3) filtre kâğıtları üzerinde çimlendirilmiştir. Petri kaplarına, arpa, buğday, yulaf, fasulye ve ayçiçeğinden 25 adet, mercimek, şeker pancarı, İtalyan çimi, kırmızı üçgül, yonca, horoz ibiği ve yabani hardaldan 50 adet tohum konulmuştur. ISTA (1996)'da belirtilen esaslara göre çimlendirme petri kaplarında 22-24 °C sıcaklıkta inkübatörde yapılmıştır. Tohumlar çimlenme ortamına konulduktan sonra her gün kontrol edilerek çimlenenlerin sayıları belirlenmiştir.

Çim suyu, elde etmek amacıyla yulaf tohumları 30x50 cm kasalara sık bir şekilde ekilmiştir. 14 gün sonunda biçime hazır hale gelen yulaflar makas ile biçilerek katı meyve suyu sıkacağına geçirilerek tamamen parçalanması sağlanmış ve çim suyu elde edilmiştir (Rexhepi ve Reneta, 2015b; Şekil 1). Daha sonra santrifüj edilmiş çim suyu elde etmek için 5 dakika süreyle 5000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Süpernatant kısmı alınarak, %100, %75, %50 ve %25 oranlarında saf su ile seyreltilerek tohumlara direk uygulanmıştır. Her bir petri için, küçük çaplı tohumlara (mercimek, şeker pancarı, İtalyan çimi, kırmızı üçgül, yonca, horoz ibiği ve yabani hardal) 10 ml, büyük çaplı (arpa, buğday, yulaf, fasulye ve ayçiçeği) tohumlara 15 ml olacak şekilde santrifüj edilmemiş yulaf çim suyu ve santrifüj edilmiş YÇS dozları (%25, %50, %75 ve %100) verilmiştir. Her türe ait kontrol grubundaki tohumlara da aynı miktarda (10 ml ve 15 ml saf su) uygulanmıştır. ISTA kurallarına göre her bir tür için değerlendirmelerde farklı süreler (arpa:4-7 gün; buğday:4-8 gün; yulaf: 5-10 gün; fasulye:5-9 gün; mercimek:5-10 gün, şeker pancarı:4-14 gün; ayçiçeği:4-10 gün; İtalyan çimi:5-14 gün; kırmızı üçgül:4- 7 gün; yonca: 5-10 gün; horoz ibiği:4-14 gün ve yabani hardal: 3-7 gün) dikkate alınmıştır (ISTA, 1996). Denemede incelenen özellikler aşağıda belirtilmiştir.

Çimlenme oranı (%): (Çimlenen tohumların sayısı/ çimlenme ortamına konulan tohum sayısı) x 100 formülüne göre çimlenme oranları hesaplanmıştır. Çimlenme indeksi aşağıda belirtilen eşitlik 1 den yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Çimlenme indeksi: } (G1/1) + (G2/2) + \dots + (Gn/n) \quad (\text{Eş.1})$$

Burada $G1 \dots Gn$ sırasıyla 1. ve Gn (çimlenmeye son verildiği gün) günlere ait çimlenme yüzdelere ifade etmektedir (Esechie, 1994). Kök ve Sürgün Uzunluğu (cm): Tohumlar ISTA kurallarına göre çimlenme sürelerinin sonunda fidelerin kök ve sürgünleri birleşme yerlerinden jilette kesilerek uzunlukları milimetrik bir cetvel yardımı ile ölçülmüştür (Bozcuk, 1978). Bir petrideki kök ve sürgün uzunlukları toplamının, fide sayısına bölünmesiyle ortalama kök/sürgün uzunluğu cm/bitki olarak hesaplanmıştır. Yaş ve Kuru Ağırlık (g): Seçilen 10 fidenin yaş ağırlıkları 0.01 duyarlı hassas terazide tartılarak g cinsinden saptanmıştır. Yaş ağırlıkları belirlenen fideler 65°C'de bir gün etüvde kurutulduktan sonra hassas terazide tartılarak g olarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Denemede incelenen özelliklere ilişkin elde edilen verilerle, her tür için tesadüf parselleri deneme desenine göre MINITAB istatistik paket programı ile varyans analizi yapılmış ve farklılık gruplandırılmaları 0.05 düzeyinde Tukey testi göre yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Çalışmada YÇS ve santrifüj edilmiş YÇS dozlarının uygulanması sonucunda, tüm türler üzerine uygulamaların kontrole göre olumsuz etkisi olduğu ve hatta bazı türlerde (yabani hardal, horoz ibiği, şeker pancarı, İtalyan çimi ve kırmızı üçgül) çimlenme görülmediği belirlenmiştir. Kontrol grupta çimlenme oranı; yabani hardalda %44, horoz ibiğinde %70.7, şeker pancarında %31.3, İtalyan çiminde %83.3 ve kırmızı üçgülden % 45.3 olarak tespit edilmiştir. Yulaf çim suyu uygulamalarında çimlenmeyen türler deneme dışı bırakılmıştır. Araştırmada fasulye, mercimek, arpa, buğday, yulaf, ayçiçeği ve yonca türlerinin çimlenme oranı, çimlenme indeksi, fide ve kök uzunluğu ile yaş ve kuru ağırlık özellikleri incelenmiş ve her türe çalışmadaki deneme planına uygun varyans analizi yapılmış ve uygulamaların etkisi istatistik olarak önemli bulunmuştur.

3.1. Çimlenme Oranı ve Çimlenme İndeksi

Çalışmada fasulye türünün çimlenme oranı değerleri incelendiğinde, en yüksek değerler kontrol uygulamasında (%90) belirlenmiş ve bu değeri santrifüj edilmiş %25 YÇS uygulaması (%68.6) takip etmiştir (Tablo 1). Santrifüj edilmiş YÇS dozlarının artması ile çimlenme oranı değerleri de azalmıştır. Fasulyede en düşük çimlenme oranı YÇS uygulamasında (%33.6) tespit edilmiştir. Mercimek, arpa ve yulaf türlerinde çimlenme sadece kontrol ve santrifüj edilmiş %25 YÇS uygulamasında görülmüş, diğer uygulamalarda çimlenme görülmemiştir. Buğday, ayçiçeği ve yonca türlerinde, en yüksek çimlenme oranı değerleri (sırasıyla %77.9; %90.0 ve %68.2) kontrol uygulamalarında belirlenmiş, santrifüj edilmiş YÇS uygulamaları ile çimlenme oranı da azalmıştır. Buğday türünde YÇS ve santrifüj edilmiş %50, %75 ve %100 YÇS uygulamalarında çimlenme olmamıştır. Ayçiçeği ve yonca türlerinde en düşük çimlenme oranı YÇS (sırasıyla %11.5 ve %37.4) ve santrifüj edilmiş %100 YÇS (sırasıyla %14.0 ve %36.2) uygulamalarında belirlenmiştir. Ayrıca yoncada en düşük çimlenme oranı %100 SYÇS'dan belirlenmesine rağmen, YÇS, %75 SYÇS ve %50 SYÇS ile arasındaki fark önemsiz olarak bulunmuştur.

Araştırmada incelenen özelliklerden çimlenme indeksi, tohumların kısa sürede yüksek çimlenme yüzdesi oluşturan uygulamayı belirleyebilmek amacıyla kullanılmaktadır (Akgün ve ark., 2018a). Araştırmada YÇS uygulamalarının çimlenme indeksi üzerine etkileri incelendiğinde, kullanılan türlerin hepsinde en yüksek çimlenme indeksi kontrol grubunda belirlenmiş ve bu grubu santrifüj edilmiş %25 YÇS uygulaması takip etmiştir. Santrifüj edilmiş YÇS dozlarının artmasına bağlı olarak çimlenme indeksinde azalmalar saptanmıştır. Mercimek, arpa ve yulaf türlerinde yulaf çim suyu, %50, %75 ve %100 santrifüj edilmiş YÇS dozlarında çimlenme olmamasından dolayı çimlenme indeksi hesaplanamamıştır (Tablo 1).

Bitkilerde bulunan sekonder metabolitlerden oluşan allelokimyasallar tohumların çimlenmesi ve fide büyümesini engelleyebilmekte veya teşvik edebilmektedir (Zeng ve ark., 2008). Yapılan bazı çalışmalarda bitkilerdeki allelokimyasalların, farklı bitki aksamlarından çıkan uçucu maddeler olduğunu (Bradov ve Connick, 1998), bazı maddelerin bitki köklerinden salgılandığını (Qasem ve Hill, 1989) ve bazılarının ise de bitkilerin toprak üstü kısımlarından su ile çözünüp toprağa karıştığını (Qasem, 1994) bildirilmiştir (Özbay, 2018). Gürsoy ve ark. (2013), bitki aksamlarının (kök, yaprak, sap vb.) veya bu aksamlarına parçalanıp ayrışması ile salgılanan kimyasalların farklı konsantrasyonlarının üretim kayıplarına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Yulafta da bulunan allelopatik maddeler nedeniyle, yulaf çim suyu ve santrifüj edilmiş yulaf çim suyu konsantrasyonları kültür ve yabancı ot tohumlarının çimlenme özellikleri (çimlenme indeksi ve oranı) üzerine allelopatik (engelleyici) etkide

bulunmuştur. Çimlenme oranı, tohumun ekim formunu karakterize etmede kullanılan önemli bir faktör olup (Delchev, 2017), tohumun canlılığı hakkında da bilgi vermektedir. Qasem ve Issa (2003) kabak sürgünlerinden elde ettiği özsuyun horozibiği ve sirken yabancı otları tohumlarına uygulamış ve bu uygulama ile çimlenmesinin engellediğini tespit etmişlerdir. Özbay (2018), bitki ekstratlarının biberin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, bitki ekstratlarının engelleme etkisinin ve oranının türlere ve dozlara bağlı olarak değiştiğini ifade etmiştir. Stratu ve ark. (2012), selam otu ve kereviz bitkisi yapraklarından elde ettikleri ekstraktın mercimek tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine olumsuz etkide bulunduğunu ve çimlenmeyi geciktirip engellediğini hatta kök gelişimini engellediğini bildirmişlerdir. Bir diğer araştırmada, *Chromolaena odorata* bitkisi yapraklarından ve köklerinden elde edilen ekstraktlarının (% 0.1 ve 10) tohum çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine olumsuz etkide bulunduğu saptanmıştır (Hu ve Zhang, 2013). Pek çok araştırmacının yaptığı çalışmalar, elde ettiğimiz sonuçları destekler niteliktedir.

Tablo 1. Farklı türlerin çimlenme oranı (%) ve çimlenme indeksine ait değerler

Table 1. Germination ratio (%) and germination index values of different species

	Uygulamalar	Fasulye	Mercimek	Arpa	Buğday	Yulaf	Ayçiçeği	Yonca
Çimlenme oranı	Kontrol	90.00 a*	76.78 a	71.61 a	77.94 a	55.58 a	90.00 a	68.20 a
	Yulaf Çim Suyu	33.59 e	-	-	-	-	11.54 e	37.42 c
	%25 SYÇS	68.63 b	47.72 b	20.23 b	44.62 b	27.87 b	29.28 b	52.00 b
	%50 SYÇS	55.05 c	-	-	20.08 c	-	20.26 c	46.49 bc
	%75 SYÇS	46.73 d	-	-	-	-	18.22 cd	42.12 bc
	%100 SYÇS	48.46 cd	-	-	-	-	13.98 de	36.16 c
	Tukey	7.26	0.73	0.61	0.73	0.33	0.56	1.03
	Cv (%)	5.44	1.51	1.68	1.36	1.11	0.78	0.95
Çimlenme indeksi	Kontrol	6.62 a	16.04 a	13.96 a	6.93 a	6.88 a	7.31 a	10.28 a
	Yulaf Çim Suyu	1.08 e	-	-	-	-	0.37 d	2.93 f
	%25 SYÇS	3.87 b	7.25 b	1.10 b	3.80 b	1.60 b	1.35 b	6.05 b
	%50 SYÇS	3.19 c	-	-	0.71 c	-	0.82 c	4.76 c
	%75 SYÇS	2.04 d	-	-	-	-	0.64 c	3.87 d
	%100 SYÇS	1.44 e	-	-	-	-	0.19 d	3.23 e
	Tukey	0.47	1.26	0.10	0.10	0.08	0.24	0.30
	Cv (%)	6.74	4.39	1.61	2.22	2.36	5.74	2.50

SYÇS: Santrifüj edilmiş yulaf çim suyu; *Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

3.2. Sürgün ve Kök Uzunluğu

Araştırma sonuçlarına göre *Tablo 2* incelendiğinde, santrifüj edilmiş YÇS dozlarının artmasına bağlı olarak bitki türlerinin sürgün ve kök uzunlukları azalmıştır. Bitki türlerinde en yüksek sürgün ve kök uzunluğu kontrol grubunda belirlenmiş olup, bu uygulamayı %25 santrifüj edilmiş YÇS uygulaması takip etmiştir. Mercimekte kontrol ile %25 santrifüj edilmiş YÇS konsantrasyonlarına ait kök uzunluğu değerleri arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır. Fasulyede en küçük sürgün ve kök uzunluğu YÇS uygulamasında (çimlenme olmuş ancak sürgün ve kök uzunluğu ölçülemeyecek şekildedir) belirlenmiştir (*Tablo 2*). Mercimek, arpa, buğday ve yulafın kök uzunlukları kontrolden sonra %25 santrifüj edilmiş YÇS konsantrasyonunda (sırasıyla 1.37 cm, 5.72 cm, 2.14 cm ve 6.50 cm) belirlenmiştir. Tüm bitki türlerinde YÇS uygulaması, mercimek, arpa ve yulafta %50, %75 ve %100 santrifüj edilmiş YÇS uygulaması, buğday, ayçiçeği ve yoncada tüm santrifüj edilmiş YÇS dozları uygulamasında, çimlenme olmamasından veya çimlenme olup fidelerin ölçüm yapılamayacak kadar küçük olması sebebiyle sürgün ve kök uzunluğu belirlenememiş olup, buna paralel olarak yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilememiştir.

Bitkilerin vejetasyon süreci boyunca çimlenme dönemi en kritik ve en hassas dönemlerden birisidir (Ergin ve Kaya, 2020). Bu kritik dönemde tohumlara yüksek dozda allelokimyasal uygulandığında çimlenme oranı, sürgün ve kök uzunluğu ile yaş ve kuru ağırlıklarında azalma belirlenirken; bazı düşük dozlarda ise, fide gelişimini teşvik ettiği saptanmıştır (Maqbool, 2010; Far ve Bagherzadeh 2018). Ayrıca, bitkilerin çeşitli nedenlerden dolayı maruz

kaldığı stres faktörleri nedeniyle mitotik indeks ve hücre bölünmesinde de azalmalara ve kromozom anormalliklerine neden olduğu bildirilmektedir (Avalbaev ve ark., 2003; Tabur ve Demir, 2008). Sánchez-Moreiras ve ark. (2004), yulaf bitki aksamlarından hazırladıkları solüsyon ile yulafın çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada yulaftan hazırlanan bu solüsyonun yulaf tohumlarının çimlenme, sürgün ve kök uzunluğu özellikleri üzerine engelleyici (allelopatik) etki gösterdiğini saptamışlardır. Özdemir (2007), turp türleri ve şalgam bitkilerinden elde ettiği bitki özütleri dozlarını horozibiği, kısır yabancı yulaf, semizotu, yabancı hardal üzerine uygulamış ve artan dozlara paralel olarak çimlenme ile sürgün ve kök uzunluklarında önemli ölçüde azalma belirlemiştir. Lam ve ark. (2012), buğday saplarının ayçiçeği tohumları üzerine çimlenme ve fide gelişimine etkilerini belirledikleri çalışmada, buğday saplarının ayçiçeği, soya fide gelişiminde allelopatik etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Ergin ve Kaya (2020), yulaf çeşitlerinde artan ekstrakt dozlarının fide gelişimini önemli seviyede engellediğini bildirmişlerdir. Yapılan bu çalışmaların sonuçları elde ettiğimiz sonuçlara benzerlik göstermektedir.

Tablo 2. Farklı türlerin sürgün ve kök uzunluğuna (cm) ait değerler
Table 2. Shoot and root length (cm) values of different species

	Uygulamalar	Fasulye	Mercimek	Arpa	Buğday	Yulaf	Ayçiçeği	Yonca
Sürgün uzunluğu	Kontrol	1.62 a*	6.15 a	6.90 a	9.14	14.01 a	7.77	5.76
	Yulaf Çim Suyu	-	-	-	-	-	-	-
	%25 SYÇS	1.44 b	5.43 b	2.87 b	-	4.02 b	-	-
	%50 SYÇS	0.80 c	-	-	-	-	-	-
	%75 SYÇS	0.44 d	-	-	-	-	-	-
	%100 SYÇS	0.36 e	-	-	-	-	-	-
	Tukey	0.05	0.10	0.25	0.10	0.07	0.03	0.05
	Cv (%)	2.74	2.21	6.71	2.81	1.17	1.18	1.97
Kök uzunluğu	Kontrol	15.67 a	1.37	13.69 a	12.15 a	19.33 a	7.70	1.79
	Yulaf Çim Suyu	1.54 f	-	-	-	-	-	-
	%25 SYÇS	12.58 b	1.37	5.72 b	2.14 b	6.50 b	-	-
	%50 SYÇS	8.17 c	-	-	-	-	-	-
	%75 SYÇS	4.57 d	-	-	-	-	-	-
	%100 SYÇS	2.26 e	-	-	-	-	-	-
	Tukey	0.31	0.11	0.19	0.46	0.88	0.08	0.02
	Cv (%)	1.80	10.01	6.71	0.8	8.87	2.75	3.44

SYÇS: Santrifüj edilmiş yulaf çim suyu; * Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

3.3. Fide Yaş ve Kuru Ağırlık

Çalışmada farklı bitki türlerine ait yaş ağırlık değerleri, en yüksek kontrol grubunda tespit edilmiş ve bu uygulamayı %25 santrifüj edilmiş YÇS uygulaması takip etmiştir. Fide yaş ağırlığı yönünden fasulye ve mercimeğin %25 santrifüj edilmiş YÇS dozu ile kontrol grubu aynı istatistik grupta yer almıştır. Fasulyede en küçük yaş ağırlık değeri, %100 santrifüj edilmiş YÇS konsantrasyonunda belirlenirken, YÇS ve %75 santrifüj edilmiş, YÇS konsantrasyonu ile aralarında istatistiki olarak fark bulunamamıştır (Tablo 3). Kuru ağırlık yönünden fasulyede YÇS uygulamaları incelendiğinde ise, %25, %50 ve %75 santrifüj edilmiş YÇS dozları ve yulaf çim suyu (YÇS) en yüksek değerlere sahip olmuş ve bu dört uygulama arasında istatistiki bir fark belirlenmemiştir. Mercimek, arpa, buğday yulaf türlerinin kuru ağırlıkları incelendiğinde en yüksek değerler kontrol grubunda tespit edilmiş olup, bu grubu %25 santrifüj edilmiş YÇS dozu takip etmiştir. Ayçiçeği ve yonca türlerinde ise, YÇS uygulamaları ile fide özellikleri ölçülemeyecek boyda olduğu için yaş ve kuru ağırlık özellikleri belirlenmemiştir (Tablo 3).

Allelokimyasalların etkileri türden türe değişebilmekte olup bir türde olumsuz, bir diğerinde ise olumlu yönde etki yapabilmektedir. Bu durum allelokimyasalların türüne, konsantrasyonuna ve uygulama süresine göre değişmektedir. Fakat, allelokimyasallar bitkilerin gelişimine genellikle olumsuz olarak etki etmektedir. Allelokimyasallar bitkiler üzerine; fotosentezi azaltarak, büyüme ve solunum olaylarında aksaklılara neden olarak,

çimlenmeyi engelleyerek, hücre bölünmesi üzerine etki ederek, bitkilerin besin maddelerini absorbe etmesini engelleyerek, kloroz, deformasyon, yaprak dökümü, kurumaya ve ölüm gibi olaylara neden olarak etki etmektedirler (Yurttaş Kılınc, 2015). Özbay (2018), farklı bitki türlerinden elde ettiği özütleri biber tohumlarına uygulamış ve bunun sonucunda, özüt uygulamaları kontrol ile kıyaslandığında, fide yaş ve kuru ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlığının önemli ölçüde azaldığını ve buna bağlı olarak fide gelişimini engellediğini saptamıştır. Araştırmacı sonuç olarak engelleme etkisi ve oranının özüt elde edilen bitkilere ve özüt dozuna bağlı olarak değiştiğini bildirmiştir. Far ve Bagherzadeh (2018), anason fidelerini toprak yüzeyinden kesip, kuruttuktan sonra toz haline getirip solüsyon hazırlamışlar ve farklı dozlarını arpa, buğday, mısır ve ayçiçeği tohumları üzerine uygulamışlardır. Çalışma sonunda buğdayda %0 ve %25 anason ekstrakt dozlarının fide ve kök uzunluğu üzerine olumlu, artan dozlarının olumsuz etkide bulunduğunu, bu durumun aksine diğer türlerde ise anason ekstrakt uygulamaları ile fide ve kök uzunluklarında azalma meydana geldiğini ifade etmişlerdir. Fide gelişimine paralel olarak fide ve kuru ağırlık özelliklerinde de buğday haricinde anason ekstrakt uygulamaları ile azalma belirlediklerini ifade etmişlerdir.

Tablo 3. Farklı türlerin fide yaş ve kuru ağırlığına (g) ait değerler
Table 3. Seedling wet and dry weights (g) of different species

	Uygulamalar	Fasulye	Mercimek	Arpa	Buğday	Yulaf	Ayçiçeği	Yonca
Yaş ağırlık	<i>Kontrol</i>	13.60 a*	0.60	2.20 a	1.83 a	1.45 a	3.98	0.64
	<i>Yulaf Çim Suyu</i>	11.39 c	-	-	-	-	-	-
	<i>%25 SYÇS</i>	13.16 ab	0.60	0.45 b	0.95 b	0.61 b	-	-
	<i>%50 SYÇS</i>	12.95 b	-	-	-	-	-	-
	<i>%75 SYÇS</i>	11.21 c	-	-	-	-	-	-
	<i>%100 SYÇS</i>	11.03 c	-	-	-	-	-	-
	<i>Tukey</i>	0.51	0.02	0.05	0.06	0.07	0.07	0.02
	<i>Cv (%)</i>	1.82	5.09	5.03	5.37	8.62	4.25	9.01
Kuru ağırlık	<i>Kontrol</i>	2.81 b	0.08 a	0.29 a	0.82 a	0.13 a	0.5	0.10
	<i>Yulaf Çim Suyu</i>	3.12 a	-	-	-	-	-	-
	<i>%25 SYÇS</i>	3.06 a	0.07 b	0.24 b	0.35 b	0.07 b	-	-
	<i>%50 SYÇS</i>	3.18 a	-	-	-	-	-	-
	<i>%75 SYÇS</i>	3.12 a	-	-	-	-	-	-
	<i>%100 SYÇS</i>	2.83 b	-	-	-	-	-	-
	<i>Tukey</i>	0.15	0.00	0.01	0.05	0.00	0.01	0.01
	<i>Cv (%)</i>	2.13	0.49	4.60	10.72	1.28	0.40	14.88

SYÇS: Santrifüj edilmiş yulaf çim suyu *Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (P<0.05).

4. Sonuç

Çalışmada yulaf çim suyunun kültür ve yabancı otların çimlenme ve fide gelişim üzerine olumsuz etkisi belirlenmiştir. Bazı türlerde (yabani hardal, horozibiği, şeker pancarı, İtalyan çimi ve kırmızı üçgül) kontrol grupta çimlenme meydana gelmiş olmasına rağmen, yulaf çim suyu çimlenmeyi tamamen engellemiştir. Santrifüj edilmiş yulaf çim suyu düşük dozda uygulandığında ise bu olumsuz etki türlere göre değişmekle birlikte kısmen azalmıştır.

Yulaf çim suyu mineral madde, vitaminler, protein ve antioksidan içerikleri yönünden zengin olmasına rağmen, tohum çimlenmesi ve fide gelişiminde doğrudan bioaktivatör olarak kullanılamayacağı belirlenmiştir. Çim sularının içerdiği birçok allelopatik etkiye sahip maddeler tohum çimlenmesini engellemektedir. Özellikle yulaf bitkisinde bulunan saponin (avenacins), hidroksamik asit, skopoletin, L-triptofan gibi maddelerin tohum çimlenmesini engellediği düşünülmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir tarım uygulamaları içerisinde yulaftan elde edilecek çim sularının, kültür bitkilerine olumsuz etkisi belirlendiğinden, doğrudan herbisit olarak kullanılabilme potansiyelinin de olmadığı söylenebilir.

Kaynakça

- Akgün, İ., Ayata, R., Karaman, R., Karaca, G. (2018). Effect of wheatgrass (*Triticum aestivum* L.) juice on seedling growth and *Rhizoctonia solani* in corn. *Scientific Papers Series A. Agronomy* 61(1): 149-154
- Akgün, İ., Ayata, R., Karaman, R. (2018). Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çim Suyunun Tohum Çimlenmesi Üzerine Etkisi. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* 1 (4): 19-24
- Ashish, S., Shilpa, K., Singh, R. R., Sanjay, K., Rajendran, N. (2012). Wheatgrass: An alternative household nutritional food security. *International Research Journal of Pharmacy* 3(7): 246-250
- Avalbaev, A.M., Bezrukova, M.V., Kildibekova, A.R., Fatkhutdinova, R.A., Shakirova, F.M. (2003). Wheat germagglutinin restores cell division and growth of wheat seedlings under salinity. *Bulgarian Journal of Plant Physiology* 257- 263
- Berry, N.M., Robinson, M.J., Bryan, J., Buckley, J.D., Murphy, KJ, Howe, P.R. (2011). Acute effects of an *Avena sativa* herb extract on responses to the stroop color–word test. *Journal of Alternative and Complementary Medicine* 17(7):635–637
- Bozcuk, S. (1978). *Domates (Lycopersicum esculentum Mill.), arpa (Hordeum vulgare L.) ve pamuk (Gossypium hirsutum L.) bitkilerinin büyüme ve gelişmelerinde tuz kinetin etkileşimi üzerine araştırmalar.* (Doçentlik tezi) Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi Botanik Bölümü, Ankara
- Bradow, J.M., Connick, W.J. (1998). Seed germination inhibition by volatile alcohols and other compounds associated with *Amaranthus palmeri* residues. *Journal of Chemical Ecology* 14: 1633-1648
- Delchev, G. (2017). Impact of Some Mixtures between Foliar Fertilizers and Combined Herbicides on the Sowing Properties of the Durum Wheat Sowing-Seeds. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 2(SP):20-24
- Demirci M. (2009) Beslenme. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ
- Ergin, N., Kaya, M. D. (2020). Bazı yağ bitkileri tohumlarının çimlenme ve fide gelişimi üzerine iki yulaf çeşidinin allelopatik etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 10(2): 1419-1428.
- Ergün, T. (2011). *Bazı tahıl cinslerinin çim suyu verimi ve kalitesinin belirlenmesi.* (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Esechie, H.A. (1994). Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. *Journal Agronomy and Crop Science* 172: 194-199.
- Far, M.H., Bagherzadeh, A. (2018). Assessing allelopathic index for estimating allelopathic potential of Ajowan extracts. *Journal of Crop Science and Biotechnolog* 21(2): 165-172.
- Finney, P.L. (1982). Effect of Germination on Cereal and Legume Nutrient Changes and Food or Feed Value. *Phytochemistry*, New York and London
- Ghiyasi, M., Özdemir, F. A., Amirnia, R., Tajbakhsh, M., Rahimi, A. (2016). Kolza (*Brassica napus* L.) tohumlarında çimlenme ve anormal çim oranı üzerine, *Chenopodium album* L.'un allelopatik etkisi. *Bilis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 5(2): 225-228
- Gürsoy, M., Balkan, A., Ulukan, H. (2013). Bitkisel üretimde allelopati. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 27(2): 115-122
- Hu, G., Zhang, Z. (2013). Allelopathic effects of chromolaena odorata on native and non-native invasive herbs. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 11(1): 878-882
- ISTA. (1996). The Rules: International Rules for Seed Testing: ISTA, Zürih, İsviçre
- Karaman, R., Erbaş, S., Baydar, H., Kaya M. (2014). Allelopathic effect of lavandin (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. var. Super A) oil on germination and seedling development of some weed and field crops. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 18(4): 35-41
- Karaşahin, M. (2015). Topraksız ortamda yetiştirilen bazı tahılların çim suyu verim ve besin değerleri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 5(4): 57-64
- Kennedy, D. O., Jackson, P. A., Forster, J., Khan, J., Grothe, T., Perrinjaquet-Moccetti, T., Haskell-Ramsay, C. F. (2017). Acute effects of a wild green-oat (*Avena sativa*) extract on cognitive function in middle-aged adults. *Nutritional neuroscience* 20(2): 135-151
- Kuca, D., Yağdı, K. (2021). Bazı Ayçiçeği ve Mısır Çeşitlerinde Tohuma Uygulanan İlaçların Tohumluğun Çimlenme Değeri Üzerine Etkileri. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty* 18(1):45-57
- Lam, Y., Sze, C.W., Tong, Y., Tang, S.C.W., Ho, J.C.M., Liao, Q.X., Zhang, Y. (2012). Research on the allelopathic potential of wheat. *Agricultural Sciences* 3(8): 979-985
- Maqbool, N. (2010). Exploring the role of sorgaab in improving water stress tolerance in maize at germination and vegetative growth stages. (Doctoral dissertation) Department of Botany University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan
- Oudhia, P. (2000). Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* and *Ageratum conyzoides* on wheat var.Sujata. *Crop Research* 20(3): 563-566

- Oueslati, O. (2003). Allelopathy in two durum wheat (*Triticum durum* L.) varieties. *Agriculture, Ecosystems and Environ* 96: 161-163
- Osborn, A. E. (2003). Saponins in cereals. *Phytochemistry*, 62(1): 1-4
- Özbay, N. (2018). Bazı tıbbi bitki ve yabancı ot ekstraktlarının biberin çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(1): 81-85
- Özdemir, Ş. (2007). Brassicaceae familyasından bazı bitkilere ait yabancı otlarla mücadelede biyo-herbisit olarak kullanılabilen olanaklarının araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi) Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya
- Qasem, J.R. (1994). Allelopathic effect of white top (*Lepidium draba*) on wheat and barley. *Allelopathy Journal* 1: 29-40
- Qasem, J.R., Hill, T.A. (1989). Possible role of allelopathy in the competition between tomato, *Senecio vulgaris* L. and *Chenopodium album* L. *Weed Research* 29: 349-356.
- Qasem, L.R., Issa, N.N. (2003) *Allelopathic effects of squash (Cucurbita pepo L. Cv. Scarlette) on certain common weed species in Jordan*. Department of Plant Protection Faculty of Agriculture, University of Jordan
- Reigosa, M.J., Pedrol, N., Sánchez-Moreiras, A.M., González, L. (2002). Stress and Allelopathy. *Allelopathy from Molecules to Ecosystems*, 231-256
- Rexhepi, A. H., Renata, K. (2015a). Sensory analysis for consumer acceptance and juice extraction yield of wheatgrass, barley grass and oat grass juices. *International Journal of Innovative Research in Science and Engineering* 3(12): 407-413
- Rexhepi-Hasani, A., Renata, K. (2015b). Consumer Acceptance and Readiness to Pay for Green Juices Containing Grain Grass Juices in Kosovo. *Journal of the Association-Institute for English Language and American Studies* 4(6): 49-57
- Sánchez-Moreiras, A.M., Weiss, O.A., Reigosa-Roger, M.J. (2004). Allelopathic evidence in the Poaceae. *The Botanical Review* 69(3): 300-319
- Sezgin, C. (2020). Tahılların çimlendirilmesi ve buğday çimi. <https://www.canfezasezgin.com/Home/Icerik/Tahıllarin-cimlendirilmesi-ve-bugday-cimi>. (Erişim Tarihi: 21.07.2020).
- Stratu, A., Toma, D., Costica, N. (2012). The effect of extracts from *Apium graveolens* L. and *Evisticum officinale* Koch leaves on the germination of certain dicotyledons species. *An. Stiint. Univ. Al. I. Cuza Iasi, Sect. II a. Biol. Veget.*, 58(2): 73-79
- Tabur, S., Demir, K. (2008). Tuz Stresi Altındaki Mitotik İndeks ve Kromozom Anormallikleri Üzerine Triakontanol Ön Uygulamasının Etkileri. *Research Journal of Biology Sciences* 1(1): 11-15.
- Terzi, İ. (2007). Ceviz meyve kabuğu özütlerinin kavun tohumlarında çimlenme, fide uzaması ve kuru ağırlık üzerine etkileri. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 8(2): 355-360
- Yurttaş Kılınç, C. (2015). *Bazı allelopatik bitki özütlerinin farklı yabancı ot tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya
- Zeng, R.S., Mallik, A.U., Luo, S.M. (2008). *Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry*. Springer Press, New York

Determination of Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions (GHG) of Cotton Cultivation in Turkey: A Case Study from Bismil District of Diyarbakır Province

Türkiye’de Pamuk Yetiştiriciliğinin Enerji Bilançosu ve Sera Gazı Emisyonlarının Belirlenmesi: Diyarbakır İli Bismil İlçesi Örneği

Mehmet Fırat BARAN^{1*}, Osman GÖKDOĞAN², Yılmaz BAYHAN³


Abstract


In this study, the energy balance and Greenhouse Gas Emissions (GHG) of cotton cultivation in Bismil district of Diyarbakır province in Turkey was defined. The energy balance and GHG of cotton cultivation was computed by conducting face to face surveys with 73 farms in the 2018-2019 cultivation season, which were selected by simple random sampling method. The energy input and output in cotton cultivation were computed as 54 617.62 MJ ha⁻¹ and 65 984.42 MJ ha⁻¹, respectively. Energy inputs occurs of electricity energy with 18 608.40 MJ ha⁻¹ (34.06%), chemical fertilizers energy with 15 254.67 MJ ha⁻¹ (27.93%), diesel fuel energy with 14 364.68 (26.30%), irrigation water energy with 3 559.50 MJ ha⁻¹ (6.53%), machinery energy with 1 152.79 MJ ha⁻¹ (2.11%), chemicals energy with 1 075.76 MJ ha⁻¹ (1.96%), seed energy with 307.98 MJ ha⁻¹ (0.57%), human labour energy with 293.84 MJ ha⁻¹ (0.54%), respectively. Total energy inputs in cotton cultivation can be classified as 67.43% direct, 32.57% indirect, 7.62% renewable and 92.38% non-renewable. Energy use efficiency, specific energy, energy productivity and net energy in cotton cultivation were computed as 1.21, 9.77 MJ kg⁻¹, 0.10 kg MJ⁻¹ and 11 366.80 MJ ha⁻¹, respectively. Total GHG emissions were computed as 6 482.36 kgCO_{2-eq}ha⁻¹ for cotton cultivation with the greatest input part for electricity with 47.94% (3 107.60 kgCO_{2-eq}ha⁻¹). The electricity followed up nitrogen with 16.29% (1 055.67 kgCO_{2-eq}ha⁻¹), irrigation water with 14.82% (960.50 kgCO_{2-eq}ha⁻¹), diesel fuel with 10.86% (704.08 kgCO_{2-eq}ha⁻¹), seed with 3.07% (199.14 kgCO_{2-eq}ha⁻¹), chemicals with 2.28% (147.76 kgCO_{2-eq}ha⁻¹), phosphorous with 1.78% (115.64 kgCO_{2-eq}ha⁻¹), human labour with 1.62% (104.94 kgCO_{2-eq}ha⁻¹), machinery with 1.26% (81.85 kgCO_{2-eq}ha⁻¹) and potassium with 0.08% (5.18 kgCO_{2-eq}ha⁻¹), respectively. Additionally, GHG ratio value was computed as 1.16 kgCO_{2-eq}kg⁻¹ in cotton cultivation.

Keywords: Energy use efficiency, Energy productivity, GHG ratio, Net energy, Specific energy

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Mehmet Fırat Baran, Siirt University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Siirt, Turkey.

E-mail: mfb197272@gmail.com  ORCID: 0000-0002-7657-1227.

² Osman Gökdoğan, Isparta University of Applied Sciences, Agriculture Faculty, Agricultural Machinery and Technologies Engineering Department, Isparta, Turkey. E-mail: osmangokdogan@gmail.com  ORCID: 0000-0002-4933-7144.

³ Yılmaz Bayhan, Tekirdağ Namık Kemal University, Agriculture Faculty, Biosystem Engineering Department, Tekirdağ, Turkey. E-mail: ybayhan@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0003-1099-3571.

Atıf/Citation: Baran, M.F., Gökdoğan, O., Yılmaz, Y. Determination of Energy Balance and Greenhouse Gas Emissions (GHG) of Cotton Cultivation in Turkey: A Case Study from Bismil District of Diyarbakır Province. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 322-332.

Özet

Bu çalışmada Türkiye'nin Diyarbakır ilinin Bismil ilçesinde pamuk yetiştiriciliğinin enerji bilançosu ve sera gazı emisyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. 2018-2019 yetiştiricilik sezonunda basit tesadüfi örnekleme yöntemine göre seçilen 73 işletme ile yüz yüze anket yapılarak pamuk yetiştiriciliğinin enerji bilançosu ve sera gazı emisyonu hesaplanmıştır. Pamuk yetiştiriciliğinde enerji girdisi ve enerji çıktısı sırasıyla 54 617.62 MJ ha⁻¹ ve 65 984.42 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Girdiler sırasıyla 18 608.40 MJ ha⁻¹ (34.06%) ile elektrik enerjisi, 15 254.67 MJ ha⁻¹ (27.93%) ile kimyasal gübre enerjisi, 14 364.68 (26.30%) ile dizel yakıt enerjisi, 3 559.50 MJ ha⁻¹ (6.53%) ile sulama suyu enerjisi, 1 152.79 MJ ha⁻¹ (2.11%) ile makine enerjisi, 1 075.76 MJ ha⁻¹ (1.96%) ile kimyasal enerji, 307.98 MJ ha⁻¹ (0.57%) ile tohum enerjisi, 293.84 MJ ha⁻¹ (0.54%) ile insan işgücü enerjisinden oluşmaktadır. Pamuk yetiştiriciliğinde toplam girdi enerjisinin %67.43'ü doğrudan, %32.57'si dolaylı, %7.62'si yenilenebilir ve %92.38'i ise yenilenemez olarak sınıflandırılabilir. Pamuk yetiştiriciliğinde enerji kullanım etkinliği, spesifik enerji, enerji verimliliği ve net enerji sırasıyla 1.21, 9.77 MJ kg⁻¹, 0.10 kg MJ⁻¹ ve 11 366.80 MJ ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Pamuk yetiştiriciliğinde toplam sera gazı emisyonu 6 482.36 kgCO_{2-eş}ha⁻¹ olarak hesaplanmış olup, en büyük oran %47.94 (3 107.60 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile elektrik olarak hesaplanmıştır. Elektriği sırasıyla %16.29 (1 055.67 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile azot, %14.82 (960.50 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile sulama suyu, %10.86 (704.08 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile dizel yakıt, %3.07 (199.14 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile tohum, %2.28 (147.76 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile kimyasallar, %1.78 (115.64 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile fosfor, %1.62 (104.94 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile insan işgücü, %1.26 (81.85 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile makine ve %0.08 (5.18 kgCO_{2-eş}ha⁻¹) ile potasyum takip etmiştir. Ayrıca pamuk yetiştiriciliğinde GHG oranı 1.16 kgCO_{2-eş}kg⁻¹ olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji kullanım etkinliği, Enerji verimliliği, GHG oranı, Net enerji, Spesifik enerji

1. Introduction

Cotton is one of the most important products in the world agriculture, industry and trade because of its very different and important utilization areas. In addition to the increasing world population, the increasing needs of human beings for consumption increase, the importance of this versatile plant day by day. Growing interest in natural fibers and rising living standards in the world increases the demand for cotton plants (Anonymous, 2020a). According to the data of the International Cotton Advisory Committee (ICAC), 32.825 million hectares of cotton were cultivated in the world in the 2018/19 cultivation period. In this season, 37% of the 32.825 million hectares of cotton cultivated in India. India is followed by the USA, China, Pakistan and Brazil in the width of the cultivation areas. As the result of the expansion of cotton cultivation areas in African countries in recent years, despite the grow, Turkey has ranked 11th in terms of world cotton cultivation area (Anonymous, 2020b).

It is an important industrial plant that constitutes the raw materials with fiber in textile industry, oil obtained from its core in vegetable oil industry, aperture and pulp in animal feed industry, linters in paper, furniture and cellulose industry. Cotton is an important and strategic product that provides great benefits to our country's economy with this wide area of use, added value and employment opportunities. Due to these features, it has a contribution to the development of both agriculture and industry of the regions and countries grown (Anonymous, 2020c). Areas where have intensive cotton cultivation in Turkey; Aegean, Çukurova, Southeastern Anatolia Regions and Antalya. In the 2017/18 cotton season, in 502 thousand hectares 882 thousand tons of cotton fiber cultivation was made, and about 1 million 571 thousand tons of cotton was consumed in Turkey. In the 2017/18 cotton cultivation season, in return to 882 thousand tons of fiber cotton, 2.5 million tons of seed cotton was cultivated, and fiber cotton yield was 1 820 kg ha⁻¹. Şanlıurfa, Aydın, Hatay, Diyarbakır, Adana and İzmir have 6 provinces in Turkey that meets 88% of cultivation, respectively. Şanlıurfa province alone meets 42% of all production. The share of the other 23 cotton cultivating provinces in cultivation is between 0.1% and 1.3% (Anonymous, 2020d). Since cotton is a selective plant in terms of climate characteristics, it can be grown in limited places in our country (Karademir et al. 2015).

Semerci et al. (2019) reported that; “Agricultural production is widely mechanised which is powered by fossil fuels. Although this provides more income, it decreases the level of labor force usage. Especially in developed countries, fossil fuel usage levels in agricultural production are quite high, and the side effects of unconscious energy consumption makes planned energy consumption inevitable (Öztürk et al., 2015; Çelen, 2016)”. In order to evaluate productivity, it is a more practical approach to check the total energy value that is used in agricultural production, to the energy value that is used from agricultural production (Öztürk, 2011). In production efficiency is defined as the ratio of the sum of weighted outputs to the sum of weighted inputs or as the ratio of the actual output to the optimal output. The weights for inputs and outputs are guessed to the best benefit for each unit so as to maximize its relative efficiency (Mukherjee, 2008; Mousavi-Avval et al., 2011). Rising the usage of energy inputs in agriculture led to numerous environmental issues like high consumption of non-renewable energy resources, loss of biodiversity, pollution of the aquatic environment by the nutrients N and P as well as by pesticides (Nemecek et al., 2011; Khoshnevisan et al., 2013). Global warming is one of the most important subjects in the last time. Agricultural GHG emissions account for 10-12% of all anthropogenic GHG emissions (Brown et al., 1998; Khoshnevisan et al., 2013).

Several studies were performed on cotton agriculture energy balance in agricultural production. Studies were done on energy balance of cotton (Singh et al., 2000; Yılmaz et al. 2005; Ören and Öztürk, 2006; Polat et al. 2006; Dağistan et al. 2009; Şehri 2012; Zahedi et al. 2014; Baran, 2016; Semerci et al., 2019). Many studies were performed on energy balance in agricultural products. For example, studies were done on energy use efficiency of maize (Konak et al., 2004), wheat (Tipi et al., 2009; Çiçek et al., 2011; Gökdoğan and Sevim, 2016; Unakıtan and Aydın, 2018), legume (Ertekin et al., 2010), lentil (Asakereh et al., 2010), corn silage (Barut et al., 2011), sunflower (Bayhan, 2016; Akdemir et al. 2017; Unakıtan and Aydın, 2018), chickpea (Marakoğlu and Çarman, 2009; Marakoğlu et al., 2010; Karaağaç et al., 2019), sesame (Baran and Gokdogan, 2017), tomato (Hatırlı et al., 2005; Esengün et al., 2007; Saltuk, 2019). For example, studies were performed on GHG of cotton (Pishgar-Komleh et al., 2012a), potato (Pisghar-Komleh et al., 2012b), wheat (Khoshnevisan et al., 2013), rice (Maraseni et al., 2018),

field crops (Eren et al., 2019) etc. No studies related to the energy balance and GHG of cotton cultivation in Diyarbakır province has been covered in this study. In this study, it was aimed to define the energy balance and GHG in cotton cultivation in Bismil district of Diyarbakır province.

2. Materials and Methods

Diyarbakır province is in the central part of the Southeastern Anatolia Region at the northern end of Mesopotamia. Siirt, Muş from the east; Mardin from the south; Şanlıurfa, Adıyaman, Malatya from the west; It is surrounded by the provinces of Elazığ and Bingöl from the north. Its area is 1 516 200 km², between 37.905199 and 40.231934 north latitudes and 40.37 and 41.20 east longitudes. It is surrounded by mountains that are not too high and its middle is hollow. It is covered with 37% of mountains and 31% of plains. The plains are suitable for agriculture and fertile. These fertile lands are irrigated by the Tigris River and its tributaries. It is 650 m above sea level. This height is 640 m in some places and 660 m in some places (Anonymous, 2020e). Main material of this study consisted of primary data that were collected from 73 cotton farms in Bismil district of Diyarbakır province in Turkey by face to face in 2018-2019 cultivation season. Data of the study were collected from cotton farms which were defined by the Simple Random Sampling Method. The equation 1 of the method that was used to define the sample size was given below (Çiçek and Erkan, 1996).

$$n = \frac{N \times s^2 \times t^2}{(N-1)d^2 + (s^2 \times t^2)} \quad (\text{Eq.1})$$

In the formula; n, is the required sample size; N, the number of total farms in the region; s, standard deviation; t, the reliability coefficient (1.96 which represents, 95% confidence); d, acceptable error (5% deviation). The acceptable error value was defined to be 5%, and the sample size was computed as 73. In order to define the sample villages and farms, the Simple Random Sampling Method was used by means of data that were obtained from the Farmers' Registration System records of the Agriculture and Forestry Directorate. In *Table 1*, energy equivalents of inputs and output were given as energy values in cotton cultivation. Energy balance computations were performed to define the productivity levels of cotton cultivation. Input amounts were computed and then these inputs data were multiplied by the energy equivalent coefficient. When defining the energy equivalent coefficients, previous energy balance studies were used. By adding energy equivalents of all inputs in MJ unit, the total energy equivalent was defined. Energy use efficiency, specific energy, energy productivity and net energy were computed by using the following equations 2,3,4,5 (Mandal et al. 2002; Mohammadi et al. 2008; Mohammadi et al., 2010).

$$\text{Energy use efficiency} = \frac{\text{Energy output} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{ha}} \right)}{\text{Energy input} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{ha}} \right)} \quad (\text{Eq.2})$$

$$\text{Specific energy} = \frac{\text{Energy input} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{ha}} \right)}{\text{Product output} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right)} \quad (\text{Eq.3})$$

$$\text{Energy productivity} = \frac{\text{Product output} \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right)}{\text{Energy input} \left(\frac{\text{MJ}}{\text{ha}} \right)} \quad (\text{Eq.4})$$

$$\text{Net energy} = \text{Energy output} (\text{MJ ha}^{-1}) - \text{Energy input} (\text{MJ ha}^{-1}) \quad (\text{Eq.5})$$

In this study, greenhouse gas emissions (GHG) coefficients of inputs in cotton cultivation were given in *Table 2*. Eren et al. (2019) reported that; "The GHG emissions (kgCO_{2-eq}ha⁻¹) associated with the inputs to growing 1 ha of plant were calculated as following adapted by Hughes et al. (2011). \sum where R(i) is the application rate of input i (unit_{input}ha⁻¹) and EF(i) is the GHG emission coefficient of input i (kgCO_{2-eq}unit_{input}⁻¹). Moreover, an index is defined to evaluate the amount of emitted kgCO_{2-eq} per kg yield as following adapted Houshyar et al. (2015) and Khoshnevisan et al. (2014). Where I_{GHG} is GHG ratio and Y is the yield as kg per ha".

$$GHG_{ha} = \sum_{i=1}^n R(i) \times EF(i) \quad (\text{Eq.6})$$

$$I_{GHG} = \frac{GHG_{ha}}{Y} \quad (\text{Eq.7})$$

Energy balance of cotton cultivation were defined were given in *Table 3*. Koçtürk and Engindeniz (2009) reported that; “The input energy can also be classified into direct and indirect, and renewable and non-renewable forms. The indirect energy consists of pesticide and fertilizer while the direct energy includes human and animal power, diesel and electricity energy used in the production process. On the other hand, non-renewable energy includes petrol, diesel, electricity, chemicals, fertilizers, machinery, while renewable energy consists of human and animal labour (Mandal et al. 2002; Singh et al. 2003)”. Energy use efficiency computations in cotton cultivation were given in *Table 4*. Energy inputs of cotton cultivation in the form of direct, indirect, renewable and non-renewable energy were given in *Table 5*.

Table 1. Energy equivalents in cotton cultivation

Inputs and outputs	Unit	Energy equivalent coefficient	References
Inputs	Unit	Values (MJ unit ⁻¹)	References
Human labour	h	1.96	Mani et al. 2007; Karaağaç et al., 2011
Machinery	h	64.80	Singh 2002; Kızılaslan, 2009
Chemical fertilizers			
Nitrogen	kg	60.60	Singh 2002
Phosphorous	kg	11.10	Singh 2002
Potassium	kg	6.70	Singh 2002
Chemicals	kg	101.20	Yaldız et al. 1993
Microelements	kg	120	Mandal et al., 2002; Singh, 2002; Çanakcı and Akıncı, 2006; Banaeian et al., 2011
Diesel fuel	L	56.31	Singh, 2002; Demircan et al. 2006
Electricity	kWh	3.60	Özkan et al., 2004
Irrigation water	m ³	0.63	Yaldız et al., 1993
Seed	kg	11.80	Singh, 2002; Yılmaz et al. 2005;
Output	Unit	Values (MJ unit ⁻¹)	Reference
Cotton	kg	11.80	Singh, 2002; Yılmaz et al. 2005

Table 2. Greenhouse gas (GHG) emissions coefficients in cotton cultivation

Inputs	Unit	GHG coefficient (kgCO _{2-eq} unit ⁻¹)	References
Human labour	h	0.700	Nguyen, T.L.T. and Hermansen, 2012; Eren et al., 2019
Machinery	MJ	0.071	Pishgar-Komleh et al., 2012b; Eren et al., 2019
Nitrogen	kg	4.570	BioGrace-II, 2015; Eren et al., 2019
Phosphorous	kg	1.180	BioGrace-II, 2015; Eren et al., 2019
Potassium	kg	0.640	BioGrace-II, 2015; Eren et al., 2019
Chemicals	kg	13.900	BioGrace-II, 2015; Eren et al., 2019
Diesel fuel	L	2.760	Clark et al., 2016; Eren et al., 2019
Electricity (for Turkey)	MJ	0.167	BioGrace-II, 2015; Eren et al., 2019
Irrigation water	m ³	0.170	Lal, 2004; Eren et al., 2019
Seed	kg	7.630	Clark et al., 2016; Eren et al., 2019

3. Results and Discussion

According to surveys in cotton farms, the average amount of cotton cultivated per hectare during 2018-2019 cultivation season was computed as 5 591.90 kg ha⁻¹. If the average values are examined by referring to *Table 3*,

it can be seen that the highest energy inputs in cotton cultivation were electricity energy with 18 608.40 MJ ha⁻¹ (34.06%), chemical fertilizers energy with 15 254.67 MJ ha⁻¹ (27.93%), diesel fuel energy with 14 364.68 MJ ha⁻¹ (26.30%), irrigation water energy with 3 559.50 MJ ha⁻¹ (6.53%), machinery energy with 1 152.79 MJ ha⁻¹ (2.11%), chemicals energy with 1 075.76 MJ ha⁻¹ (1.96%), seed energy with 307.98 MJ ha⁻¹ (0.57%), human labour energy with 293.84 MJ ha⁻¹ (0.54%), respectively. In previous studies, Singh et al. (2000), Dağistan et al. (2009) and Baran (2016) concluded in their cotton study that the chemical fertilizers energy usage had the first part 51.32%, 45.31% and 30.15% by respectively. Polat et al. (2006), Ören and Öztürk (2006) and Zahedi et al. (2014) concluded in their cotton study that the diesel fuel energy usage had the first part 27.47%, 41.24% and 47.40% by respectively. Yılmaz et al. (2005) concluded in their cotton study that the irrigation water energy usage had the first part 31.10%, Semerci et al. (2019) concluded in their cotton study that the electricity energy usage had the first part 36.61%.

Table 3. Energy balance in cotton cultivation

Inputs	Unit	Energy equivalent (MJ unit⁻¹)	Input used per hectare (unit ha⁻¹)	Energy value (MJ ha⁻¹)	Ratio (%)
Human labour	h	1.96	149.92	293.84	0.54
Soil preparation	h	1.96	8.13	15.94	
Sowing	h	1.96	1.37	2.69	
Hoeing	h	1.96	114.92	225.24	
Fertilization	h	1.96	1.32	2.59	
Spraying	h	1.96	6.78	13.29	
Irrigation	h	1.96	14.28	27.99	
Harvest	h	1.96	3.12	6.12	
Machinery	h	64.80	17.79	1 152.79	2.11
Soil preparation	h	64.80	5.12	331.78	
Sowing	h	64.80	1.11	71.93	
Hoeing	h	64.80	3.69	239.11	
Fertilization	h	64.80	1.21	78.41	
Spraying	h	64.80	4.71	305.21	
Harvest	h	64.80	1.95	126.36	
Chemicals	kg	101.20	10.63	1 075.76	1.96
Chemical fertilizers				15 254.67	27.93
Nitrogen	kg	60.60	231	13 998.60	
Phosphorous	kg	11.10	98	1 087.80	
Potassium	kg	6.70	8.10	54.27	
Microelements	kg	120	0.95	114	
Diesel fuel	L	56.31	255.10	14 364.68	26.30
Electricity	kWh	3.60	5169	18 608.40	34.06
Irrigation water	m ³	0.63	5650	3 559.50	6.53
Seed	kg	11.80	26.10	307.98	0.57
Total inputs				54 617.62	100
Output	Unit	Energy equivalent (MJ unit⁻¹)	Output per hectare (unit ha⁻¹)	Energy value (MJ ha⁻¹)	Ratio (%)
Cotton	kg	11.80	5 591.90	65 984.42	100
Total output				65 984.42	100

Cotton, energy input, energy output, energy use efficiency, specific energy, energy productivity and net energy in cotton plant cultivation were computed as 5 591.90 kg ha⁻¹, 54 617.62 MJ ha⁻¹, 65 984.42 MJ ha⁻¹, 1.21, 9.77 MJ kg⁻¹, 0.10 kg MJ⁻¹ and 11 366.80 MJ ha⁻¹, respectively (Table 4). In previous studies, Singh et al. (2000) defined energy use efficiency as 10.20, Yılmaz et al. (2005) as 0.74, Ören and Öztürk (2006) as 2.38, Polat et al. (2006)

as 2.52, Dağıstan et al. (2009) as 2.36, Şehri (2012) as 1.63, Zahedi et al. (2014) as 0.70, Baran (2016) as 3.79, Semerci et al. (2019) as 1.11, respectively.

Table 4. Energy use efficiency computations in cotton cultivation

Computations	Unit	Values
Cotton	kg ha ⁻¹	5 591.90
Energy input	MJ ha ⁻¹	54 617.62
Energy output	MJ ha ⁻¹	65 984.42
Energy use efficiency		1.21
Specific energy	MJ kg ⁻¹	9.77
Energy productivity	kg MJ ⁻¹	0.10
Net energy	MJ ha ⁻¹	11 366.80

The part of energy inputs, used in the cotton cultivation, in accordance with the direct, indirect, renewable and non-renewable energy groups were given in Table 5. As can be examined from Table 5, the total energy input used in cotton cultivation can be classified as 67.43% direct and 32.57% indirect. As can be examined from Table 5, the total energy input used in cotton cultivation can be classified as 7.62% renewable and 92.38% non-renewable. Similarly, it was defined that the ratio of non-renewable energy was higher than the ratio of renewable energy in cotton Singh et al. (2000), cotton (Yılmaz et al., 2005), cotton (Ören and Öztürk, 2006), cotton (Polat et al., 2006), cotton (Dağıstan et al., 2009), cotton (Şehri, 2012), cotton (Zahedi et al., 2014), cotton (Baran 2016), cotton (Semerci et al., 2019). Greenhouse gas emissions (GHG) of inputs in cotton cultivation were given Table 6.

Table 5. Energy inputs types for cotton cultivation

Type of energy	Energy input (MJ ha ⁻¹)	Ratio (%)
Direct energy ^a	36 826.42	67.43
Indirect energy ^b	17 791.20	32.57
Total	54 617.62	100
Renewable energy ^c	4 161.32	7.62
Non-renewable energy ^d	50 456.30	92.38
Total	54 617.62	100

Table 6. Greenhouse gas emissions (GHG) of inputs in cotton cultivation

Inputs	Unit	GHG coefficient (kgCO _{2-eq} unit ⁻¹)	Input used per area (unit ha ⁻¹)	GHG emissions (kgCO _{2-eq} ha ⁻¹)	Ratio (%)
Human labour	h	0.700	149.92	104.94	1.62
Machinery	MJ	0.071	1 152.79	81.85	1.26
Nitrogen	kg	4.570	231	1 055.67	16.29
Phosphorous	kg	1.180	98	115.64	1.78
Potassium	kg	0.640	8.10	5.18	0.08
Chemicals	kg	13.900	10.63	147.76	2.28
Diesel fuel	L	2.760	255.10	704.08	10.86
Electricity	MJ	0.167	18 608.40	3 107.60	47.94
Irrigation water	m ³	0.170	5650	960.50	14.82
Seed	kg	7.630	26.10	199.14	3.07
Total				6 482.36	100
GHG ratio (per kg)				1.16	

Total GHG emissions were computed as 6 482.36 kgCO_{2-eq}ha⁻¹ for cotton cultivation with the greatest input part for electricity (47.94%). The electricity followed up nitrogen (16.29%), irrigation water (14.82%), diesel fuel (10.86%), seed (3.07%), chemicals (2.28%), phosphorous (1.78%), human labour (1.62%), machinery (1.26%)

and potassium (0.08%), respectively. Additionally, GHG ratio value was computed as 1.16 kgCO_{2-eq}kg⁻¹ in cotton cultivation. In previous studies, Pishgar-Komleh et al. (2012a) computed the total GHG emission of cotton cultivation as 1 195 kgCO_{2-eq}ha⁻¹, Pishgar-Komleh et al. (2012b) computed the total GHG emission of potato cultivation as 992.88 kgCO_{2-eq}ha⁻¹, Khoshnevisan et al. (2013) computed the total GHG emission of wheat cultivation as 2 711.58 kgCO_{2-eq}ha⁻¹, Mohammadi-Barsari et al. (2016) computed the total GHG emission of watermelon cultivation as 461.41 kgCO_{2-eq}ha⁻¹, Eren et al. (2019) computed the total GHG emission of sugar beet cultivation as 4 742.69 kgCO_{2-eq}ha⁻¹ etc.

4. Conclusions

Based on this study following conclusions were defined on cotton cultivation.

The energy inputs of electricity energy 18 608.40 MJ ha⁻¹ (34.06%), chemical fertilizers energy with 15 254.67 MJ ha⁻¹ (27.93%) and diesel fuel energy with 14 364.68 (26.30%) were the first, second and third part in the total energy inputs. Reducing of the electricity usage, chemical fertilizers usage and diesel fuel usage are the most suitable ways of energy management in this study.

Energy use efficiency, specific energy, energy productivity and net energy in cotton cultivation were computed as 1.21, 9.77 MJ kg⁻¹, 0.10 kg MJ⁻¹ and 11 366.80 MJ ha⁻¹, respectively. Total energy inputs in cotton cultivation can be classified as 67.43% direct, 32.57% indirect, 7.62% renewable and 92.38% non-renewable. Reducing of chemical fertilizers (nitrogen, phosphorous and potassium) inputs and increasing of energy use efficiency is important for energy balance. Thus, farmyard manure usage should be increased.

Total GHG emissions were computed as 6 482.36 kgCO_{2-eq}ha⁻¹ for cotton cultivation with the greatest part for electricity 3 107.60 kgCO_{2-eq}ha⁻¹ (47.94%). The electricity followed up nitrogen 1 055.67 kgCO_{2-eq}ha⁻¹ (16.29%), irrigation water 960.50 kgCO_{2-eq}ha⁻¹ (14.82%), the second and third part in the total GHG emissions, respectively.

Applying soil analysis to specify the soil fertilizer needs (to reduce high chemical fertilizer energy usage and GHG emissions), usage efficient electric pumps for irrigation, changing the traditionally irrigation systems to modern ones and usage wheat variety with high productivity are strongly submitted (Khoshnevisan et al., 2013). By following these recommendations yield and energy ratio will increase in cotton cultivation.

Acknowledgment

We would like to thank the cotton producers who supported us in the survey.

References

- Akdemir, S., Calavaris, C., Gemtos, T. (2017). Energy balance of sunflower production. *Agronomy Research*, 15(4): 1463-1473.
- Anonymous, (2020a). T.C. Kalkınma Bakanlığı, Karacadağ Kalkınma Ajansı. Diyarbakır ve Şanlıurfa İllerinde Pamuk Sektörü Envanterinin Hazırlanması Projesi (Başbağ, S., Ekinci, R., Akıncı, C., Akın, S., Öcal Kara, F., Tonçer, Ö.) https://www.karacadag.gov.tr/Dokuman/Dosya/www.karacadag.org.tr_8_WH3D93PC_diyarbakir_ve_sanliurfa_illerinde_pamuk_sektor_u_envanterinin_hazirlanmasi_projesi.pdf, (accessed date: 21.01.2020).
- Anonymous, (2020b). T.C. Ticaret Bakanlığı. Esnaf, Sanatkarlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü. 2018 Yılı Pamuk Raporu. Nisan, 2019. <https://ticaret.gov.tr/data/5d41e59913b87639ac9e02e8/d0e2b9c79234684ad29baf256a0e7dce.pdf>, (accessed date: 02.05.2020).
- Anonymous, (2020c). TMMOB. Ziraat Mühendisleri Odası. Pamuk Raporu, 2018. http://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30467&tipi=17&sube=0, (accessed date: 21.01.2020).
- Anonymous, (2020d). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü. Tarım Ürünleri Piyasaları, Pamuk <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepe/ Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2019-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/2019-Ocak%20Pamuk.pdf>, (accessed date: 21.01.2020).
- Anonymous, (2020e). T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Diyarbakır İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü. <http://www.diyarbakirkulturturizm.gov.tr/TR-56881/cografya.html>, (accessed date: 01.05.2020).
- Asakereh, A., Shiekhdavoodi, M.J., Safaieenejad, M. (2010). Energy consumption pattern of organic and conventional lentil in Iran a case study: Kuhdasht county. *Asian Journal of Agricultural Sciences* 2(3): 111-116.
- Banaeian, N., Omid, M., Ahmadi, H. (2011). Energy and economic analysis of greenhouse strawberry production in Tehran province of Iran. *Energy Conversion and Management* 52: 1020-1025.
- Baran, M.F. (2016). Energy efficiency analysis of cotton production in Turkey: A case study for Adıyaman province. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 16 (2): 229-233.
- Baran, M.F., Gokdogan, O. (2017). Determination of energy use efficiency of sesame production. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 14(3): 73-79.
- Barut, Z.B., Ertekin, C., Karaağaç, H.A. (2011). Tillage effects on energy use for corn silage in Mediterranean Coastal of Turkey. *Energy* 36: 5466-5475.
- Bayhan, Y. (2016). İkinci ürün ayçiçeği üretiminde farklı toprak işleme ve doğrudan ekim yöntemlerinin enerji kullanım etkinliğinin karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(2): 102-109.
- Brown, L.R., Flavin, C.F., French, H. (1998). State of the world. New York: WW. Norton. p. 251.
- BioGrace-II. (2015). Harmonised calculations of biofuel greenhouse gas emissions in Europe. BioGrace, Utrecht, The Netherlands. (<http://www.biograce.net>).
- Clark, S., Khoshnevisan, B., Sefeedpari, P. (2016). Energy efficiency and greenhouse gas emissions during transition to organic and reduced-input practices: Student farm case study. *Ecological Engineering* 88: 186-194.
- Çanakçı, M., Akıncı, İ. (2006). Energy use pattern analyses of greenhouse vegetable production. *Energy* 86: 1354-1358.
- Çelen, İ.H. (2016). Tarımsal uygulamalarda enerji kullanımı üzerine bir değerlendirme. *Electronic Journal of Vocational Colleges*. December 2016: 18-29.
- Çiçek, A., Erkan, O. (1996). Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri. GOPÜ, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat.
- Çiçek, A., Altıntaş, G., Erdal, G. (2011). Energy consumption patterns and economic analysis of irrigated wheat and rainfed wheat production: Case study for Tokat region, Turkey. *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 17(3): 378-388.
- Dağıstan, E., Akçaöz, H., Demirtaş, B., Yılmaz, Y. (2009). Energy usage and benefit-cost analysis of cotton production in Turkey. *African Journal of Agricultural Research* 4 (7): 599-604.
- Demircan, V., Ekinci, K., Keener, H. M., Akbolat D. & Ekinci, C. (2006). Energy and economic analysis of sweet cherry production in Turkey: A case study from Isparta province. *Energy Conversion and Management* 47: 1761-1769.
- Eren, Ö., Gökdoğan, O. Baran, M.F. (2019). Determination of greenhouse gas emissions (GHG) in the production of different plants in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin* 28 (2A): 1158-1166.
- Ertekin, C., Çanakçı, M., Külcü, R., Yaldız, O. (2010). Energy use in legume cultivation in Turkey. XVIIth World Congress of the International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering (CIGR). Québec, Canada, June, 13-17, 1-9.
- Esengün, K., Erdal, G., Gündüz, O., Erdal, H. (2007). An economic analysis and energy use in stake-tomato production in Tokat province of Turkey. *Renewable Energy* 32: 1873-1881.

- Gökdoğan, O., Sevim, B. (2016). Determination of energy balance of wheat production in Turkey: A case study of Eskil district of Aksaray province. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 13(4): 36-43.
- Hatırlı, S.A., Özkan, B., Fert, C. (2005). Energy inputs and crop yield relationship in greenhouse tomato production. *Renewable Energy* 31: 427-438.
- Hughes, D.J., West, J.S., Atkins, S.D., Gladders, P., Jeger, M.J., Fitt, B.D. (2011). Effects of disease control by fungicides on greenhouse gas emissions by U.K. arable crop production. *Pest Manag. Sci.* 67: 1082-1092.
- Houshyar, E., Dalgaard, T., Tarazgar, M.H., Jorgensen, U. (2015). Energy input for tomato production what economy says, and what is good for the environment. *Journal of Cleaner Production* 89: 99-109.
- Karaağaç, H.A., Aykanat, S., Cakır, B., Eren, Ö., Turgut, M. M., Barut, Z.B., Öztürk, H. H. (2011). Energy balance of wheat and maize crops production in Hacıali Undertaking. 11th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture Congress. 388-391.
- Karaağaç, H.A., Baran, M.F., Mart, D., Bolat, A., Eren, Ö. (2019). Nohut üretiminde enerji kullanım etkinliği ve sera gazı (GHG) emisyonunun belirlenmesi (Adana ili örneği). *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 16: 41-50.
- Karademir, E., Karademir, Ç., Ekinci, R., Sevilmiş, U. (2015). İleri generasyondaki pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) hatlarında verim ve lif kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 2 (2): 100-107.
- Khoshnevisan, B., Rafiee, S., Omid, M., Yousefi, M., Movahedi, M. (2013). Modeling of energy consumption and GHG (greenhouse gas) emissions in wheat production in Esfahan province of Iran using artificial neural networks. *Energy* 52: 333-338.
- Khoshnevisan, B., Shariati, H.M., Rafiee, S., Mousazadeh, H. (2014). Comparison of energy consumption and GHG emissions of open field and greenhouse strawberry production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29: 316-324.
- Kızılaslan, H. (2009). Input-output energy analysis of cherries production in Tokat province of Turkey. *Applied Energy* 86: 1354-1358.
- Koçtürk, O.M., Engindeniz, S. (2009) Energy and cost analysis of sultana grape growing: A case study of Manisa, west Turkey. *African Journal of Agricultural Research* 4 (10): 938-943.
- Konak, M., Marakoğlu, T., Özbek, O. (2004) Mısır üretiminde enerji bilançosu. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 18 (34): 28-30.
- Lal, R. (2004). Carbon emission from farm operations. *Environment International* 30: 981-990.
- Mani, I., Kumar, P., Panwar, J. S., Kant, K. (2007). Variation in energy consumption in production of wheat-maize with varying altitudes in hill regions of Himachal Pradesh, India. *Energy* 32: 2336-2339.
- Mandal, K. G., Saha, K. P., Ghosh, P. K., Hati, K. M. & Bandyopadhyay, K. K. (2002). Bioenergy and economic analysis of soybean based crop production systems in central India. *Biomass and Bioenergy* 23: 337-45.
- Marakoğlu, T., Çarman, K. (2009). nohut tarımında farklı üretim tekniklerinin enerji bilançosu. *Selçuk Üniversitesi Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 23 (48): 47-50.
- Marakoğlu, T., Özbek, O., Çarman, K. (2010). Nohut üretiminde farklı toprak işleme sistemlerinin enerji bilançosu. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi* 6 (4): 229-235.
- Maraseni, T.N., Deo, R.C., Qu, J., Gentle, P., Neupane, P.R. (2018). An international comparison of rice consumption behaviours and greenhouse gas emissions from rice production. *Journal of Cleaner Production* 172: 2288-2300.
- Mohammadi, A., Tabatabaefar, A., Shahin, S., Rafiee, S., Keyhani, A. (2008). Energy use and economical analysis of potato production in Iran a case study: Ardabil province. *Energy Conversion and Management* 49: 3566-3570.
- Mohammadi, A., Rafiee, S., Mohtasebi, S.S., Rafiee, H. (2010). Energy inputs-yield relationship and cost analysis of kiwifruit production in Iran. *Renewable Energy* 35: 1071-1075.
- Mohammadi-Barsari, A., Firouzi, S., Aminpanah, H. (2016). Energy-use pattern and carbon footprint of rain-fed watermelon production in Iran. *Information Processing in Agriculture* 3: 69-75.
- Mousavi-Avval, S.H., Rafiee, S., Mohammadi, A. (2011). Optimization of energy consumption and input costs for apple production in Iran using data envelopment analysis. *Energy* 36: 909-916.
- Mukherjee, K. (2008). Energy use efficiency in the Indian manufacturing sector: an interstate analysis. *Energy Policy* 36 (2): 662-72.
- Nemecek, T., Dubois, D., Huguenin-Elie, O., Gaillard, G. (2011). Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agriculture Systems* 104: 217-32.
- Nguyen, T.L.T., Hermansen, J.E. (2012). System expansion for handling co-products in LCA of sugar cane bio-energy systems: GHG consequences of using molasses for ethanol production. *Applied Energy* 89: 254-261.
- Özkan, B., Kürklü, A., Akçaöz, H. (2004). An input-output energy analysis in greenhouse vegetable production: A case study for Antalya region of Turkey. *Biomass and Bioenergy* 26: 89-95
- Ören, M.N., Öztürk, H.H. (2006). An analysis of energy utilization for sustainable wheat and cotton production in Southeastern Anatolia Region of Turkey. *Journal of Sustainable Agriculture* 29 (1): 119-130.
- Öztürk, H.H. (2011). Bitkisel Üretimde Enerji Yönetimi. Hasad Yayıncılık, Ankara. 256, ISBN: 978-975-8377-78-7.

- Öztürk, H.H., Yaşar, B., Eren, Ö. (2015). Tarımda enerji kullanımı ve yenilenebilir enerji kaynakları. www.zmo.org.tr/resimler/ekler/ce30eeb956b8bbd_ek.pdf.
- Pishgar-Komleh, S.H., Sefeedpari, P., Ghahderijani, M. (2012a). Exploring energy consumption and CO₂ emission of cotton production in Iran. *J Renewable Sustainable Energy* 4 (3): 331-15.
- Pishgar-Komleh, S.H., Ghahderijani, M., Sefeedpari, P. (2012b). Energy consumption and CO₂ emissions analysis of potato production based on different farm size levels in Iran. *Journal of Cleaner Production* 33: 183-191.
- Polat, R., Çopur, O., Sağlam, R. & Sağlam, C. (2006). Energy use pattern and cost analysis of cotton agriculture: A case study for Sanliurfa, Turkey. *The Philippine Agricultural Scientist* 89 (4): 368-371.
- Saltuk, B. (2019). Energy efficiency of greenhouse tomato production in Turkey: A case of Siirt province. *Fresenius Environmental Bulletin* 28 (8): 6352-6357.
- Semerci A., Baran, M.F., Gokdoğan, O. Çelik, A.D. (2019). Determination of energy use efficiency of cotton production in Turkey: A Case Study From Hatay Province, *Fresenius Environmental Bulletin* 27 (4): 1829-1835.
- Singh, S., Singh, S., Pannu, C.J.S., Singh, J. (2000). Optimization of energy input for raising cotton crop in Punjab. *Energy Conversion & Management* 41: 1851-1861.
- Singh, J. M. (2002). On farm energy use pattern in different cropping systems in Haryana, India. International Institute of Management University of Flensburg, Sustainable Energy Systems and Management. Master of Science Thesis, Germany.
- Singh, H., Mishra, D., Nahar, N. M. & Ranjan M. (2003). Energy use pattern in production agriculture of a typical village in Arid Zone India (Part II). *Energy Conversion and Management* 44: 1053-1067.
- Şehri, M. (2012). Adana yöresi pamuk üretiminde enerji kullanım etkinliği ve maliyet analizi. (Yüksek Lisans Tezi) Çukurova Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tipi, T., Çetin, B., Vardar, A. (2009). An analysis of energy use and input costs for wheat production in Turkey. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7(2): 352-356.
- Unakitan, G., Aydın, B. (2018). A comparison of energy use efficiency and economic analysis of wheat and sunflower production in Turkey: A case study in Thrace Region. *Energy* 149: 279-285.
- Yaldız, O., Öztürk, H.H., Zeren, Y., Başçetinçelik, A. (1993). Energy usage in production of field crops in Turkey. 5th international congress on mechanization and energy in agriculture, Kusadasi, Turkey. October, 11-14, pp. 527-536 (in Turkish).
- Yılmaz, I., Akçaöz, H., Özkan, B. (2005). An Analysis of energy use and input costs for cotton production in Turkey. *Renewable Energy* 30 (2005): 145-155.
- Zahedi, M., Eshghizadeh, H.R., Mondani, F. (2014) Energy use efficiency and economical analysis in cotton production system in an arid region: A case study for Isfahan province, Iran. *International Journal of Energy Economics and Policy* 4 (1): 43-52.

Tekirdağ İli Bağ Alanlarında Görülen Yabancı Ot Türleri, Yoğunluk ve Rastlama Sıklıklarının Belirlenmesi


Determination of Weed Species, Density and Frequency of Occurrence in the Vineyards of Tekirdağ Province


Adnan KARA^{1*}, Erdal ATA²

Özet

Üzüm; içerdiği yüksek şeker ve kalorisi, bazı mineral maddeleri ve vitaminleri ile önemli bir besin maddesidir. Ayrıca mineral maddelerden kalsiyum, potasyum, sodyum, demir ile A, B1, B2, Niacin ve C vitaminleri yönünden de önemli bir kaynak olarak kabul edilmektedir. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü FAO 2018 yılı verilerine göre dünyada yaklaşık 7.2 milyon ha alan üzerinde 79 milyon ton üzüm üretimi gerçekleştirilmiştir. Dünyada en çok bağ alanına sahip olan İspanya, Çin ve Fransa'dır. Türkiye 417 bin ha bağ alanı ile 5. sırada yer almaktadır. Üretim bakımından ilk üç sırada Çin, İtalya ve ABD yer almakta ve Türkiye %5'lik oran ve 3.9 milyon tonluk üretimle 6. sırada yer almaktadır. Türkiye konumu gereği bağcılık için elverişli bir iklim kuşağındadır. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi bağ alanlarında da yabancı otlar, özellikle su, besin maddesi ve ışık gibi bitki gelişimini doğrudan etkileyen faktörler başta olmak üzere ortamdaki diğer pek çok kaynağa ortak olmakta ve salgıladıkları allelopatik kimyasallarla kültür bitkisi gelişimini olumsuz yönde etkilemektedirler. Ayrıca küsküt (*Cuscuta monogyna* Vahl,) gibi parazit yabancı otlar, doğrudan asmaların genç gövde ve sürgünlerini penetre ederek, bitkileri zayıf düşürmektedir. Tekirdağ ili bağ alanlarındaki yabancı ot türlerini, yoğunluk ve rastlama sıklıklarını belirlemek için yapılan bu çalışma, 2015 yılı Temmuz-Ağustos aylarında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla Tekirdağ iline bağlı 2 ilçede, toplam 50 bağ alanında survey yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucu 23 familyaya ait 65 adet yabancı ot türü belirlenmiştir. Bu yabancı otlardan *Convolvulus arvensis*, *Cynanchum acutum*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Sorghum halepense* *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon*, *Cirsium arvense* ve *Setaria viridis* türleri en yoğun türler olarak belirlenmiştir. Rastlama sıklıklarına göre ise; *C. arvensis*, *C. album*, *S. nigrum*, *S. halepense*, *A. retroflexus*, *Xanthium strumarium*, *C. arvense*, *Cynanchum acutum* ve *Lactuca serriola* türleri ön plana çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yabancı ot, Bağ, Yoğunluk, Rastlama sıklığı, Tekirdağ

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author, Adnan Kara, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ, Türkiye akara@nku.edu.tr  OrcID: 0000-0003-2693-2511

²Erdal Ata, Tekirdağ Büyükşehir Belediyesi, Fen İşleri Dairesi Başkanlığı, Yol Şube Müdürlüğü, Tekirdağ, Türkiye ataerdal@gmail.com  OrcID: 0000-0001-6464-

Atıf/Citation: Kara, A., Ata, E.2021 Tekirdağ İli Bağ Alanlarında Görülen Yabancı Ot Türleri, Yoğunluk ve Rastlama Sıklıklarının Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 333-343.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

Abstract

Grape is an important nutrient with its high sugar and calories, some mineral substances and vitamins. It is also regarded as an important source of calcium, potassium, sodium and iron, and vitamins A, B1, B2, Niacin and C . According to the United Nation Food and Agriculture Organization (FAO) 2018 data, 79 million tons of grapes were produced on approximately 7.2 million hectares in the world. Spain, China and France have the largest vineyard areas in the world. Turkey, ranks fifth with 417 thousand ha vineyard. China, Italy and USA are in the top three in terms of production and Turkey ranks 6th with 3.9 million tons production and 5% rate. Turkey, due to its location, is a favourable climate for viticulture. As in other cultivated plants, weeds in vineyards shared many other resources in the environment especially factors that directly affect plant growth such as water, nutrients and light with viticulture and they affect the growth of cultivated plants negatively with the allelopathic chemicals they secrete. In addition, parasitic weeds such as dodder (*Cuscuta monogyna*) weaken the plants by penetrating directly into the young stems and shoots of the viticulture. This study was carried out in July-August 2015 to determine the weed species, density and frequency of occurrence in the vineyard areas of Tekirdağ province. To do this, survey were realized on an area covering 50 vineyards in two towns of Tekirdag province. As a result of the researches, 65 weed species belonging to 23 families were determined. Among these, *Convolvulus arvensis*, *Cynanchum acutum*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Sorghum halepense*, *Amaranthus retroflexus*, *Portulaca oleracea*, *Cynodon dactylon*, *Cirsium arvense*. and *Setaria viridis* were the most frequently determined 10 species. According to their frequencies; *Convolvulus arvensis*, *Chenopodium album*, *Solanum nigrum*, *Sorghum halepense*, *Amaranthus retroflexus*, *Xanthium strumarium*, *Cirsium arvense*, *Cynanchum acutum*, *Lactuca serriola* species came front.

Keywords: Weed, Vineyard, Density, Frequency, Tekirdag

1. Giriş

Üzüm (*Vitis vinifera* L.), içerdiği yüksek şeker ve kalorisini, bazı mineral maddeleri ve vitaminleri ile önemli bir besin maddesidir. Ayrıca mineral maddelerden kalsiyum, potasyum, sodyum, demir ile A, B1, B2, Niacin ve C vitaminleri yönünden de önemli bir kaynak olarak kabul edilmektedir (Kiracı ve ark. 2005). Üzümün %70-85 kadarı da sudur. Üzümün pek çok çeşidi yetişir ve bunlar değişik renk ve tatlarda olduğu gibi çekirdekli ve çekirdeksiz çeşitleri de vardır (Anonim, 2018).

Çeşitli kaynaklara bakıldığında; yabani asmanın (*V. vinifera* L. subsp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi) ilk kez Kuzeydoğu Anadolu ile Kafkas Dağları arasında yer alan bölgede yetiştirildiği görülmektedir. Anadolu, asmanın anavatanı olarak bilinen bölgeler içerisinde yer alan eski ve köklü bir bağcılık kültürüne sahiptir (Çelik, 2013). Üzüm, daha çok taze olarak sofralık, kuru üzüm ve şarap olarak değerlendirilmekle birlikte; alkol, sirke, pekmez, sucuk, pestil, bastık, reçel gibi gıda ürünlerine de işlenebilmektedir. Ayrıca Türkiye'nin bazı bölgelerinde üretilen köfter, bulama, hardaliye vb. olduğu gibi üzüm birçok yöresel/geleneksel ürünlerin de hammaddesidir. Yemeklerde kullanmak amacıyla toplanıp salamura işlenen asma yaprakları ise, üzümün ikinci bir ürünü olarak yaygın olarak değerlendirilmektedir (Kiracı ve Şenol 2017).

Dünyada 2018 yılında 7,2 milyon ha alanda üzüm üretilmektedir. Türkiye bağ alanı açısından yaklaşık 417 bin ha ve %6'lık pay ile İspanya (%16), Çin (%11), Fransa (%11) ve İtalya'dan (%9) sonra 5. sırada yer almaktadır. Türkiye'yi ABD (%5) ve Arjantin (%3) takip etmektedir. Dünya Gıda Örgütü (FAO) verilerine göre 2018 yılında, bir önceki yıla göre üretim miktarı %8.4; alan ise %3.4 artış göstermiştir. Son beş yıllık (2014-2018) veriler incelendiğinde ise üzüm üretiminin 74 milyon tondan, 79 milyon tona, alanın da 70.2 milyon da' dan 71.6 milyon da' a yükseldiği görülmektedir. Türkiye'de 2018 yılında toplam 4,7 milyon da alanda 1,9 milyon ton sofralık, 1,5 milyon ton kurutmalık, 500 bin ton şaraplık üzüm üretimi gerçekleşmiştir. Türkiye ihracatı Rusya ve Irak gibi ülkeler başta olmak üzere Avrupa Birliği ülkeleri ve Türki Cumhuriyetlere gerçekleştirmektedir. Bu ülkeler bir yandan yeni bağ alanları da tesis etmektedirler (Anonim, 2020b).

Trakya bölgesi gerek bağ alanlarının genişliği ve gerekse de üzüm üretimi ve işlenmesi açısından önemli bir potansiyele sahiptir Trakya yöresinde bağcılık yönünden en önemli il Tekirdağ'dır. Bu ilimizin özellikle Şarköy ilçesinde hem sofralık hem de yoğun bir şekilde şaraplık üzüm çeşitleri yetiştirilmektedir. Bölgede yeni kurulan bağlarda telli terbiye sistemleri tercih edilmekle birlikte, bağların büyük çoğunluğu hala farklı gövde yüksekliğine sahip goble şeklindedir. Bölgenin Avrupa pazarına yakın oluşu gerek sofralık üzüm, gerek şarap ihracatı açısından önemli bir avantajdır (Durgut ve Arın, 2005).

Bağcılıkta ürünü etkileyen etmenler arasında yabancı otların önemli bir yeri vardır. Bunlar direkt rekabete girerek zararlı oldukları gibi birçok hastalık etmeni ve zararlılara da konukçuluk ederek dolaylı yollarla da ürün azalmasına neden olurlar. Bağlarda yabancı otların direkt neden olduğu verim kaybının %10.1 olduğu kaydedilmektedir. Diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi; bağ alanlarında da yabancı otlar rekabete girerek hem yeni tesis edilen hem de verim çağındaki asmalarda gelişmeyi olumsuz yönde etkilemekte, önemli verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Cramer, 1967; Özer ve ark., 2001; Özcan ve ark., 2014). Bağ alanlarında yabancı otların üzüme göre daha fazla besin elementi (N, P, K) kaldırdığı ve suyu çok daha fazla kullandıkları bilinmektedir (Oraman, 1959; Farkhadi, 1968). Özellikle nispeten kurak ve dengeli gübreleme yapılmayan bağ alanlarında yabancı otlarla rekabet sonucu üzüm veriminde büyük kayıplar oluşmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri de dikkate alındığında sulanmayan bağ alanlarında yabancı otların öneminin daha da artacağı düşünülmektedir. Böyle alanlarda yabancı ot kontrolü aynı zamanda suyun etkin kullanımını gerektirecektir (Özer ve ark. 2001). Zira, iklim değişikliğiyle yabancı ot-kültür bitkisi rekabetinin daha çok kültür bitkisi aleyhine değişeceği ve yabancı otlar kontrol altına alınmadığı zaman, yabancı otlardan kaynaklanan verim kayıplarının daha da artacağı tahmin edilmektedir. Hatta bazı bölgelerde bitkisel üretimin nerede ise imkânsız hale gelebileceği beklenmektedir (Önen ve Özcan, 2010).

Bağlarda tüm sezon boyunca mücadele edilmeyen yabancı otların üzüm verimini %37, çubuk ağırlığını %68, asma başına salkım sayısını %28 ve tane ağırlığını %3 oranında azalttığı saptanmıştır (Byrne ve Howell, 1978). Özellikle nispeten kurak ortamlarda kurulan ve dengeli gübreleme yapılmayan bağ alanlarında yabancı otlarla rekabet sonucu büyük kayıplar oluşmaktadır. İklim değişikliğinin etkileri de dikkate alındığında özellikle sulanmayan bağ alanlarında yabancı otların öneminin daha da artacağı düşünülmektedir. Böyle alanlarda yabancı ot kontrolü aynı zamanda suyun etkin kullanımını anlamına gelecektir (Özer ve ark., 2001).

Ayrıca, yabancı otlar kültür bitkilerinde homojen olmayan büyüme ve olgunlaşmaya neden olmakta, allelopatik özellikleriyle kültür bitkilerini olumsuz etkilemekte, sürümü ve hasadı güçleştirerek üretim maliyetlerini yükseltmekte, pek çok hastalık ve zararlı etmene yataklık yapmakta ve insan ile hayvanlarda zehirlenmelere neden olmaktadır. Ayrıca yarı ve tam parazit olarak kültür bitkileri üzerinde yaşayarak önemli verim kayıplarına neden olurlar (Racz ve Siaba, 1971; Özer ve ark., 2001; Önen, 2015; Özasan ve ark., 2013; Özasan, 2016; Özasan ve ark., 2017). İspanya’da bağ alanlarında yapılan bir çalışmada 7 yabancı ot türünün kök ur nematodu (*Meloidogyne* spp.) ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Castillo ve ark., 2008). Bununla birlikte bazı yabancı otlar da thripslerin taşıdığı önemli virüs hastalıklarının konukçusu olması bakımından önemlidir (Cho ve ark., 1986, Stobbs ve ark., 1992). Yabancı otların yoğun olduğu bağlarda, özellikle fungal hastalık etmenlerinin popülasyonu ve enfeksiyon riski artmaktadır. Özellikle *C. monogyna* gibi bağ omcaları üzerinde tam parazit olarak yaşayan ve bağın hem topraktan aldığı su ve besin elementlerini, hem de fotosentez ürünlerini kullanarak bağı zayıf düşüren ve zamanla öldüren tam parazit yabancı otlar verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkiler. Bunun yanı sıra *C. dactylon*, *C. arvensis*, *Cyperus rotundus*, *C. arvense*, *S. halepense* ve *Malva sylvestris* gibi kuvvetli gelişen, derin kök sistemine sahip, vejetatif olarak da çoğalabilen çok yıllık yabancı otlar daha büyük önem arz etmektedir (Kitiş, 2011).

Ülkemizin farklı bölgelerinde bağ alanlarında sorun olan yabancı otların belirlenmesine yönelik olarak sürvey çalışmaları yapılmıştır (Karaca ve Uluğ, 1982; Uluğ, 1989; Kaçan, 2014; Kaçan ve Boz, 2015; Özcan, 2016; Topçu ve Cangı, 2017; Ata, 2019; Pekcan Kaçar ve Özasan, 2020). Ülkemizde bağ alanlarında *A. retroflexus*, *Avena* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *C. arvensis*, *Conyza canadensis*, *C. dactylon*, *Hordum murinum*, *L. serriola*, *Matricaria chamomilla*, *Malva neglecta*, *Papaver rhoeas*, *Phalaris minör*, *Polygonum aviculare*, *P. oleracea*, *Sinapis arvensis*, *S. halepense*, *Stellaria media*, *Tribulus terrestris*, *Veronica hederifolia* ve *X. strumarium* türlerinin sorun olduğu bilinmektedir (Güncan ve Karaca, 2018; Tepe, 2014; Kaçan ve Boz, 2015; Kaplan ve Bayhan, 2016; Ata, 2019).

Yabancı ülkelerde de bağ alanlarındaki yabancı ot türleri ve yoğunluklarının belirlenmesine yönelik birçok çalışma bulunmaktadır. Macaristan’da (Ubrzsy, 1967). Yunanistan’da (Daris, 1968); Avustralya’da (Graham 1969); Fransa’da (Barralis ve Douhard, 1969); Yeni Zelanda’da (Dastgheib ve Frampton, 2000) ve Hırvatistan’da (Purgar ve Hulina, 2004) yapılan çalışmalara bakıldığında bazı yabancı ot türlerinin benzerlik gösterdiği görülmektedir. Sürvey çalışmaları genel olarak ele alındığında benzer türlerin daha ziyade *C. arvense*, *Veronica* spp., *T. terrestris*, *C. album*, *A. retroflexus*, *S. media*, *T. officinale*, *L. purpureum*, *P. Oleracea*, *Taraxacum officinale*, *S. nigrum*, *C. arvense* ve *C. dactylon* gibi hemen hemen dünyanın bütün kıtalarında görülen ve bütün tarım sistemlerine adapte olmuş kozmopolit türlerden (Holm ve ark. 1977; Özer ve ark. 2001) oluştuğu görülmüştür.

Sürdürülebilir bir üretim için bağ alanlarında yabancı ot mücadelesi bir zorunluluk olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak genel olarak yabancı ot sorununun bölgeden bölgeye hatta tarladan tarlaya göre değişkenlik gösterdiği dikkate alındığında yabancı otlar ile başarılı bir şekilde mücadele edilebilmesi için öncelikle sorun olan yabancı ot türleri ile bunların yaygınlık ve yoğunluklarının saptanması gerekir. Bu çalışma Tekirdağ ili bağ alanlarında görülen yabancı ot türlerinin belirlenmesi ve bu türlerin ildeki bağ üretim alanlarındaki yoğunluk ve rastlanma sıklıklarının tespit edilmesi amacıyla yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Çalışmanın ana materyalini Tekirdağ İli bağ alanları ve bu alanlarda görülen yabancı ot türleri oluşturmuştur. Sürvey çalışmaları bağ alanlarının yoğun olarak bulunduğu Süleymanpaşa ve Şarköy ilçelerinde 2015 yılında yürütülmüştür. Örnekleme için gidilen noktaların seçiminde bağ üretim alanının geniş olmasına ve birbirinden farklı yönlerde ve uzak olmalarına özen gösterilmiştir. Sürvey noktalarında kenar tesirini ortadan kaldırmak için 1/4 m²’lik çerçeve 15-20 m içerden atılmaya başlanmıştır. Örnekleme sayısı bağ alanlarının büyüklüğüne göre yapılarak; 1-5 da alana kadar 4, 5–10 da arasında 6 ve 10 dekinden daha büyük bağ alanları için en az 8 defa çerçeve atılmıştır (Bora ve Karaca 1970). Çerçeve içerisindeki yabancı ot türleri ve yoğunlukları (adet/m²) kaydedilmiştir. Yabancı ot türlerini sayarken, geniş yapraklı yabancı otlar tüm bitki olarak, dar yapraklı olanlarda ise her bir kardeş (başak) bir bitki olarak kabul edilmiş ve sürvey formlarına bu şekilde işlenmiştir.

Yoğunluk (bitki/m²) hesaplanmasında çerçeve içine giren yabancı otların cins ve türlerine göre bireyler sayılarak, her çerçevede türlere ait bitki sayıları dört ile çarpılarak atılan çerçeve sayısına göre aritmetik

ortalamlar alınmış ve yabancı otların o sayım noktasındaki yoğunlukları hesaplanmıştır. Belirlenen bu alanlarda çerçeve sayısına göre yabancı otun yoğunluğu ve rastlanma sıklığı Odum (1971) ve Uygur (1991)'den yararlanarak hesaplanmıştır. Bora ve Karaca (1970)'dan yararlanılarak yabancı ot türlerinin ilçeler düzeyindeki yoğunluğu ağırlıklı ortalama esasına göre yapılmıştır. Yoğunluk (bitki/m²) çerçeve içine giren yabancı otların cins ve türlerine göre bireyler sayılarak, aritmetik ortalamaları alınmış ve yabancı otların m²'deki tür yoğunlukları hesaplanmıştır. Belirlenen bu alanlarda çerçeve sayılarına göre yabancı otun yoğunluğu ve rastlanma sıklığı Odum (1971) ve Uygur (1991)'den yararlanarak eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır:

$$Y=P/C \quad (\text{Eş.1})$$

Y= Yoğunluk (bitki/m²)

P = Çerçeveye giren bir bitki türünün fert sayısı

C = Atılan çerçeve sayısı

Yabancı ot türleri ve bunların sayıları belirlendikten sonra popülasyonun değerlendirilmesinde kullanılan her bir türün Rastlama Sıklığı(RS) hesaplanmıştır. Rastlama sıklığının belirlenmesinde çerçeve içerisine girip girmediğine bakılmaksızın ortamda bulunan bütün yabancı otlar kaydedilerek değerlendirilmiştir. Odum (1971)'e göre rastlanma sıklıkları hesaplanmış ve hesaplamada aşağıdaki eşitlik 2 kullanılmıştır.

$$RS=N/M*100 \quad (\text{Eş.2})$$

RS=Rastlanma sıklığı (%)

N= Her türün bulunduğu sürvey noktası sayısı

M= Örnekleme yapılan toplam sürvey noktası sayısı

Ayrıca türlerin yoğunluklarının derecelendirilmesinde Üstüner ve Günçan (2002) tarafından geliştirilen yabancı ot yoğunluk skalası kullanılmıştır. Bu skalaya göre (adet/m²);

A: Çok yoğun (ortalama >10) B: Yoğun (ortalama 1-10 arası) C: Orta yoğun (ortalama 0.1-1 arası), D: Az yoğun (ortalama 0.01-0.1 arası), E: Nadir rastlanan (ortalama 0.01'den az) olarak değerlendirilmiştir.

Sürvey yapılan ilçeler ve mahalleler Tekirdağ İl Tarım ve Orman Müdürlüğü kayıtlarından elde edilen veriler doğrultusunda bağıcılığın en yoğun yapıldığı alanlarda gerçekleştirilmiştir. Söz konusu sürvey bölgesi, Tekirdağ ili; Süleymanpaşa ilçesi Barbaros Mahallesi, Şarköy ilçesi; Gaziköy Mahallesi, Güzelköy Mahallesi ve Kirazlı Mahallesi'dir. Sürvey alanları, işgücü, ulaşım durumu, yolda ve sayımlar sırasında geçen zaman ve sayımı yapılacak yabancı ot türlerinin fazla olması ihtimali göz önünde bulundurulmuştur. Temmuz ve Ağustos aylarında toplam 50 bağ alanında sürvey yapılmıştır. İlçelere göre sürvey yapılan bağ alanı sayısı, ilçelerin il genelinde bağ üretim alanları içerisindeki payı göz önüne alınarak hesaplanmış ve toplam 50 olan bağ alanı sayısı, *Tablo 1*'de görüldüğü gibi dağıtılmıştır.

Tablo 1. Tekirdağ ilinde sürvey yapılan yerler, sürvey yapılan bağ sayısı ve toplam bağ ekim alanları (Anonim, 2019)

Table 1. Data of grape production in Tekirdağ province and the number of surveyed area (Anonim, 2019)

Mahalleler	Süleymanpaşa			Şarköy	
	Barbaros	Gaziköy	Güzelköy	Kirazlı	Toplam
Survey yapılan alan (da)	705	245	300	110	1.360
Tarla sayısı	20	10	10	10	50
Toplam üretim alanı(da)	757	887	1189	1236	3.557

Ayrıca bitkilerin teşhisi amacıyla sürvey esnasında yeteri kadar bitki örnekleri alıp, bitkilere ayrı ayrı numaralar verilerek bunları teşhise uygun hale getirmek için gazete kağıtları arasında herbaryum tekniğine uygun olarak preslenerek kurutulmuş ve daha sonra standart ölçülerdeki kartonlara yapıştırılmıştır. Araştırma sonucu yabancı ot türlerinin tanısı Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ersin KARABACAK tarafından yapılmıştır.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Tekirdağ ili ve ilçelerinde bağ alanlarında yapılan survey sonucunda 24 familyaya ait 65 adet yabancı ot türü belirlenmiştir (*Tablo.2*).

Tablo 2. Tekirdağ ili bağ alanlarında saptanan yabancı ot türlerinin familyaları, bilimsel ve türkçe adları
Table 2. Their families, scientific and turkish names which determined weed species

Familya adı	Bilimsel adı	Türkçe adı
Amaranthaceae	<i>Amaranthus albus</i> L.	Horoz ibiği
	<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Kırmızı köklü tilki kuyruğu
	<i>Salsola tragus</i> subsp. <i>ragus</i> L.	Soda otu
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	Yabani havuç
	<i>Echinophora tenuifolia</i> L. subsp. <i>sibthorpiana</i> (Guss.) Tutin <i>Scandix pecten-veneris</i> L.	Tarhana otu Zühre tarağı
Apocynaceae	<i>Apocynum venetum</i> L. subsp. <i>sarmatiense</i> (Woodson)	Pembekiz
	<i>Cynanchum acutum</i> subsp. <i>acutum</i> L.	Sütlü sarmaşık
Asteraceae	<i>Anthemis cotula</i> L.	Pis kokulu köpek papatyası
	<i>Centaurea cuneifolia</i> Sibth. & Sm.	Kırkdüğme
	<i>Centaurea solstitialis</i> L.	Güneş dikenini
	<i>Chondrilla juncea</i> L.	Akhindiba
	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Köygöçüren
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	Tüylü pire otu
	<i>Crepis foetida</i> L.	Pis kokulu hindiba
	<i>Echinops ritro</i> L.	Tüysüz eşek dikenini
	<i>Helminthotheca echioides</i> (L.) Holub.	Dikenli öküz dili
	<i>Lactuca saligna</i> L.	Yabani marul
Boraginaceae	<i>Lactuca serriola</i> L.	Dikenli yabani marul
	<i>Senecio vulgaris</i> L.	İmam kavuğu
	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrağı
Brassicaceae	<i>Echium angustifolium</i> Miller	Dar yapraklı engerek otu
	<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Bozot
	<i>Nonea atra</i> Griseb.	Bağ sormuğu
Caprifoliaceae	<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch.	Kara hardal
Chenopodiaceae	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	Çoban çantası
	<i>Knautia integrifolia</i> (L.) Bert. var. <i>bidens</i> (Sm.) Borbas	Tarla siraca otu
Convolvulaceae	<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken
Cuscutaceae	<i>Atriplex hastata</i> L.	Tarla sarmaşığı
Euphorbiaceae	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla küskütü
	<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	Bambul otu
	<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A.Juss.	Sütleşen, Kabargaç
	<i>Euphorbia altissima</i> Boiss. var. <i>altissima</i>	Tırpanvari sütleşen
Fabaceae	<i>Euphorbia falcata</i> L.	Alçak boylu sütleşen
	<i>Euphorbia chamaesyce</i> L.	Yer fesleğeni
	<i>Mercurialis annua</i> L.	Düğmeli Yonca
Gentianaceae	<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal.	Dar yapraklı üçgül
	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	Kuş fiği
Geraniaceae	<i>Vicia cracca</i> L. subsp. <i>cracca</i>	Kanton
Hypericaceae	<i>Schenkia spicata</i> (L.) G.Mans.	Yumuşak ıtır
Malvaceae	<i>Geranium molle</i> L.	Kızilot
	<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra	Yabani bamya
	<i>Hibiscus trionum</i> L.	Ebegümeci
Onagraceae	<i>Malva alcea</i> L.	Yalancı ebegümeci
	<i>Malvella sherardiana</i> (L.) Jaup. & Spach	Eşekgülü
Plantaginaceae	<i>Epilobium roseum</i> (Schreb.) Schreb. subsp. <i>roseum</i>	İri sinir otu
Poaceae	<i>Plantago major</i> L. subsp. <i>intermedia</i> (Gilib.) Lange	Yabani yulaf
	<i>Avena fatua</i> L.	Köpek dişi ayrığı
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. var. <i>dactylon</i>	Çatal otu
	<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Çayır güzeli
	<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Vign. Lut. ex Janch.	Duvar arpası
	<i>Hordeum murinum</i> L.	İngiliz çimi
	<i>Lolium perenne</i> L.	Kamış
	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Yeşil kirpi darı
Polygonaceae	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Kanyaş
	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Çoban değneği
	<i>Polygonum aviculare</i> L.	Güzel çoban değneği
Portulacaceae	<i>Polygonum patulum</i> subsp. <i>pulchellum</i> (Lois.) Leb.	Kıvrıkcık labada
Primulaceae	<i>Rumex crispus</i> L.	Semiz otu
Solanaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Farekulağı
	<i>Anagallis arvensis</i> L. var. <i>caerulea</i> (L.) Gouan	Şeytan elması
Verbenaceae	<i>Datura stramonium</i> L.	Köpek üzümü
Zygophyllaceae	<i>Solanum nigrum</i> L.	Demir otu
	<i>Verbena officinalis</i> L.	Demir dikenini
	<i>Tribulus terrestris</i> L.	

Yoğunluk bakımından m² de 10 adetten fazla olan türler *C. arvensis*, *C. acutum*, *C. album* ve *S. nigrum*; m² de 1-10 adet olan türler ise *S. halepense*, *A. retroflexus*, *P. oleracea*, *C. dactylon*, *C. arvense* ve *S. viridis* türleri olmak üzere il genelinde en yoğun 10 tür olarak belirlenmiştir.

Rastlanma sıklıklarına göre ise; *C. arvensis* (%93.33), *C. album* (%84.16), *S. nigrum* (%76.66), *S. halepense* (%72.5), *A. retroflexus* (%63.33), *X. strumarium* (%62.5), *C. arvense* (%60.83), *C. acutum* (%60), *L. serriola* (%45) ilk 9'u oluştururken *L. saligna* (%44.16), *P. oleracea* (%44.16) ve *S. viridis* (%44.16) eşit değerler ile 10. sıraları almışlardır (Tablo 3).

Tekirdağ İli bağ alanlarında yapılan sürvey çalışmasında belirlenen 65 türün en fazla içerisinde yer aldığı familyalar Asteraceae (13 tür), Poaceae (9 tür), Fabaceae (6 tür) ve 5 tür ile Euphorbiaceae oldukları belirlenmiştir. Asteraceae ve Poaceae familyalarına ait türler tarım alanlarına iyi uyum sağlamaları nedeniyle en fazla yabancı ot türü bulunduran familyalar içerisinde yer almaktadır (Topçu ve Cangı, 2017). Aynı çalışmada ilkbaharda yapılan sürveyde 40 yabancı ot türü, sonbaharda ise 40 yabancı ot türü saptanmıştır. Tokat genelinde ilkbahar sürveyinde *Senecio vernalis* Wald. and Kit., *Thlapsi arvense* L., *S. media* (L.) Vill. ve *Lamium amplexicaule* L. en sık rastlanan ve yoğunluk oluşturan türler olarak görülmüş, *C. arvensis* ve *T. terrestris*'in sonbahar sürveylerinde oranlarının en yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada elde edilen bulgularla bizim çalışmamızda elde edilen bulgular arasında belirlenen türler açısından önemli benzerlikler vardır. Yoğunluk açısından görülen farklılıklar, iklim ve toprak özelliklerinden kaynaklanan farklılığa dayandığı sanılmaktadır.

Uluğ (1989) tarafından Manisa ili bağ alanlarındaki yabancı otların saptanması amacıyla yapılan sürvey çalışmasında; 36 farklı familyaya dahil olan çeşitli yabancı ot türleri belirlenmiştir. Bu türlerin %19'unun Fabaceae, %15.4'ünün Astereceae ve %13.4'ünün Poaceae familyasına ait yabancı otlar olduğu belirlenmiştir. Çalışmada sonbahar ve erken ilkbaharda saptanan başlıca yabancı ot türler; *M. chamomilla* (% 18.1), *Anthemis arvensis* (% 8.3), *Vulpia bromides* (% 8.1), *Alopecurus myosuroides* (% 6.2) ve *C. bursa-pastoris* (%5.2) olarak belirlenmiştir. Yazlık yabancı otlar ise; *C. dactylon* (%31.8), *S. halepense* (%12.9), *Cyperus rotundus* (%12.2), *P. oleracea* (10.5) ve *Amaranthus albus* (% 5.1) olarak sıralanmaktadır. Bizim çalışmamızdaki bulgular ile yukarıda verilen bulgular büyük ölçüde benzerlik bulunmaktadır. Bunun en önemli nedeni de iklim özelliklerinin benzerliğidir.

Ülkemizde bağ alanlarında görülen yabancı ot türlerinin belirlenmesine yönelik yapılan bazı çalışmalarda belirlenen türlerin, Manisa'da 36 familyaya (Uluğ, 1989); Tokat'ta 28 familyaya (Topçu ve Cangı, 2017); Diyarbakır'da geleneksel ve entegre bağ alanlarında yapılan bir çalışmada geleneksel bağ alanlarında 24 familyaya ve entegre bağ alanlarında 14 familyaya (Pala ve ark., 2018), yine Diyarbakır'da 35 familyaya (Pekcan Kaçar ve Özaslan, 2020) ait oldukları saptanmıştır. Topçu ve Cangı (2017) tarafından Tokat ilinde bağ alanlarında yapılan bir çalışmada 3 monokotiledon, 25 dikotiledon olmak üzere 28 familyaya ait 59 cins ve 67 yabancı ot türü belirlenmiştir. Tokat ili genelinde bağlarda sorun olan yabancı otlar en fazla Asteraceae (6 tür sonbaharda ve 8 tür ilkbaharda), Poaceae (4 tür sonbaharda ve 3 tür ilkbaharda) ve Brassicaceae (1 tür sonbaharda ve 8 tür ilkbaharda) familyalarına ait bulunmuştur. İlkbaharda yapılan sürveylerde bağlarda en sık rastlanan ve yoğunluk oluşturan yabancı otların; *T. arvense*, *L. amplexicaule*, *S. vernalis* ve *S. media* olduğu belirlenmiştir. Sonbaharda yapılan sürveylerde ise bağlarda en sık rastlanan ve yoğunluk oluşturan yabancı otların; *C. arvensis*, *T. terrestris*, *A. retroflexus*, *Xanthium spinosum* L., *Heliotropium europaeum* L., *P. oleracea* ve *C. album* olduğu görülmüştür. Dolayısıyla dönemsel olarak yabancı ot florasında %19,4 benzerlik olmasına rağmen dominant türlerin tamamen farklı olduğu saptanmıştır. Tekirdağ'da yaptığımız çalışmada da *C. arvensis* en yoğun tür olarak bulunmuştur. *T. terrestris*, *A. retroflexus*, *P. oleracea*, *H. europaeum* türleri her iki çalışmada da benzer türlerdir. Tekirdağ ve Tokat farklı iklim ve toprak yapılarına sahip olmalarına rağmen *C. arvensis*'in iki ilde de yoğun çıkmasının en büyük nedeni, bu türün kozmopolit bir tür olması ve işlenen topraklara iyi uyum sağlamasıdır.

Tablo 3. Tekirdağ ili bağ alanlarında saptanan yabancı ot türleri, rastlanma sıklıkları (RS) (%) ve yoğunlukları (bitki/m²)

Table 3. Weed species, frequency (%) and density (plant/m²) in the vineyards areas of Tekirdağ province

Yabancı ot türleri	Süleymanpaşa		Şarköy		Tekirdağ Geneli	
	RS(%)	Yoğunluk (adet/m ²)	RS	Yoğunluk	RS	Yoğunluk
<i>Amaranthus albus</i> L.	35	1.88 B	16.67	0.84 C	25.83	1.36 B
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	70	6.24 B	56.67	9.89 B	63.33	8.06 B
<i>Anagallis arvensis</i> L.	5	0.07 D	3.33	0.02 D	4.16	0.04 D
<i>Anthemis cotula</i> L.	5	0.01 D	3.33	0.02 D	4.16	0.01 D
<i>Apocynum venetum</i> L.	0	0 E	3.33	0.1 C	1.66	0.05 D
<i>Atriplex hastata</i> L.	5	0.3 C	0	0 E	2.50	0.15 C
<i>Avena fatua</i> L.	20	0.96 C	3.33	0.09 D	11.66	0.52 C
<i>Brassica nigra</i> (L.) Koch.	20	0.23 C	16.67	0.06 D	18.33	0.14 C
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik	10	0.05 D	10	0.03 D	10	0.04 D
<i>Centaurea cuneifolia</i> Sm.	0	0 E	6.67	0.07 D	3.33	0.03 D
<i>Centaurea solstitialis</i> L.	30	0.76 C	6.67	0.04 D	18.33	0.04 D
<i>Chenopodium album</i> L.	85	9.19 B	83.33	18.27 A	84.16	13.73 A
<i>Chondrilla juncea</i> L.	0	0 E	6.67	3.41 B	3.33	1.7 B
<i>Chrozophora tinctoria</i> (L.) A.Juss.	5	0.13 C	30	0.26 C	17.5	0.19 C
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	45	3.34 B	76.67	4.99 B	60.83	4.16 B
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	90	23.48 A	96.67	39.50 A	93.33	31.49 A
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronq.	35	1.89 B	16.67	0.31 C	25.83	1.1 B
<i>Crepis foetida</i> L.	5	0.09 D	0	0 E	2.5	0.04 D
<i>Cuscuta campestris</i> Yunck.	5	2.21	10	0.45	7.5	1.33
<i>Cynanchum acutum</i>	30	2.23 B	90	25.52 A	60	13.87 A
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	10	3.43 B	23.33	5.47 B	16.66	4.45 B
<i>Datura stramonium</i> L.	5	0.30 C	3.33	0.07 D	4.16	0.18 C
<i>Daucus carota</i> L.	20	1.30 B	16.67	0.43 C	18.33	0.86 C
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	10	0.24 C	20.0	1.85 B	15.0	1.04 B
<i>Echinophora tenuifolia</i> L.	5	0.16 C	50.0	1.25 B	27.5	0.70 C
<i>Echinops ritro</i> L.	5	0.07 D	0	0 E	2.5	0.03 D
<i>Echium angustifolium</i> Mil.	0	0 E	3.33	0.01 D	1.66	0 E
<i>Epilobium roseum</i> Schreb.	35	1.57 B	6.67	0.2 C	20.83	0.88 C
<i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Janch.	5	0.05 D	6.67	0.14 C	5.83	0.09 D
<i>Euphorbia altissima</i> Boiss.	5	0.01 D	0	0 E	2.50	0 E
<i>Euphorbia falcata</i> L.	5	0.03 D	0	0 E	2.50	0.01 D
<i>Euphorbia chamaesyce</i> L.	10	0.35 C	0	0 E	5.0	0.17 C
<i>Geranium molle</i> L.	5	0 E	0	0 E	2.5	0 E
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	50	1.10 B	30	0.18 C	40.0	0.64 C
<i>Helminthoteca echioides</i> (L.) Holub.	40	2.48 B	40	1.91 B	40.0	2.19 B
<i>Hibiscus trionum</i> L.	0	0 E	13.33	0.09 D	6.67	0.04 D
<i>Hordeum murinum</i> L.	5	0.27 C	0	0 E	2.50	0.13 C
<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra	0	0 E	13.33	1.87 B	6.66	0.93 C
<i>Knautia integrifolia</i> (L.) Bert.	15	1.57 B	26.67	1.75 B	20.83	1.66 B
<i>Lactuca saligna</i> L.	15	0.81 C	73.33	3.90 B	44.16	2.35 B
<i>Lactuca serriola</i> L.	80	4.10 B	10.0	0.05 D	45.0	2.07 B
<i>Lolium perenne</i> L.	25	1.76 B	3.33	0.02 D	14.16	0.89 C
<i>Malva alcea</i> L.	5	0.01 D	0	0 E	2.5	0 E
<i>Malvella sherardiana</i> (L.) Jaup & Spach	5	0.01 D	3.33	0.1 C	4.16	0.05 D
<i>Medicago orbicularis</i> (L.) Bartal	5	0.03 D	0	0 E	2.50	0.01 D
<i>Mercurialis annua</i> L.	10	0.48 C	36.67	1.54 B	23.33	1.01 B
<i>Nonea atra</i> Griseb.	5	0.04 D	6.67	0.13 B	5.83	0.08 D
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	0	0 E	30	4.77 B	15	2.38 B
<i>Plantago major</i> L.	5	0.02 D	0	0 E	2.5	0.01 D
<i>Polygonum aviculare</i> L.	10	0.04 D	16.67	0.10 C	13.33	0.07 D
<i>Polygonum patulum</i> M. Bieb	5	0.04 D	0	0 E	2.50	0.02 D
<i>Portulaca oleracea</i> L.	55	8.55 B	33.33	4.91 B	44.16	6.73 B
<i>Rumex crispus</i> L.	5	0.03 D	0	0 E	2.50	0.01 D
<i>Salsola tragus</i> L.	0	0 E	6.67	0.12 C	3.33	0.06 D
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	5	0.01 D	0	0 E	2.50	0 E
<i>Schenkia spicata</i> (L.) G.Mans.	0	0 E	6.67	0.44 C	3.33	0.22 C
<i>Senecio vulgaris</i> L.	30	0.68 C	10	0.08 D	20	0.38 C
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	55	5.07 B	33.33	3.00 B	44.16	4.03 B
<i>Solanum nigrum</i> L.	80	10.44 A	73.33	9.97 B	76.66	10.20 A
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	75	9.47 B	70	8.67 B	72.5	9.07 B
<i>Tribulus terrestris</i> L.	15	0.67 C	10	0.19 C	12.5	0.43 C
<i>Trifolium angustifolium</i> L.	0	0 E	6.67	0.11 C	3.33	0.05 D
<i>Verbena officinalis</i> L.	0	0 E	3.33	0.29 C	1.66	0.14 C
<i>Vicia cracca</i> L.	5	0.03 D	3.33	0 E	4.16	0.01 D
<i>Xanthium strumarium</i> L.	65	2.86 B	60.0	3.72 B	62.50	3.29 B

Not: Harf değerleri Üstüner ve Güncan (2002) skalasına göre verilmiştir.

Yazlık ve ark. (2019) tarafından Düzce meyve fidanlık alanında yürütülen sürvey çalışma sonuçlarına göre 29 familyadan 68 bitki türü (otsu/çalı) tespit edilmiştir. Tespiti yapılan türlerin familyalara göre dağılımına bakıldığı zaman; belirlenen familyalardan en fazla tür sayısı 11 tür ile Poaceae ve 10 tür ile Asteraceae familyaları ile temsil edilirken, bu familyaları altı tür ile Cruciferae ve beş tür ile de Fabaceae takip etmiştir. Bitki türlerinin yaşam süreleri incelendiğinde ise tespit edilen 34 tür tek yıllık (annual -A), bir tür iki yıllık (biennial - B), 22 tür çok yıllık (perennial - P) ve 11 tür ise ortak yaşam süresine (A/B, A/P, A/B/P) sahiptir. Fidanlık alanında belirlenen 68 türün sadece bir tanesi (*Rubus* sp.) çalimsı yapıya sahipken, diğer tüm türler otsu yaşam formundadır. Bitkilerin rastlanma sıklıkları incelendiğinde; Poaceae familyasından *Alopecurus myosuroides* (%100) ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla aynı familyadan *Lolium perenne* ve Urticaceae familyasından *Urtica dioica* %86 rastlanma sıklığı ile takip etmiştir. Bu türleri ise sırasıyla; *Anagallis monelli* (%85.2), *U. urens* (%85), *Lamium purpureum* ve *Veronica persica* (%84,4), *Medicago arabica* (%77) ve *L. amplexicaule* (%70.8) takip etmişlerdir.

Pekcan Kaçar ve Özasan (2020) tarafından Diyarbakır'da yapılan bir araştırmada ortalama olarak m²'de en yoğun türün *Avena sterilis* olduğu tespit edilmiş, diğer yoğun türler ise *Fumaria asevale* Boiss., *Galium tricornutum*, *Ranunculus arvensis*, *Silene aegyptiaca*, *Bromus sterilis*, *L. purpureum*, *Hordeum spontaneum*, *Anthemis* sp., *Crepis alpina* olmuştur. Diyarbakır'da tespit edilen türler ile Tekirdağ'da belirlenen türler arasında oldukça önemli benzerlikler vardır. Diyarbakır'da yoğunluk açısından ilk 25'e giren yabancı otlardan 12 tanesi cins kategorisinde ortak, fakat tür olarak farklı türlerdendir. Örneğin Tekirdağ'da *H. murinum* türü yaygınken, Diyarbakır'da *H. spontaneum* türü; Diyarbakır'da *Vicia hybrida* türü yaygın iken Tekirdağ'da *Vicia cracca* türü ön plana çıkmaktadır. Bunun yanı sıra *Scandix pecten-veneris*, *S. halepense*, *C. dactylon* ve *Daucus carota* türleri ise her iki ilde de belirlenen ortak türler arasındadır. Tekirdağ ilinde en yoğun tür olarak belirlenen *C. arvensis*' in Diyarbakır'da ilk sıralarda yer almadığı görülmektedir.

Kaçan (2014) tarafından Manisa'da yürütülen bir çalışmada organik bağ alanlarında sıra arasında toplamda 54 adet yabancı ot türü belirlenmiştir. Bu türlerden 9'u Asteraceae, 5'i ise Poaceae familyasına ait türlerdir. Sıra üzerinde ise Poaceae familyasına ait 7 tür, Asteraceae familyasından 6 tür ve Brassicaceae familyasından 2 tür olmak üzere toplamda 44 tür tespit edilmiştir. Geleneksel bağ alanlarında sıra arasında Poaceae familyasına ait 6 tür, Asteraceae familyasından 4 tür başta olmak üzere 28 tür, sıra üzerinde ise Poaceae familyasına ait 5 tür, Asteraceae familyasından 4 tür başta olmak üzere 24 adet yabancı ot saptanmıştır. Geleneksel bağ alanlarında kış dönemi yapılan sürveyde sıra arasında 15 ve sıra üzerinde 11 tür belirlenirken; sıralar arasında en yaygın yabancı ot türünün %47.4 oran ile *Stellaria media* olduğu; en yoğun türün ise 11 bitki/m²'lik bir değer ile *Convolvulus arvensis* olduğu belirlenmiştir. Sıra arasında ise en yaygın tür %42.8 ile *H. murinum*; en yoğun bulunan tür ise m²'de 6.8 bitki olmak üzere *C. arvensis* olmuştur. Bizim çalışmamızda da *C. arvensis* en yoğun tür olarak belirlenmiştir.

4. Sonuç

Bağlarda sorun olan yabancı ot türleri, meyve bahçelerinde sorun oluşturan yabancı otlar gibi, besin elementi, su, ışık ve yer konusunda asmalarla rekabet ederek ürününü verim ve kalitesini düşürmelerinin yanı sıra, birçok hastalık ve zararlıya konukçuluk etmeleri, onları barındırmaları açısından da büyük öneme sahiptir. Bu nedenle bağ alanlarındaki yabancı otlarla en uygun mücadele stratejilerinin belirlenebilmesi için öncelikle hangi türlerin ön plana çıktığının belirlenmesi gerekmektedir. Ön plana çıkan yabancı ot türleri baz alınarak buna göre mücadele yönteminin seçilmesi, hem verim ve kaliteyi arttırmak ve hem de hastalık ve zararlılarla mücadele açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada da rastlanma sıklığı %50 den fazla olan *C. arvensis*, *C. acutum*, *C. album*, *S. nigrum* ve *S. halepense* türleri mücadele yöntem ya da yöntemlerinin belirlenmesi açısından göz önünde tutulması gereken türler olarak görülmektedir. Bu türlerin çoğunun çok yıllık türler olması, çok yıllık yabancı otlar için uygulanan mücadele yöntemlerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma sırasında tarımsal verilerin sağlanmasında desteklerini esirgemeyen Tekirdağ Tarım ve Orman İl Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Anonim, (2018). Bağ (tarım). <http://www.wikiwand.com/tr/> (Erişim Tarihi: 30.12.2018)
- Anonim, (2019). Bitkisel Üretim Verileri. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tekirdağ İl Süleymanpaşa İlçe Gıda, Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü.
- Anonim, (2020a). <http://vanherbarium.yyu.edu.tr/flora/azortandir/cynanchumac/index.htm> (Erişim tarihi: 07. 08. 2020)
- Anonim, (2020b). Dünyada Üzüm. https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM_Raporu.pdf (Erişim tarihi: 18.09.2020)
- Ata, E. (2019). *Tekirdağ İli Bağ Alanlarında Görülen Önemli Yabancı Ot Türleri, Yoğunlukları Ve Rastlanma Sıklıklarının Belirlenmesi*. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi).
- Barralis, G., Drouhard, H. (1969). Contribution a Weed Describe in Vineyards in Bourgogne in France. Proceeding Compte Rendu La 5 Conference pp. 63- 883.
- Bora, T., Karaca, İ. (1970). Kültür bitkilerinde hastalığın ve zararın ölçülmesi. Ege Üniversitesi Yardımcı Ders Kitabı, Yayın No: 167, E.Ü. Mat., Bornova-İzmir, 8s.
- Byrne, M. E., Howell, G. S. (1978). Initial response of Baco noir grapevine to pruning severity, sucker removal, and weed control. Am. J. Enol. Vitic. 29:192-198
- Castillo, P., Rapoport, H.F., Palomares, Rius, J.E., Jimenez Diaz., R.M. (2008). Suitability of weed species prevailing in Spanish vineyards
- Cho, J. J., Man, R. F. L., Gonsalves D., Yudin L. S. (1986). Reservoir weed hosts of Tomato spotted wilt virus. Plant Disease, 70, 1014-1017.
- Cramer, H.H., (1967). Plant protection and world crop production. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 1967. 1. Farben Fabriken Bayer A.G. Leverkusen. p. 524.
- Çelik, H. (2013). Türkiye Bağcılığında Üretim Hedefleri. Vizyon 2023 Bağcılık Çalıştayı, Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu, 26-27 Haziran 2013. s 1.
- Daris, B.T. 1968. Selective activity against weed of herbicide used in vineyards. Weed Science 18 (5):359.
- Dastgheib, F., ve Frampton, C. (2000). Weed Management Practices in Apple Orchards and Vineyards in the South Island of New Zealand, New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 28:1, 53-58, DOI: 10.1080/01140671.2000.9514122
- Durgut, M. R., Arın, S. (2005). Trakya Yöresi Bağcılığının Mekanizasyon Düzeyi ve Sorunları. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, (2005) 2(3). s: 287-297
- FAO, 2018. Agricultural Statistics Database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (Erişim tarihi: 10.12.2020).
- Farkhadi, I.A. (1968). Applications of herbicides in vineyards. Sadovodstvo. (11) 28. Weed Research.. 20 (1): 23.
- Graham, W.A.E. 1969. Weed Control on Irrigation Farm. Environmental Protection Technology. November, 1972, Selected Irrigation Return Flow Quality, Abstract 1968-1969. First Annual Issue, pp. 35-90.
- Güncan, A., Karaca, M., 2018. Yabancı ot mücadelesi. Selçuk Üniversitesi Basımevi. IV. Baskı s.. 186-189, Konya.
- Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. (1977). World's Worst Weeds. Distribution and Biology. Honolulu, University of Hawaii, 609p.
- Kaçan, K. (2014). *Ege bölgesi geleneksel ve organik bağ alanlarında bulunan yabancı otların belirlenmesi ile alternatif mücadele yöntemlerinin araştırılması*, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Aydın.
- Kaçan, K., Boz, Ö. (2015). Ege Bölgesi Geleneksel ve Organik Bağ Alanlarında Yabancı Ot Tür Yoğunluk Rastlanma Sıklıklarının Belirlenmesi ve Karşılaştırılması. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2015, 52 (2):169-179
- Karaca, İ., Uluğ, E. (1982). Manisa ve civarındaki bağlarda görülen yabancı otlar, fenolojileri, yayılış alanları ve mücadele imkanları üzerinde araştırmalar. *Türk. III. Fito. Kong. Bil.*, s. 171-181, 1982.
- Kıracı, M.A., Özer, C., Işık, H., Sağlam, M. (2005). Tekirdağ İli Sofralık Üzüm Tüketicileri Tercihlerinin Belirlenmesi, Türkiye VI. Bağcılık Sempozyumu Bildiriler, TEKİRDAĞ, Cilt:2, s.616-623
- Kıracı, M.A., Şenol, M.A. (2017). Türkiye Bağcılığında Ekonomik Durum Analizi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 6(*Kapadokya Ulusal Bağcılık Çalıştayı Özel Sayı*) 122-131 2017.
- Kitiş, Y.E. (2011). Organik Bağcılıkta Yabancı Ot Mücadelesi. *1. Ulusal Sarıgül İlçesi ve Değerleri Sempozyumu*, 17-19 Şubat, Sarıgül, Manisa.
- Odum E.P., 1971. Fundamentals of Ecology 3rd Ed. W.B. Saunders Company, Philadelphia P.A., 574 p.
- Oraman, M.N. (1959). Yeni Bağcılık. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 78, Ankara Üniversitesi Matbaası, Ankara
- Ozaslan, C. (2016). Downy mildews species on the weeds of Lentil fields in Diyarbakır in Turkey. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LIX, ISSN 2285-5785, 365-367.

- Önen, H. (2015). Türkiye İstilacı Bitkiler Katalogu. T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı; Ankara. ISBN: 978-605-9175-05-0.
- Önen, H., Özcan, S. (2010). İklim Değişikliğinin Tarıma Etkileri ve Alınabilecek Önlemler, Chapter: İklim Değişikliğine Bağlı Olarak Yabancı Ot Mücadelesi, Publisher: T.C. Kayseri Valiliği İl Tarım Müdürlüğü Yayın No:2, S:336-357, Fidan Ofset, Kayseri., Editors: Murat Sayılı, pp.336-357
- Özaslan, C., Boyraz, N., Guncan, A. (2017). Downy Mildew Species Observed on Weeds of Wheat Fields in Diyarbakır, Turkey. Turk J Weed Sci., 2017: 20(1): 27-34
- Özaslan, C., Huseyin, E., Erdoğan, M. (2013). Microfungi species on the weeds of agro-ecosystem (wheat ecosystem) in Adıyaman city. Journal of fungus, 4(2): 10-18.
- Özcan, S., Aslan, K., Çoban, N., Önen, H. (2014). Effects of Different Training Systems on the Weed Growth in the Cultivation of Grapes. *International Mesopotamia Agriculture Congress*, 22-25 September 2014, Diyarbakır - Turkey, p:45.
- Özcan S., 2016. Antep fıstığı ve bağ alanlarında sorun olan yabancı otlar ve alternatif mücadele yöntemlerinin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 296 s., Tokat.
- Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H., Tursun, N. (2001). Herboloji (Yabancı Ot Bilimi). 3. Baskı. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No:20. Tokat. 409 s.
- Pekcan Kaçar, E., Özaslan, C. (2020). Weed Flora Of Vineyards in Diyarbakır Province, Turkey. *Agricultural Science Digest*. DOI:10.18805/ag.D-259, Article Id: D-259, First Online: 24-08-2020.
- Purgar, D.D., Hulina, N. (2004). Vineyard weed flora in the Jastrebarsko(NW Croatia). *Acta Botanica Croatica*, 63(2), 113-123
- Racz, J., Siaba, K. (1971). The Allelopathic Effect of Weeds in the Vineyards. *Obstbau und Fruchtever Vertung* 21(4): 264-268.
- Stobbs, L. W., Broadbent A. B., Allen W. R., Stirling, A. L. (1992). Transmission of Tomato spotted wilt virus by the Western flower thrips to weeds and native plants found in Southern Ontario. *Plant Disease*, 76, 23-29.
- Tepe, I., 2014. Yabancı Otlarla Mücadele. Sidas Medya Ziraat Yayın No: 031, İzmir.
- Topçu, N., Cangi, R. (2017). Tokat İli Bağ Alanlarında Görülen Yabancı Ot Türlerin Yoğunluğu ve Kaplama Alanlarının Belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, JAFAG (2017) 34 (3), 148-158. s
- Ubrizsy, G. 1967. Investigation the weed vegetation of vineyard in Hungary. *Acta Botanica*, 13 (3/4):325-354.
- Uluğ, E. (1989). Manisa ve Civarındaki Bağlarda Görülen Yabancı otlar, Fenolojileri, Yayılış Alanları ve Mücadele İmkânları Üzerinde Araştırmalar. Adana Ziraat Mücadele Araştırma Enstitüsü. Araştırma Eserleri Serisi No: 65, 124 s. (Uzm. Tezi).
- Uygur, F.N. (1991). Herboloji Araştırma Yöntemleri. Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü, Yardımcı Ders Notu, Adana.
- Üstüner T., Günçan A. (2002). A Research on weed species which are problem, importance, biology of germination and control possibilities of them in potato fields in Nigde province. Ph. D Thesis, Department of plant protection, Selcuk University, Konya, Turkey.
- Yazlık, A., Çöpoğlu, E., Özçelik, A., Tembelo, B., Yiğit, M., Albayrak, B., Baykuş, M. A., Aydın, V. (2019). Yabancı Ot Türleri ve Etkileri: Düzce'de Meyve Fidanlık Alanı Örneği. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3), 389-401

Biyolojik-Biyoteknik Mücadele Desteklemeleri Hakkında Üretici Görüşlerinin Belirlenmesi


Determining Producer Opinions on Biological-Biotechnical Control Supports


Betül SAYIN^{1*}, Alamettin BAYAV², Tuba BEŞEN¹, Meltem EMRE³,
M. Ali ÇELİKİYURT¹, Dilek KARAMÜRSEL², Musa KUZGUN¹,
Ş. Gülden YILMAZ¹, Selda ARSLAN⁴


Özet


Araştırma ile biyolojik ve biyoteknik (B/BT) mücadele destekleme türlerinin dağılımı, ürünler itibarıyla B/BT mücadele desteklerinden yararlanma durumu ve desteğe başvuru alanların yıllara göre değişimi, üreticilerin B/BT mücadele desteklerine başvuru nedenleri, B/BT desteklerinden memnuniyet durumu ve destekten yararlanmaya devam etme kararları gibi bilgileri elde etmek, destekleme olmaması durumunda bile üreticilerin B/BT ürünlerini kullanmaya devam etme olasılığını tahmin etmek amaçlanmıştır. Araştırma, üreticilerin B/BT destek uygulamalarına yaklaşımını incelemesi bakımından özgündür. Araştırma alanı olarak seçilen Antalya, Isparta ve Burdur İllerinde tabakalı örnekleme yoluyla seçilen 108 üretici ile anket yapılmıştır. Araştırma kapsamında görüşülen üreticiler arasında, B/BT mücadele uygulamalarını, destekleme yapılmadan önceki yıllarda da bilen ve uygulayanlar olduğu gibi desteklemeden sonra haberdar olan ve uygulamaya başlayanlar olduğu anlaşılmıştır. B/BT uygulaması yapılan üretim alanları yıllar içinde artış göstermiştir. Üreticilerin %69.4'ü B/BT mücadele desteklemelerinden memnun olduğunu, %85.2'si desteklemeden yararlanmaya devam edeceğini, %77.8'i ise destekleme olmasa bile B/BT mücadele uygulamasına devam edeceğini ifade etmektedir. Bu uygulamaların benimsenmesi ve sürdürülmesinde etkili ana faktörler, B/BT uygulamalarının zararlı kontrol performansı ve B / BT kontrol yöntemleri ile üretilen ürünlerin piyasada daha yüksek fiyatla satılabilmesidir. B/BT mücadele yapan üreticilerin destekleme olmasa bile uygulamalara devam etme olasılıklarına etki eden unsurları belirlemek için yürütülen logistik regresyon analizinde, modele dahil edilen bağımsız değişkenlerden; eğitim, desteklemeden memnun olma durumu ve danışmanlık hizmeti alma durumu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. B / BT kontrol ürünlerini kullanmaya devam etme kararını bildirmenin en güçlü öngörüsü eğitim düzeyidir. B/BT mücadele desteğine devam edilmeli, uygulamalara yönelik teknik destek ve eğitim-yayım çalışmaları yürütülmeli ve bu yöntemle üretilen ürünlere yönelik bilinçli bir tüketici yaklaşımı geliştirilmelidir.


Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, Biyoteknik mücadele, Entegre mücadele , Tarımsal destekler, Logistik regresyon,


^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Betül Sayın, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya Türkiye. E-mail: betulsayin@gmail.com  OrcID: 0000-0002-0007-1955


² Alamettin Bayav, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Isparta, Türkiye. E-mail: alamettinbayav@hotmail.com  OrcID: 0000-0002-8093-2988.


³ Tuba Beşen, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya Türkiye. E-mail: tubabesen@gmail.com  OrcID: 0000-0001-9777-793X.


⁴ Meltem Emre, Zeytinlik Araştırma Enstitüsü, İzmir, Türkiye. E-mail: meltememre60@gmail.com  OrcID: 0000-0003-1141-5888

⁵ Mehmet Ali Çelikiyurt, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya Türkiye. E-mail: malicelikiyurt@yahoo.com  OrcID: 0000-0002-7563-7757

⁶ Dilek Karamürsel, Meyvecilik Araştırma Enstitüsü, Isparta, Türkiye. E-mail: ilke-2000@hotmail.com  OrcID: 0000-0001-7920-1136

⁷ Musa Kuzgun, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya Türkiye. E-mail: musa.kuzgun@tarimorman.gov.tr  OrcID: 0000-0003-3594-8259

⁸ Şerife Gülden Yılmaz, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya Türkiye. E-mail: serifegulden.yilmaz@tarimorman.gov.tr  OrcID: 0000-0002-1888-2588.

⁹ Selda Arslan, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara, Türkiye. E-mail: selda.arslan@tarimorman.gov.tr  OrcID: 0000-0002-2387-9447

Atıf/Citation: Sayın, B., Bayav. A., Beşen. T., Emre, M., Çelikiyurt, M.A., Karamürsel , D., Kuzgun, M., Yılmaz, Ş.G., Arslan, S. 2020. Biyolojik - Biyoteknik Mücadele Desteklemeleri Hakkında Üretici Görüşlerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 344-358.

Abstract

In this study, types of biological and biotechnical (B/BT) control support, the status of benefiting from B/BT control support by products and the size of the area to which support was applied were examined. Moreover, with this study, producers' reasons for applying to B/BT control supports, satisfaction with B/BT supports, and decisions to continue using support were determined. In addition, the possibility of producers to continue using B/BT products even without support explored. The research is unique in that it examines manufacturers' approach to B/BT support practices. A survey was conducted with 108 producers selected through stratified sampling in Antalya, Isparta and Burdur provinces selected as the research area. It was determined that the vast majority of producers have been using B/BT products every year without interruption and have benefited from B/BT control supports every year, production areas where B/BT application applied also increased. 69.4% of the producers stated that they are satisfied with the support of B/BT control, 85.2% will continue to benefit from support, and 77.8% will continue to implement B/BT control even if there is no support. The main factors in adopting and sustaining these practices are the pest control performance of B/BT applications and the possibility to sell in higher price the crops which applied B/BT control methods, in the market. It was investigated by logistic regression analysis which factors influence the probability of producers to continue B / BT control applications even without support. The producers' education, satisfaction level of support and consultancy service have an effect on the producers' continued B/BT implementation even if they do not receive support. The strongest predictor of reporting a decision to continue using B /BT control products is the level of education. B/BT control support should continue, technical support and training-publication studies should be carried out for applications, and a conscious consumer approach should be developed for products produced with this method.

Keywords: Biological control, Biotechnical control, Integrated pest management, Agricultural supports, Logistic regression

1. Giriş

Tarımsal destekleme politikaları, tarım sektörünün kendine özgü sorunlarını çözmek ve genel ekonomik hedefler doğrultusunda yönlendirmek üzere; tarımsal faaliyet yaparak geçinen nüfusun gelir düzeyini iyileştirmek, verim ve kalite artışı sağlamak, gıda güvencesini temin etmek, yeterli ve uygun fiyatlı ürün arzını garanti etmek, kırsal kalkınma ve doğal kaynakların doğru kullanımını sağlamak amacıyla devletin izlediği politikalarlardır. Diğer bir deyişle destekleme, tarımın korunması, tarımsal faaliyetlerin özendirilmesi ve sürdürülmesinin teşviki amacıyla alınan önlemlerin tümüdür (Bayramoğlu ve ark., 2014). Stratejik öneme sahip olan tarım ürünleri, bu sektörün desteklenmesini gerektirmekte, destekleme politikaları ile üretim yönlendirilirken, üretimde devamlılık ve kalitede iyileştirme sağlanmakta, üretimde verimliliği artırmak ve alternatif üretim yöntemleri ile ürün çeşitliliğini özendirmek hedeflenmektedir (Yavuz ve ark., 2004). Ülke ekonomisinde tarımın önemi ve yeterlilik durumu, üreticilerin sosyoekonomik düzeyleri ve tarımsal yapıda yaşanan sorunların boyutları, destekleme politikalarının amaçlarını ve desteklemenin nedenlerini yönlendirmektedir (Sayın ve ark., 2015a). Tarım ürünleri üreterek geçimini sağlayan çiftçilerin büyük çoğunluğu, yaş ortalaması yüksek, düşük eğitilmiş ve yeniliklere karşı sınırlı istekliliği olan kişilerden oluşmaktadır. Özellikle küçük ölçekli işletmelerin yüksek maliyetlerle başa çıkma zorluğu da eklendiğinde yeni teknik ve uygulamaların yaygınlaşması daha geç ve yavaş olmaktadır. Türkiye’de üreticilerin tarımsal desteklerden faydalanma durumlarını inceleyen bir çalışmada; mazot, gübre, sertifikalı tohum –fidan kullanımı ve fark ödemesi desteği gibi desteklerin oldukça yüksek oranda yararlanıcısının olduğu buna karşılık son yıllarda tarımsal stratejik amaçlara yönelik olarak uygulanan destek türlerinden yararlanma oranının çok düşük olduğu bildirilmiştir (Abay ve ark., 2017).

B/BT mücadele uygulamaları, alternatif mücadele yöntemlerinin başında gelen entegre mücadelenin en önemli bileşenlerindedir. Doksanlı yıllara ait literatüre bakıldığında; Uygun ve ark., (1992) tarafından Türkiye’de, entegre mücadele yönteminin zararlılara karşı başarıyla kullanılabilir düzeye getirilmiş olmasına rağmen birçok üreticinin bu yöntemi uygulamadığı bildirilmiştir. Özkan ve ark., (1991) tarafından da entegre mücadele uygulamalarının yaygınlaşmamasına gerekçe olarak araştırma kuruluşları, yayım servisleri ve üreticiler arasındaki bilgi iletişiminin düzenli olmayışı gösterilmiştir. Daha yakın tarihli çalışmalara bakıldığında ise çiftçilerin üretim sürecinde çevre dostu uygulamalardan ziyade, ticari kaygılarla ve piyasa koşullarının etkileri ile hareket ettiği ve zirai mücadele tercihinin yüksek oranda kimyasal mücadeleden yana olduğu ifade edilmiş, bu konunun radikal çözümler üretilmesi gereken bir konu olduğu görüşü sunulmuştur (Temel ve ark., 2017). Çevre ve insan sağlığına uyumlu üretim teknikleri ile üretilmiş gıdalara olan ilgi ve talep her geçen gün arttığından, tüketim tercihlerinde etkili faktörler üretici çevreler tarafından da dikkate alınmak durumundadır. Bu tekniklerden emek ve bilgi gerektirenlerin uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması için üretici maliyetlerine katkı vermek üzere desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Entegre mücadelenin yayılmasındaki sorunları araştırmak üzere Karaturhan ve ark. (2005) tarafından yapılan çalışmada; üreticilerin entegre mücadele uygulamalarına isteksiz olmalarının nedenleri arasında entegre ürünlere ve girdilere destek verilmemesi de yer almıştır.

Tarım sektörünü korumak, tarımsal faaliyetleri özendirmek ve sürdürülebilirliğini teşvik etmek amacıyla devlet eliyle farklı konularda destekleme ödemeleri yapılmaktadır. Buna ilaveten, ekonomik faaliyetler, modern sulamaya ilişkin makine ve ekipman desteği ile tarımsal üretim alt yapısının modernizasyonuna ilişkin makine ve ekipman destekleri gibi proje destek konularını içeren kırsal kalkınma amaçlı tarımsal destekler de mevcuttur (Çobanoğlu ve ark., 2017). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele Desteklemesi tarımsal stratejik amaçlara yönelik olarak uygulanan destek türlerindedir. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2010 yılından itibaren doğal çevreyi ve insan sağlığını korumak ve ihracatı engelleyecek ilaç kalıntısı problemini çözmeye yönelik tedbirleri artırma yoluna gitmiştir. Bu bağlamda, 5488 Sayılı Tarım Kanunu ve Bitkisel Üretimde Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele Desteklemesi Ödenmesi Tebliği kapsamında, örtü altında ve açık alanda B/BT mücadele yapan üreticilere destekleme ödemesi yapmaya başlanmıştır (Anonim 2006 – 2010 – 2011 – 2012 – 2013 – 2014 a – 2015 a – 2016 – 2017 - 2018). Destekleme uygulaması kapsamında; turunçgil, örtü altında domates, biber, patlıcan, hıyar, kabak, açıkta domates, elma, bağ, zeytin, kayısı ve nar için üreticilere destekleme ödemesi yapılmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Yıllar ve ürünler itibarıyla bitkisel üretimde B/BT mücadele destekleme ödeme tutarları (TL da⁻¹)
Table 1. B / BT control support payment amounts in crop production by years and products (TL decare⁻¹)

Ürünler	B/BT mücadele destekleme türleri	Yıllar								
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Örtü altı sebze	Tül kullanımı	70	70	80	-	-	-	-	-	-
	Feromon +tuzak	30	30	100	100	110	110	110	110	120
	Faydalı böcek salımı	100	100	250	330	350	350	350	350	400
	Tül ve feromon+tuzak	100	100	-	-	-	-	-	-	-
	Feromon+tuzak ve faydalı böcek salımı	130	130	-	-	-	-	-	-	-
	Tül ve faydalı böcek salımı	170	170	-	-	-	-	-	-	-
	Tül, feromon+tuzak ve faydalı böcek salımı	200	200	-	-	-	-	-	-	-
	Yalnız feromon	-	-	-	-	-	60	60	60	60
	Açıkta domates	Feromon	-	20	-	-	-	20	20	25
	Feromon+tuzak	-	-	30	30	35	35	35	45	50
Turunçgil	Yalnız Feromon	-	-	-	20	20	20	20	25	30
	Feromon+tuzak	-	-	30	30	35	35	35	45	50
	Faydalı böcek salımı	-	20	30	30	35	35	35	35	50
Elma	Feromon+tuzak	-	-	30	30	-	-	-	-	-
	Faydalı böcek salımı	-	-	30	-	-	-	-	-	-
	Feromon yayıcısı	-	-	-	-	35	35	35	35	50
Bağ	Feromon+tuzak	-	-	30	30	-	-	-	-	-
	Faydalı böcek salımı	-	-	30	-	-	-	-	-	-
	Feromon yayıcısı	-	-	-	-	35	35	35	35	50
Zeytin	Biyoteknik mücadele	-	-	-	15	20	20	20	30	33
Kayısı	Biyoteknik mücadele	-	-	-	30	35	35	35	35	50
Nar	Biyolojik mücadele	-	-	-	30	35	35	35	35	50

Destekleme uygulamaları ve beraberinde alınan diğer tedbirler Türkiye’de, B/BT mücadele araçlarının kullanımını yıllar içinde artırmıştır (Anonim, 2015 b). *Tablo 1* incelendiğinde destekleme ödemesinin başladığı ilk yıllara göre uygulanan destekleme paketlerinin yıllar içerisinde sahadan yansıyan uygulama çıktıları doğrultusunda şekil değiştirdiği, bazılarının iptal edildiği veya yeni B/BT mücadele uygulama türlerinin pakete dahil edildiği, ayrıca yıllar içinde destekleme kapsamına yeni tarım ürünlerinin de ilave edildiği görülmektedir. B/BT mücadele uygulamalarını üreticilere benimsetmek ve sürdürülebilir kılmak amacıyla yıllar itibarıyla artarak devam eden desteklerin üretici nezdinde etkili olup olmadığı sorusunun cevabı önemlidir.

Tarımsal destekleme politikalarından temel beklenti, seçilen politika araçlarının rasyonel kullanımı ve hedeflenen amaçların etkin bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Bu nedenle uygulanan politika araçları ve kaynak

aktarımı sonucunda belirlenen amaçlara ne ölçüde yaklaşabildiği ve bu politika araçlarının etkisinin ne olduğunun bilinmesi önemlidir. Desteklemelerin amacına ulaşması, çiftçilerin desteklemelerden en üst düzeyde faydalanmaları ile mümkündür.

Bu çalışma kapsamında, B/BT mücadele desteklerinin verilmeye başlandığı 2010 yılından itibaren üreticilerin yararlanma durumu ve desteğe başvuru alan büyüklüğünün yıllar içindeki seyri, B/BT mücadele destekleme türlerinin dağılımı, B/BT mücadele desteklerine başvuru nedenleri, B/BT desteklerinden memnuniyet durumu ve destekten yararlanmaya devam etme kararları gibi bilgiler elde etmek, destekleme olmasa bile üreticilerin B/BT ürünlerini kullanmaya devam etme olasılığını tahmin etmek amaçlanmıştır. Literatürde B/BT mücadele desteklerinin sahadaki yansımalarını ve üreticinin bu desteğe ilişkin algısını inceleyen bir bulgu olmaması bu çalışmayı özgün kılmaktadır. B/BT mücadele uygulamalarını destekleme politikasının üretici açısından ne ifade ettiğinin bilinmesi ve uygulama sırasında yaşanan eksik ve aksaklıkların saptanması, dinamik yapı arz eden politika uygulamalarının revize edilmesine veya şekillendirilmesine katkı sağlayacaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışma alanı olarak Antalya, Isparta ve Burdur illeri seçilmiştir. Türkiye'nin toplam narenciye üretiminin % 30'unun, sera üretiminin % 85'inin ve elma üretiminin % 29'unun üretildiği Batı Akdeniz Bölgesi'nde bulunan bu iller, sahip olduğu tarım potansiyeli ile Türkiye'nin önemli tarım merkezlerindedir (Anonim 2014 c). Turunçgil, örtüaltı sebzeler ve elma, B/BT mücadele destekleme uygulaması kapsamında yer alan başlıca ürünlerdir (Tablo 1). Araştırmanın materyalini, bu illere bağlı köylerdeki söz konusu ürünleri yetiştiren ve B/BT mücadele desteğinden yararlanan 108 üreticiden 2017 yılında anket yoluyla yüz yüze görüşülerek elde edilen veriler oluşturmaktadır.

2.2. Metot

Anket uygulanacak işletme sayısı, 2016 yılı B/BT mücadele desteği ödemesinden faydalanan kişi listesi Antalya, Burdur ve Isparta İl Tarım ve Orman Müdürlükleri'nden alınarak belirlenmiştir. Destekten faydalanan kişi listesine bağlı olarak Antalya İlinin Aksu, Serik, Manavgat, Kumluca, Finike, Demre, Kaş ve Elmalı ilçeleri ile Isparta'nın Gelendost ve Eğirdir ilçeleri ve Burdur'un Gölhisar ve Çavdır ilçelerinde çalışılmıştır. Örnek hacminin tespitinde, B/BT mücadele desteklemesinden faydalanan arazi genişliği kriteri dikkate alınmıştır. Listede yer alan tüm tarım işletmeleri ile anket yapabilmeyen güçlüğü yanında, varyasyon katsayısının yüksek ve popülasyonun heterojen yapıda olduğu saptandığından örnek seçiminde tabakalı örnekleme yöntemi tercih edilmiştir. Neyman Yöntemi ile örnek hacmi hesaplanmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996; Yamane, 2001). Popülasyondan çekilen örnek sayısı %5 hata payı ve %90 güven aralığı ile 108 olarak belirlenmiştir. Anket uygulaması, araştırma alanı üç ilden Antalya'da turunçgil, elma ve örtüaltında sebze üreticileri ile Burdur'da son yıllarda yayla seracılığının yaygınlaştığı ilçe ve köylerdeki örtü altı domates üreticileri ile Isparta'da ise elma üreticileri ile yapılmıştır. Anket yüz yüze görüşme yöntemi ile uygulanmıştır. B/BT mücadele yöntemlerini uygulamada yapılan destekleme ödemeleri hakkında üreticilerin görüşlerini saptamak araştırmanın temel kurgusunu oluşturmaktadır.

Araştırma kurgusunu oluşturan sorular şunlardır:

- i. Üreticilerin ürünler itibarıyla B/BT mücadele desteklemesinden yararlanma durumu ve desteğe başvuru alan büyüklüğü başlangıçtan bu yana nasıl bir değişim göstermiştir?
- ii. B/BT mücadele destekleme türlerinin dağılımı ne şekildedir?
- iii. B/BT mücadele desteklerine başvuru nedenleri nelerdir?
- iv. B/BT mücadele desteklerinden memnuniyet durumu ve destekten yararlanmaya devam etme durumu nasıldır?
- v. Destekleme olmasa bile B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme olasılığı nedir?

B/BT uygulamalarının kullanımı istenilen düzeyde değildir. Bunun pek çok nedeni olmakla beraber, üreticilerin uygulamalara ilişkin yaklaşımları ve sürdürülebilir kılma durumunu irdelemek ve destekleme politikasının buna etkisini araştırmak önem arz etmektedir. Literatürde B/BT mücadele konusu daha çok uygulamaların sistematığı yönüyle ele alınmıştır. Bu çalışma ise üreticilerin B/BT destekleme uygulamalarına

yaklaşımını irdelemesi açısından özgündür. Üreticiler için bazı tanımlayıcı bilgiler ortalama ve yüzde olarak belirlenmiştir. Araştırma kapsamında B/BT mücadele uygulaması yapan üreticilere son yedi yıl için ayrı ayrı olmak üzere uygulama yapıp yapmadıkları ve uygulama yaptıkları alan büyüklüğü sorularak, B/BT mücadele uygulaması yapan üretici sayısı ve üretim alanındaki değişim incelenmiştir. Desteklere başvurma nedenleri, desteklerden memnuniyet durumu, desteklerden yararlanmaya devam etme durumu, destekleme olmasa bile B/BT mücadele tekniklerini uygulamaya devam etme sorularına vermiş oldukları cevaplar yüzde oranlarla hesaplanmıştır.

Görüşülen çiftçilerin destekleme olmasa bile B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme olasılıkları üzerinde bazı unsurların etkilerini değerlendirmek için lojistik regresyon analizi yapılmıştır. Lojistik regresyon analizinde temel amaç bağımlı (yordanan) ve bağımsız (yordayıcı) değişkenler arasındaki ilişkiyi, en az değişken ile en iyi uyuma sahip olacak biçimde tanımlayabilen, kabul edilebilir bir model kurmaktır (Atasoy, 2001). Lojistik regresyon iki ya da daha fazla kategoriye sahip kategorik çıktılar yordamak için modelleri test etme imkanı sağlar (Pallant, 2015). Bu çalışmada da bağımlı değişkenin kategorik olması ve kategori sayısının iki olması nedeniyle lojistik regresyon kullanılmıştır. İkili lojistik regresyon modelinde bağımlı değişkenin gözlenen değeri iki olası durumu ifade etmek üzere; olayın meydana gelmesi durumunda 1, meydana gelmemesi durumunda 0 değerini alır. Bu örnek uygulamada destek verilmesi dahi B/BT mücadele uygulamasına devam edeceğini bildiren üreticiler bir (1), uygulamaya devam etmeyeceğini bildiren üreticiler ise sıfır (0) değerini almışlardır. Modele yaş, eğitim, deneyim, örgüt üyeliği, tarım dışı gelir varlığı, danışmanlık hizmeti alma durumu, biyoteknik mücadele kullanma durumu, biyolojik mücadele kullanma durumu, kimyasal mücadelede teknik destek alma durumu ve desteklemeden memnun olma durumu olmak üzere on adet bağımsız değişken dahil edilmiştir.

3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

3.1. İşletme sahibi ile ilgili tanımlayıcı bilgiler

Araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin yaşları, eğitim durumları, çiftçilik deneyim süreleri, tarım dışı gelir varlıkları ve tarım danışmanlığından yararlanma durumları incelenmiştir. Üreticilerin yaş ortalaması 52.3'dür. Eğitim durumları incelendiğinde; %47.2 sinin ilkokul, %39.8 inin orta-lise, %13.0'ünün ön lisans ve üzeri eğitim aldığı, ortalama eğitim süresinin 8.1 yıl olduğu tespit edilmiştir. Üreticilerin %64.8'i 21 yıl ve daha uzun süreden bu yana çiftçilik deneyimine sahiptir. Ortalama deneyim süresi 28.3 yıldır. Üreticilerin %54.6'sının tarım dışı geliri vardır. Üreticilerin %63.0'ünün yöredeki üretici kooperatifi, birlik vb. çiftçi örgütlerinden birine veya bir kaçına üyeliği bulunmaktadır. Üreticilerin sadece %16.7' si tarım danışmanlığı hizmeti aldığını ifade etmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. İşletme sahibine ait tanımlayıcı bilgiler

Table 2. Identifying information about producers

Tanımlayıcı Bilgiler	(%)	Ort
Yaş	≤ 34	5.6
	35-50	43.5
	51 ≥	50.9
Eğitim durumu	İlkokul	47.2
	Orta-Lise	39.8
	Ön lisans ve üstü	13.0
Deneyim süresi	< 20	35.2
	21 >	64.8
Tarım dışı gelir (TL)	Var	54.6
	Yok	45.4
Tarım danışmanlığı alma durumu	Evet	16.7
	Hayır	84.7

Bu çalışmada da Türkiye'de tarım danışmanlığı almanın yeterince yaygınlaşmadığı bulgusu ortaya konulmuştur. Bu bulguyu destekleyen bir başka çalışma 2005 yılında Antalya ilinde örtü altı üretim alanlarında yapılmış olup, çalışmada yörede danışmanlık hizmeti verilen üretici sayısının toplam örtü altı yetiştirici sayısının

sadece % 4'ünü, üretim alanının da toplam örtü altı üretim alanının % 7.6'sını oluşturduğu bildirilmiştir (Ateş ve Sayın, 2008)

3.2. Biyolojik/biyoteknik mücadele desteğinden yararlanma durumu ve desteğe başvuru alan

Araştırmanın yürütüldüğü Batı Akdeniz Bölgesi'nde B/BT mücadele desteklemesinin başlamış olduğu 2010 yılından bu yana destekten yararlanan üretici sayısı ve yararlanan alan büyüklüğünde yaşanan değişim incelenmiştir. Buna göre araştırma kapsamına giren 108 üretici dikkate alındığında 2011-2017 yılları arasında destekten yararlanan üretici sayısı 21'den 103'e, destekten yararlanan alan ise 862.5 dekaradan 3186.9 dekara ulaşmıştır (Şekil 1).

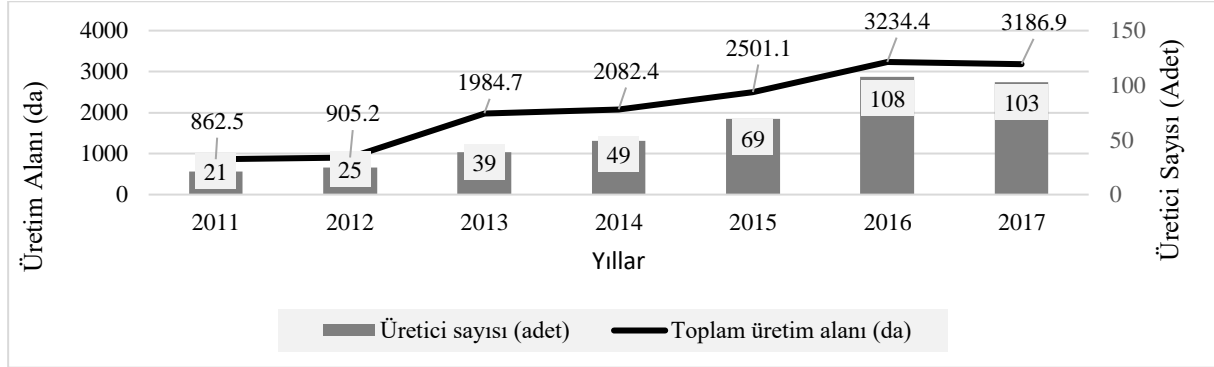


Figure 1. The number of producers (unit) and supported area (decare) benefiting from B / BT control support by years and products

Şekil 1. Yıllar itibarıyla B/BT mücadele desteklerinden yararlanan üretici sayısı (adet) ve desteklenen alan (da)

Ürünler ayrı ayrı değerlendirildiğinde; domates yetiştiriciliğinde B/BT mücadele ürünlerini kullanan ve destekten yararlanan işletmelerde 2011 yılında destekten yararlanan hiçbir üreticinin olmadığı, 2017 yılında ise görüşülen 13 üreticinin tümünün destek aldığı ve üretim alanının da 65 dekara çıktığı görülmektedir. Domates üretiminde B/BT mücadele ürünlerinin kullanıldığı ortalama arazi büyüklüğü 5 dekar olarak hesaplanmıştır (Şekil 2). Araştırma kapsamında görüşülen ve B/BT mücadele uygulayan örtüaltı sebze yetiştiricisi işletmelerin ürün deseninde, biberden sonra ikinci sırada domates bulunmaktadır. Üreticilerin genel olarak B/BT mücadele uygulamalarının domates üretiminde başarılı olmadığı kanaatine sahip olduğu ve bu sebeple yöntemlerin domates üretilen alanlarda fazla yaygınlaşmadığı anlaşılmaktadır. Bu algının uygulamaların tekniğine uygun olarak yapılmamasından kaynaklanma ihtimali oldukça yüksektir. Çünkü Topuz ve ark. (2016) tarafından, Antalya'nın Aksu ve Korkuteli ilçelerinde tuzakla yakalama yönteminin denendiği çalışmada, iyi tarım uygulanan kontrollü, çift kapılı ve açıklıkları tül ile kapalı olan ve kültürel önlemlerin tam olarak uygulandığı seralarda feromonların etkinliğinin arttığı, daha az ilaçlamayla mücadele sağlanarak zararın önlenildiği sonucuna varılmıştır.

Örtü altında biber yetiştiriciliğinde B/BT mücadele ürünlerini kullanan, destekten yararlanan ve araştırma kapsamında görüşülen 28 üreticinin 11'inin desteklerin başladığı yıldan itibaren yararlandığı ve ürünleri kullandığı 2017 yılına gelindiğinde ise tümünün destekten yararlanmaya ve ürünleri kullanmaya devam ettiği belirlenmiştir. Üretim alanı ise 88 dekardan 293 dekara çıkmıştır (Şekil 2). Biber üretiminde B/BT mücadele ürünlerinin kullanıldığı ortalama arazi büyüklüğü 10.5 dekar olarak hesaplanmıştır. Üreticiler B/BT mücadele etmen ve aparatlarının biber yetiştiriciliğinde kesinlikle başarılı olduğu yönünde düşünceye sahiptir. Biber üretiminde B/BT mücadele uygulayan işletmelerin yoğunlaştığı alanlarda ihracata yönelik üretim yapan büyük ölçekli işletmeler ve ihracat bağlantısı olan komisyoncu ve tüccarlar tarafından yönlendirilen küçük veya orta ölçekli işletmelerin bulunduğu gözlenmiştir. Bulduğu yöreye öncülük eden ve ihracat bağlantısı tesis eden işletmecilerin, B/BT mücadele uygulamalarının yaygınlaşmasında etkili olduğu gözlenmiştir.

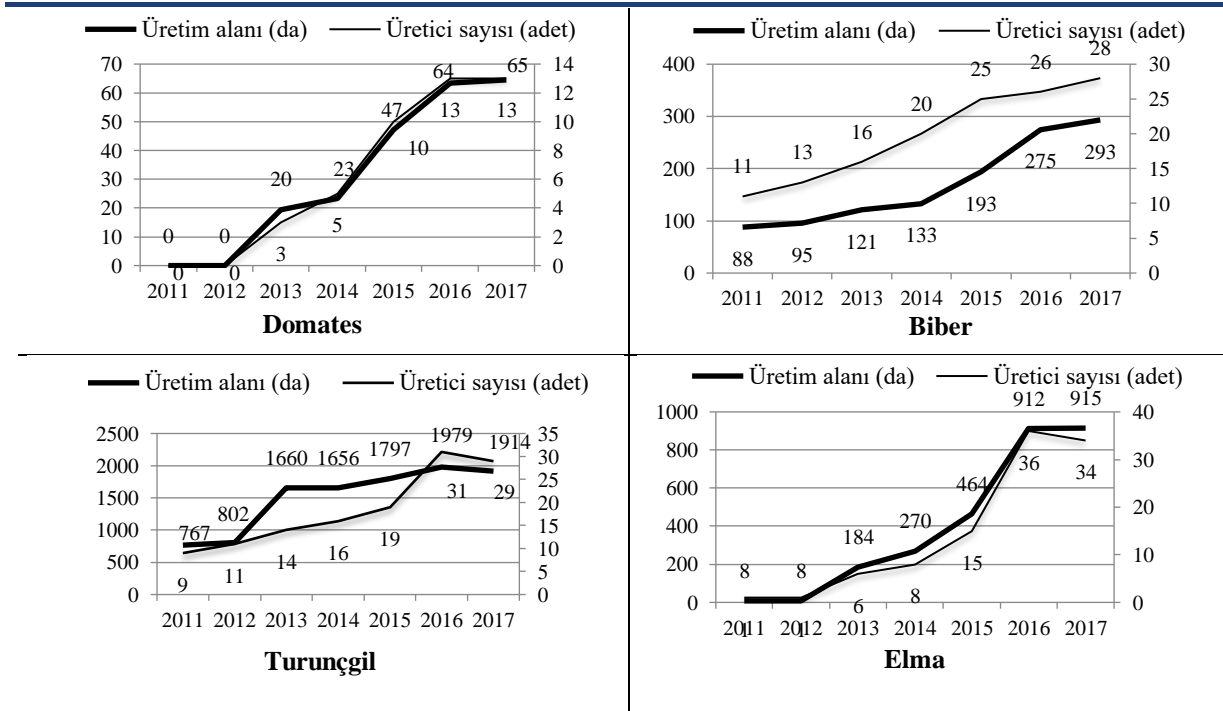


Figure 2. The number of producers benefiting from the support and the change in the production area by years

Şekil 2. Yıllara Göre Desteklemeden Yararlanan Üretici Sayısı ve Üretim Alanında Yaşanan Değişim

Turunçgil yetiştiriciliğinde B/BT mücadele desteklerinden yararlanan ve araştırma kapsamında görüşülen 31 üreticinin 9'unun desteklerin başladığı yıldan itibaren yararlandığı ve ürünleri kullandığı 2017 yılına gelindiğinde ise 29'unun destekten yararlanmaya ve ürünleri kullanmaya devam ettiği belirlenmiştir. Üretim alanı ise 767 dekaradan 1914 dekara çıkmıştır (Şekil 2). Turunçgil üretiminde B/BT mücadele ürünlerinin kullanıldığı ortalama arazi büyüklüğü 61.7 dekar olarak hesaplanmıştır. Araştırma alanında görüşülen turunçgil üreticilerinin bildirdiğine göre, bütüncül bir yaklaşımla birbirine komşu bahçelerde biyolojik mücadele yapılmaması, kendi bahçesinde uygulamayı yapmak isteyen üreticileri de bu niyetlerinden uzaklaştırmaktadır.

Elma yetiştiriciliğinde B/BT mücadele desteğinden yararlanan ve araştırma kapsamında görüşülen 36 üreticinin sadece 1'inin desteklerin başladığı yıldan itibaren yararlandığı ve ürünleri kullandığı, 2017 yılına gelindiğinde ise 34'ünün destekten yararlanmaya devam ettiği belirlenmiştir. Üretim alanı ise 8 dekaradan 915 dekara çıkmıştır (Şekil 2). Elma üretiminde B/BT mücadele ürünlerinin kullanıldığı ortalama arazi büyüklüğü 25.4 dekar olarak hesaplanmıştır. B/BT mücadele ürünü olarak tuzak uygulaması yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle karaleke hastalığının çok büyük tahribat yaptığı elma bahçelerinde yoğun biçimde uygulanan kimyasallar biyolojik mücadele uygulamasının yapılmasına imkan vermemektedir. Oğuz ve ark., (2000) tarafından yürütülen ve elma üreticilerini konu alan bir çalışmada üreticilerin uyguladığı tarımsal mücadele yöntemleri incelenmiş, üreticilerin entegre savaş, biyolojik savaş ve biyoteknik mücadele yöntemlerini bilmedikleri, sadece kimyasal savaş yöntemlerini kullandıkları tespit edilmiştir.

3.3. Biyolojik/biyoteknik mücadele destekleme türlerinin dağılımı

Araştırma kapsamında görüşülen üreticilerin son üç yıl itibarıyla yararlanmış oldukları B/BT mücadele destekleme türleri her bir ürün için sorgulanmıştır. Buna göre örtü altı domates yetiştiriciliği yapan 15 üretici son üç yılda sadece feromon desteğinden yararlanmamıştır. 2015 yılında feromon + tuzak uygulaması yapan ve destekten yararlanan üretici sayısı hiç yok iken, 2016 yılında 1 kişi ve üretim alanı 6.9 dekar, 2017 yılında ise 1 kişi 1.9 dekarlık üretim alanı için desteklemeden faydalanmıştır. Faydalı böcek uygulaması yapan ve bunun için destekten yararlanan üretici sayısı 2015 yılında 9 kişi, 2016 yılında 14 kişi, 2017 yılında ise 13 kişi, üretim alanı ise yıllar itibarıyla sırasıyla 38.1 dekar, 79.1 dekar ve 64.5 dekar olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

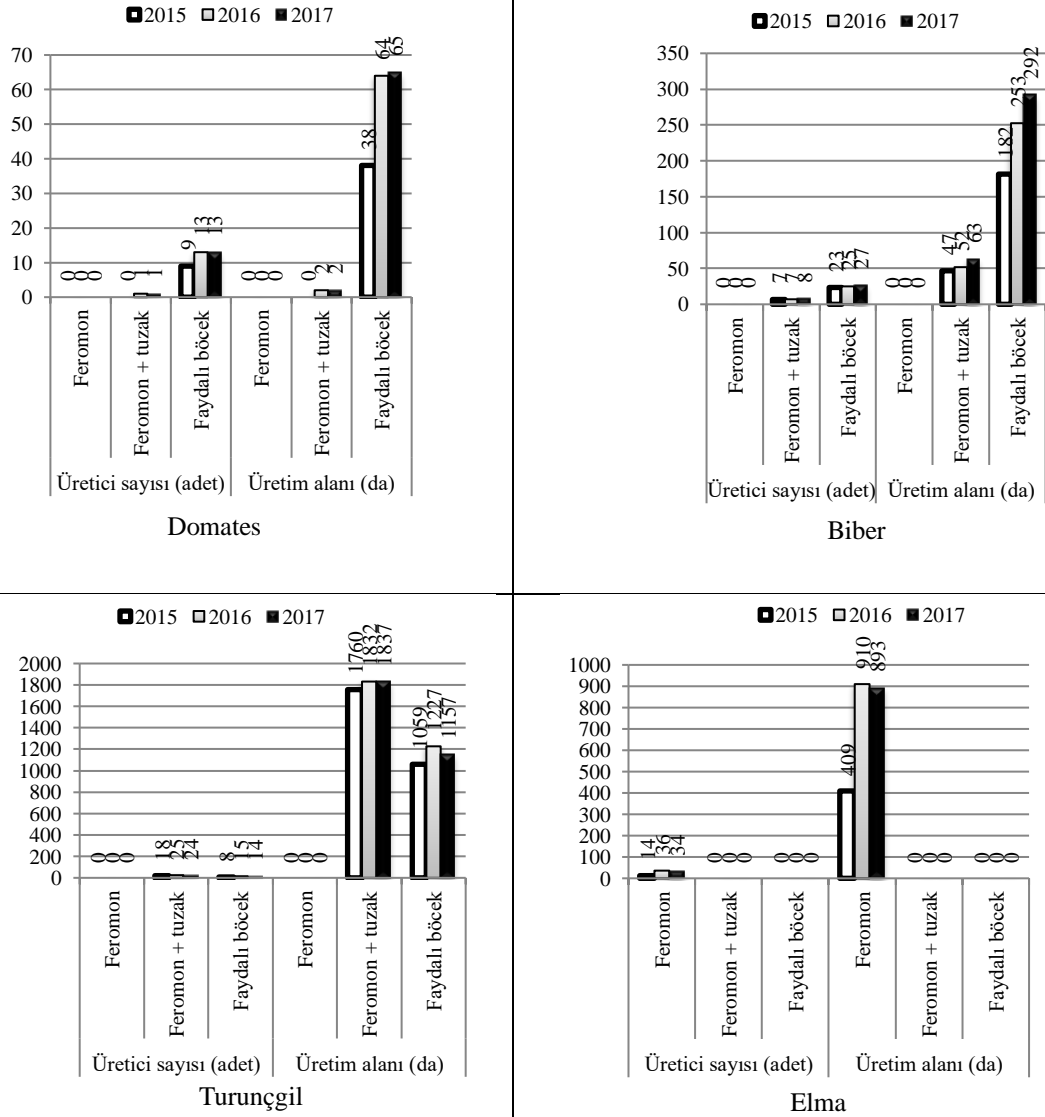


Figure 3. Distribution of B / BT control support types benefited by products

Şekil 3. Ürünler itibarıyla yararlanan B/BT mücadele destekleme türlerinin dağılımı

Örtü altında biber yetiştiriciliği yapan 28 üretici son üç yılda sadece feromon desteğinden yararlanmamıştır. Feromon + tuzak uygulaması yapan ve destekten yararlanan üretici sayısı 2015 ve 2016 yıllarında 7 iken, 2017 yılında 8'e çıkmış, bu üreticilere ait üretim alanları ise sırasıyla 46.8, 51.8 ve 62.7 dekar olarak belirlenmiştir. Faydalı böcek uygulaması yapan ve bunun için destekten yararlanan üretici sayısı ise 2015 yılında 23, 2016 yılında 25, 2017 yılında ise 27 kişidir. Örtü altında biber yetiştiriciliğinde faydalı böcek kullanımının daha yaygın olduğu, üreticilerin biyolojik etmenlerin başarısına inandığı gözlenmiş, uygulamanın yapıldığı alanlar yıllar itibarıyla sırasıyla 181.7 dekar, 252.6 dekar ve 292.5 dekar olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

Sadece feromon desteğinden yararlanan üreticiye turunçgil yetiştiriciliği yapan 31 üretici arasında da rastlanmamıştır. Feromon + tuzak uygulaması yapan ve destekten yararlanan üretici sayısı 2015 yılında 18 kişi ve üretim alanı 1759.7 dekar, 2016 yılında 25 kişi ve üretim alanı 1831.6 dekar, 2017 yılında ise 24 kişi ve üretim alanı 1837.4 dekar. Faydalı böcek uygulaması yapan ve bunun için destekten yararlanan üretici sayısı 2015 yılında 8 kişi, 2016 yılında 15 kişi, 2017 yılında ise 14 kişi, üretim alanı ise yıllar itibarıyla sırasıyla 1059 dekar, 1227.3 dekar ve 1156.8 dekar olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

Elma yetiştiriciliği yapan 36 üreticiden 2015 yılında 14'ü, 2016 yılında 36'sı ve 2017 yılında da 34'ü sadece feromon desteğinden yararlanmıştır. Üretim alanı ise yıllar itibarıyla sırasıyla 408.5 dekar, 910 dekar ve 893 dekar

olarak belirlenmiştir. Feromon + tuzak ve faydalı böcek uygulaması yapan üreticiye rastlanmamıştır (*Şekil 3*). Yanar ve ark., (2018) tarafından Antalya İlinde yürütülen, örtü altı yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunları ve üretici bilinç düzeyini inceleyen bir araştırmada; zararlılarla mücadele yöntemlerinden sarı yapışkan tuzakların üreticilerin %74'ü, feromon tuzakların üreticilerin %56'sı, biyolojik etmenlerin ise üreticilerin %26'sı tarafından kullanıldığı bildirilmiştir.

3.4. Biyolojik/biyoteknik mücadele desteklerine başvuru nedenleri

Üreticilerden B/BT mücadele desteklerine başvuru nedenlerini önem sırasına göre bildirmeleri istendiğinde; üreticilerin %56.5'i "mücadele masraflarını düşürmek" seçeneğini, %28.7'si "sağlıklı ürün olduğunu belgelendirmek için" seçeneğini ilk tercih olarak kullanmıştır (*Tablo 3*).

B/BT mücadele desteklemelerinden haberdar olma ve başvuru konusunda üreticilerin çok da gayret göstermediği, bakanlık ilçe teşkilatında görev yapan teknik personelin, örtü altı kayıt sistemi üretici takibi çalışmaları kapsamında, üreticileri B/BT mücadele uygulaması yapmaya teşvik ettikleri, destekten haberdar etme ve başvuru sürecinde yardımcı oldukları bilgisi edinilmiştir. Demir ve Yavuz (2010)'un Daugbjerg ve ark., (2005)'ndan aktardığı bir çalışmada, tarımsal destekleme şeklinin, çiftçilerin tarımsal desteklere bağımlılık seviyelerini algılamaları üzerinde önemli derecede etkili olduğu ifade edilmiş, işletme sahiplerinin belirli bir bilgiye sahip olmaksızın sadece duyumuyla veya görünüşe göre desteklere başvurabildiği bildirilmiştir.

Tablo 3. Biyolojik / biyoteknik mücadele desteklemesine başvuru amacı
Table 3. Application purpose for biological / biotechnical control support

Desteğe Başvuru Amacı	1.tercih		2.tercih		3.tercih	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Mücadele masraflarını düşürmek için	61	56.5	26	25,5	10	11.2
Sağlıklı ürün olduğunu belgelendirmek için	31	28.7	47	46.1	13	14.7
Çevremdeki üreticiler başvurduğu için	3	2.8	11	10.8	25	28.1
Devlet kontrolünde üretim yapmak için	4	3.7	17	16.7	35	39.3
Diğer	9	8.3	1	0.9	6	6.7

Kutlar ve Ceylan (2008) tarafından 2006 yılında Antalya İli Merkez ilçesinde yürütülen ve entegre mücadele yöntemlerinin yayılması ve benimsenmesini inceleyen bir araştırmada; üreticilerin İl Müdürlüğü tarafından yürütülen "Entegre Mücadele Araştırma, Uygulama ve Eğitim" projesine nasıl katıldıkları sorulmuş, üreticilerin %63.4'ü projede çalışan görevlilerin köylerinde bulunan köy grup tarım merkezi teknisyenleri aracılığıyla kendilerine ulaşmaları, %36.6'sı ise projede görevli teknik personelin bizzat işletmelerine gelerek projeye katılmalarını istemeleri üzerine projeye katıldıklarını bildirmişlerdir. Bu da göstermektedir ki Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından başlatılan yeni teknolojilerin uygulamaya aktarılmasına yönelik çalışmalarda il ve ilçe teşkilatları önemli rol oynamaktadır. Günden ve Miran (2008) tarafından yürütülen çalışmada da, teknik yardım, planlama ve kayıt tutma konusunda tarım teşkilatı ve araştırma kurumlarının, yöre çiftçilerinin tercihi bakımından ikinci sırayı aldığı bildirilmiştir.

3.5. B/BT mücadele desteklerinden memnuniyet durumu ve destekten yararlanmaya devam etme durumu

B/BT mücadele destekleri, ürün maliyetlerini karşılamada bir nebze yardımcı olduğu düşüncesiyle üreticiler tarafından olumlu karşılanmaktadır. Batı Akdeniz Bölgesi'nde görüşülen üreticilerden destekten yararlananların %69.4'ü B/BT mücadele desteklemelerinden memnun olduğunu, %85.2'si desteklemeden yararlanmaya devam edeceğini, %77.8'i ise destekleme olmasa bile B/BT mücadele uygulamasına devam edeceğini ifade etmektedir (*Tablo 4*).

Üreticiler, B/BT mücadele uygulamaları beraberinde kullanılan kimyasalların diğerlerine göre oldukça pahalı olduğundan yakınmakta, bunun yanında üreticilerin destek miktarını tatmin edici bulmadıklarını ve verilen desteklerin artırılması gerektiğini ifade etmektedir. Üretici gözüyle tarımsal desteklerin değerlendirildiği bir çalışmada üreticilerin tarımsal destekleme miktarını genel anlamda yeterli bulmadığı, destekleme miktarı ve destekleme çeşidi ne olursa olsun desteklerin kullanım şeklinin destek ödeme zamanına göre şekillendiği ifade edilmiştir (Erdal ve ark., 2013)

Tablo 4. B/BT Mücadele destekleri ve B/BT mücadele yöntemi uygulamalarının devamlılığı hakkında üretici görüşleri

Table 4. Producer opinions on B / BT control supports and continuity of B / BT control method practices

Görüş	B/BT mücadele desteklerinden memnuniyet durumu		B/BT mücadele desteklerinden yararlanmaya devam etme durumu		Destekleme olmasa bile B/BT mücadele uygulamalarına devam etme durumu	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%
	Evet	75	69.4	92	85.2	84
Hayır	33	30.6	16	14.8	24	22.2
Toplam	108	100.0	108	100.0	108	100.0

Destekten memnun olmadığını ifade eden üreticilerin gerekçesi destek miktarının az olduğu yönündedir. Üreticiler, B/BT mücadele uygulamaları beraberinde kullanılan kimyasalların diğerlerine göre oldukça pahalı olduğunu ve verilen desteklerin artırılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bunun yanında destekleme ödemelerinin ödeme zamanının gecikmesi de üreticiler tarafından olumsuzluk olarak ifade edilmektedir. B/BT mücadele yöntemi ile üretilen ürünler ile diğer ürünler arasında fiyat farkının olmamasının üreticileri demoralize ettiği anlaşılmaktadır. Üreticiler, kamu spotu vb. yayınlarla B/BT mücadele ile üretilen ürünlerin tüketicilere anlatılmasını, böylece sağlıklı ürüne farklı fiyat ödeme istekliliğinin artırılabilceğini ifade etmektedir.

Desteklemeden ziyade farklı fiyat uygulaması tüm üreticilerin beklentisidir. Karaturhan ve ark. (2005)'de entegre mücadele yöntemleri kullanılarak yetiştirilen ürünlerin farklı fiyattan satılmamasının, bu yöntemlerin yaygınlaşmasına engel olduğunu ifade etmektedir. Tüketici tercihlerinin yönlendirilmesi pazarlama zincirinde yer alan araçları da yönlendirebilecektir. Zira halihazırda ürün hale götürüldüğünde komisyoncular tarafından B/BT mücadele ile üretilmiş olması dikkate alınmamakta, diğer ürünlerle aynı fiyattan değerlendirilmektedir. Bu mücadele yöntemlerinin kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla, ürün sağlığı ve dolayısıyla insan sağlığını koruma, buna ilaveten doğal çevreye zarar vermeme bilincinin geliştirilmesi gereklidir.

3.6. Destekleme olmasa bile B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme olasılığı tahmin eden lojistik regresyon

Karaturhan ve diğerleri (2005) entegre mücadele uygulamasında kullanılan girdilerde sübvansiyon ve özendirici tedbirlerin alınmasının benimsemeyi hızlandırıcı etki edeceğini ifade etmiştir. Polat ve Dellal (2016) üreticilerin iyi tarım uygulamasına devam etmek için beklentilerini sorgulamış, en yüksek oranda beklenti (üreticilerin %30'u) desteğin artması olarak ifade edilmiştir. Sayın ve ark. (2015 b) tarafından yapılan çalışmada iyi tarım uygulaması yapma gerekçeleri üreticilere sorulmuş, üreticilerin %56.5 i desteklemeden yararlanma seçeneğini gerekçe olarak bildirmişlerdir.

Bu çalışmada lojistik regresyon, B/BT mücadele yapan üreticilerin destekleme olmasa bile B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam edeceklerini bildirme olasılıkları üzerinde bazı unsurların etkilerini değerlendirmek için yürütülmüştür (Tablo 5). Model on adet bağımsız değişken içermektedir (yaş, eğitim, deneyim, örgüt üyeliği, tarım dışı gelir varlığı, danışmanlık hizmeti alma durumu, biyoteknik mücadele kullanma durumu, biyolojik mücadele kullanma durumu, kimyasal mücadelede teknik destek alma durumu, desteklemeden memnun olma durumu). Tüm yordayıcıları içeren istatistiksel model anlamlı bulunmuştur, $X^2(10, N=108) = 27.68, p < 0.002$, bu değerler modelin B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam edeceklerini bildirenlerle devam etmeyeceklerini bildirenleri ayırt edebildiğini göstermektedir. Bir bütün olarak model B/BT mücadele uygulama kararı ile ilgili varyansın %22.6 (Cox ve Snell R kare) ile %34.6 (Nagelkerke R kare) arasında bir kısmını açıklayabilmekte olup üreticilerin %82.4'ünü doğru sınıflandırabilmiştir. Tablo 5'de görüleceği gibi, bağımsız değişkenlerin sadece üç tanesi modele kendilerine özgü istatistiksel olarak anlamlı katkıda bulunmuşlardır (eğitim, danışmanlık hizmeti alma durumu, desteklemeden memnun olma durumu).

B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme kararı bildirmenin en güçlü yordayıcısı eğitim düzeyi olup bunun ihtimal oranı 1.39'dur. Modeldeki diğer tüm unsurlar kontrol altında tutulduğunda, eğitim düzeyi yüksek olan üreticilerin B/BT ürünlerini kullanmaya devam edeceğini bildirme olasılığı 1.4 kat daha yüksektir.

Tablo 5. Destekleme Olmasa da B/BT Ürünlerini Kullanmaya Devam Etme Olasılığı Tahmin Eden Lojistik Regresyon

Table 5. Logistic regression predicting the likelihood of continuing to use B / BT products without support

	B	S.E	Wald	df	p	İhtimal oranı	95% C.I İhtimal Oranı İçin	
							Düşük	Yüksek
Yaş	.016	.043	.133	1	.715	1.016	.933	1.106
Eğitim(yıl)	.328	.119	7.652	1	.006	1.389	1.100	1.753
Deneyim	.049	.033	2.118	1	.146	1.050	.983	1.121
Örgüt üyeliği	-1.228	.718	2.920	1	.087	.293	.072	1.198
Tarım dışı gelir varlığı	.810	.642	1.592	1	.207	2.248	.639	7.912
Danışmanlık hizmeti alma durumu	2.395	1.146	4.366	1	.037	10.974	1.160	103.799
Biyoteknik mücadele kullanma durumu	1.151	1.201	.919	1	.338	3.161	.300	33.261
Biyolojik mücadele kullanma durumu	1.524	1.221	1.558	1	.212	4.592	.419	50.271
Kimyasal mücadelede teknik destek alma	-.875	.755	1.342	1	.247	.417	.095	1.832
Desteklemeden memnun olma durumu	1.760	.666	6.982	1	.008	5.814	1.576	21.453
Sabit	-4.990	2.716	3.375	1	.066	.007		

B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme kararı bildirmenin ikinci güçlü yordayıcısı desteklemeden memnun olma durumudur. Bunun ihtimal oranı 5.81'dir. Buna göre, modeldeki diğer tüm unsurlar kontrol altında tutulduğunda, desteklemeden memnun olan üreticilerin B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme kararı bildirme olasılığı desteklemeden memnun olmadığını bildiren üreticilerin B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme kararı bildirme olasılığından beş kat daha fazladır. Üçüncü sırada etki eden unsur da danışmanlık hizmeti alma durumu olup bunun ihtimal oranı 10.97'dir. Buna göre, danışmanlık hizmeti alan üreticilerin B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme kararı bildirme olasılığı danışmanlık hizmeti almayanların B/BT mücadele ürünlerini kullanmaya devam etme kararı bildirme olasılığından yaklaşık on bir kat daha fazladır.

4. Sonuç

Tarım ürünlerinin kendine özgü yapısı nedeniyle tüm dünyada tarım sektörü çeşitli politika araçları ile desteklenmektedir. Türkiye'de de uzun yıllardan bu yana tarım sektörünü yönlendirme amacıyla farklı tarımsal destek araçları kullanılmaktadır. Tarımsal desteklerden üreticilerin ne ölçüde yararlandığının ve desteklerin miktarından ziyade kullanım amacına uygun olarak yararlanılıp yararlanılmadığının bilinmesi azami derecede önemlidir.

Çevre ve insan sağlığına uyumlu üretim teknikleri ile üretilmiş gıdalara olan ilgi ve talep her geçen gün arttıkça, tüketim tercihlerinde etkili faktörler üretici çevreler tarafından dikkate alınmak durumundadır. Bu tekniklerden emek ve bilgi gerektirenlerin uygulanması ve sürekliliğinin sağlanması için desteklenmesi gerekmektedir. Onuncu Kalkınma Planında (2014-2018); uygulanması planlanan tarım politikasının stratejik hedefleri yeterli ve dengeli beslenmenin sağlanması ve küresel rekabetçi ve çevre dostu bir tarım sektörünün geliştirilmesi olarak ifade edilmiştir. B/BT mücadele desteği bu stratejik hedeflere ulaşmak amacıyla uygulamaya konulan destek araçlarından biridir (Anonim 2014 b).

Araştırma sonuçları üreticilerin B/BT mücadele desteklerinden memnun olduğunu, destekten yararlanmaya devam etmek istediğini, destekleme olmasa bile B/BT mücadele uygulamalarını yapma eğiliminde olduğunu ortaya koymuştur. Sayın ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada, B/BT mücadele yöntemlerini uygulayan üreticilerin öncelikli olarak insan ve çevre sağlığını düşündükleri için bu yöntemleri benimsedikleri, ancak B/BT mücadele materyallerinin yüksek maliyetli oluşu görüşünün yaygın olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada, B/BT mücadele yöntemlerini uygulamayan üreticilerin de, B/BT mücadele uygulamasının yüksek maliyetli olduğu, biyolojik mücadele materyallerinin zamanında ve yeterli miktarda temin edilemediği ve destekleme ödemesinden habersiz oldukları gerekçeleriyle uygulama yapmadıkları ifade edilmiştir. Görüldüğü gibi bu uygulamaları benimseme ve sürdürülebilir kılmada başlıca etken zararlılarla mücadele performansı ve bunun yanında ürünün özelliği nedeniyle elde edilmesi beklenen farklı fiyat uygulamasıdır. B/BT mücadele uygulamasının başarısı, yöntemlerin kullanımına devam etmede son derece etkilidir. Biyolojik mücadele etmenlerinin etkili olmadığı

yönünde üreticiler arasında çıkan söylentiler, yaşanan bilgi kirliliği, hatta kimyasal ilaç satıcılarının olumsuz yönlendirmeleri bu yöntemi hiç uygulamamış olan üreticilerde ön yargı oluşturmaktadır. B/BT mücadele desteklemelerinin devamlılığı, uygulamaların doğru yapılmasına imkan sağlayacak teknik destek ve eğitim-yayım çalışmaları ve bunun yanında ürünlere yönelik bilinçli bir tüketici yaklaşımının gelişmesi halinde sağlıklı ve güvenli gıda üretimi konusunda bir adım daha atılmış olacaktır. Elde edilen sonuçların; desteklerin miktarı, çeşitleri ve ödenme zamanı yönünden üreticiler tarafından eleştirildiği veya yetersiz bulunduğunu göstermesi, bunun yanında B/BT mücadelesi uygulanan ürünlerin piyasada farklı fiyatlandırılmamasını asıl sorun olarak öne çıkarması bakımından önemli olduğu ve uygulanan politikanın güncellenmesinde katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmayı takiben, mevcut duruma bir de B/BT mücadele etmen ve aparatlarını pazarlayan firmalar, ilaç bayileri ve özellikle iyi tarım uygulamalarının denetimini sağlayan tarım teşkilatı teknik personelinin gözünden bakarak, destekleme uygulamasının etkinliğini artırmaya yönelik öneri geliştiren bilimsel araştırmalar yapılmalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma, 2017-2018 yıllarında Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'nün fon desteği ile yürütülen bir projeden elde edilen verilerle hazırlanmıştır.

Kaynakça

- Abay, C., Türkekul, B., Ören. M.N., Güner, B., Özalp, B. (2017). Türkiye’de üreticilerin tarımsal desteklerden faydalanma durumu üzerine bir inceleme, Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi, 03(1): 130-136.
- Anonim, (2006). 5488 Sayılı Tarım Kanunu
- Anonim, (2010). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği, 08.12.2010 Tarih ve 27779 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim, (2011). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2011/38), 27.08.2011 Tarih ve 28038 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim, (2012). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2016/24), 10.08.2012 Tarih ve 28380 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim, (2013). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2013/30), 02.06.2013 Tarih ve 28665 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim, (2014 a) Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2014/23), 03.06.2014 Tarih ve 29019 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim, (2014 b) Kalkınma Bakanlığı 10. Kalkınma Planı Bitkisel Üretim ÖİK Raporu. s:26-28
- Anonim (2014 c). Bölge Planı 2014-2023. TR Düzey 2 Bölgesi. Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı, s.61, Antalya.
- Anonim, (2015 a). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2015/22), 05.06.2015 Tarih ve 29377 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim, (2015 b). Ülkemizde Zirai Mücadele Girdilerinin Değerlendirilmesi, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/zmmae/Belgeler/SolMenu/Yayinlar/ÜlkemizdeZiraiMucadeleGirdilerininDeğerlendirilmesi.pdf> (Erişim tarihi: 01.02.2019)
- Anonim, (2016). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2016/24), 28.06.2016 Tarih ve 29756 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim, (2017). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2017/36), 17.09.2017 Tarih ve 30183 Sayılı Resmi Gazete
- Anonim, (2018). Bitkisel Üretimde Biyolojik ve/veya Biyoteknik Mücadele Destekleme Ödemesi Uygulama Tebliği (Tebliğ No: 2018/22), 08.05.2018 Tarih ve 30415 Sayılı Resmi Gazete
- Atasoy, D. (2001). Lojistik regresyon analizinin incelenmesi ve bir uygulaması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas.
- Ateş A, Sayın C 2008. Antalya İlinde Örtüaltı Yetiştiriciliğinde Özel Tarımsal Danışmanlık Hizmetleri Üzerine Bir Araştırma. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2): 251- 263.
- Bayramoğlu, Z., Oğuz, C., Arısoy, H., Karakayacı, Z. (2014). Türkiye’de uygulanan tarımsal desteklerin tarım işletmelerinin ekonomik sürdürülebilirliğine etkisi: Konya ili örneği, TÜBİTAK Proje Sonuç Raporu, 173 s.
- Çiçek, A., Erkan, O.(1996). Tarım ekonomisinde araştırma ve örnekleme yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat
- Çobanoğlu, F , Tunaloğlu, R, Yılmaz, H.İ., Bozkıran, S, Nalbantoğlu, A., Yıldız H. (2017). Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programının Etkisinin Değerlendirilmesi: Bursa İli Örneği. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 14 (1) , 16-27.
- Daugbjerg, C., Tranter,R., Jones, P., Little, J., Costa, L., Knapp, T., Sottomayor, M. and Swinbank, A. (2005). The visibility of agricultural subsidies and market illusions in the common agricultural policy: Some evidence from farmers' views in Germany, Portugal and The United Kingdom, European Journal of Political Research 44 (6): 749–766 OCT .
- Demir, N., Yavuz, F. (2010). Hayvancılık destekleme politikalarına çiftçilerin yaklaşımlarının bölgelerarası karşılaştırmalı analizi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (2), 113-121,
- Erdal, G., Erdal, H., Gürkan, M. (2013). Türkiye’de uygulanan tarımsal desteklerin üretici açısından değerlendirilmesi (Kahramanmaraş İli örneği). International Journal of Social and Economic Sciences 3 (2): 92 -98.
- Günden, C., Miran, B. (2008). Çiftçilerin Temel İşletmecilik Kararlarının Öncelik ve Destek Alma Açısından Analizi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi , 5 (2) , 67-80 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jotaf/issue/19051/201485>
- Karaturhan, B., Boyacı, M., Yaşarakıncı, N. (2005). Ege Bölgesinde entegre mücadelenin yayımında karşılaşılan sorunlar: Örtü altı sebze yetiştiriciliği örneği, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(2):155-166.
- Kutlar, İ., Ceylan, C. (2008). Antalya İli Merkez İlçesinde entegre mücadele yönteminin yayılması ve benimsenmesi, Bahçe 37 (1): 25 – 33
- Oğuz, C., Direk, M., Yiğit F. (2000). Konya İlinde elma üreticilerinin tarım ilacı kullanımı ve çevresel etkileri, IV. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi 6-8 Eylül 2000 Tekirdağ.

- Özkan, A., Akıncı, A.R ve Soysal, A. (1991). Antalya İlinde çiftçilerce zararlı mücadelesinin kavranması ve uygulamaları konulu sürvey. *Derim*, 8(2):56-75.
- Pallant, J. (2015). SPSS kullanma kılavuzu - SPSS ile adım adım veri analizi, Çevirenler: Berat Ahi , Sibel Balcı, Anı Yayınları. 384 s.
- Polat, K., Dellal, İ. (2016). Göksu Deltası'nda çeltik yetiştiriciliği yapan üreticilerin iklim değişikliği algısı ve iyi tarım uygulamaları yapmalarında etkili faktörlerin belirlenmesi, *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 2(2):46-54.
- Sayın, B., Çelikyurt, M.A., Kuzgun, M., Aydın, B., (2015 b). Antalya İlinde örtüaltı yetiştiriciliği yapan üreticilerin iyi tarım uygulamalarına yaklaşımı, *Derim*, 32(2):171-186.
- Sayın, B., Bayav, A., Beşen, T., Karamürsel, D., Çelikyurt, M.A., Emre, M., Kuzgun, M., Yılmaz, Ş.G., Arslan, S. (2020). Üreticilerin biyolojik ve biyoteknik mücadele uygulamalarına bakışı ve çevre duyarlılıklarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23 (2), 453-466.
- Sayın, C., Gülçubuk, B., Bozoğlu, M., Koçak, A., Özalp, A., Sav, O., İlbasmış, E., Ceylan, M. (2015 a). Türkiye'de tarımsal yapıda değişim ve izlenen politikalar, Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, 12-16 Ocak, TMMOB Ziraat Mühendisliği Odası, s:9-32.
- Temel, N., Yarpuzlu, F., Tüfekli, M., Tireng Karut, Ş., Portakaldalı, M., Seçer, A. (2017). Sürdürülebilir tarımda biyolojik mücadelenin yeri konusunda çiftçilerin bilgi düzeyinin belirlenmesi, *Türk. Biyo. Mücadele Derg.* 8 (1): 71-82
- Topuz, E., Tekşam, İ., Karataş, A. (2016). Batı Akdeniz Bölgesi'nde Tuta Absoluta (Meyrick) (Lepidoptera:Gelechiidae)'nın biyoteknik mücadele olanaklarının araştırılması, *Bitki Koruma Bülteni* 2016, 56(3): 239 – 258.
- Uygun, N., Karaca, İ., Ulusoy, M.R. (1992). Türkiye'de turuncgil zararlılarına karşı entegre savaş çalışmaları. Uluslararası Entegre Zirai Mücadele Sempozyumu Bildirileri, 15-17 Ekim 1992, İzmir. 95-108.
- Yamane T (2001). Temel örnekleme yöntemleri. Çevirenler: Alptekin Esin, Celal Aydın, M. Akif Bakır, Esen Gürbüzsel, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Yanar, D., Yanar, Y., Erdal, H., Erdal, G., Poyraz, E. (2018). Antalya ilinde örtü altı yetiştiriciliğinde karşılaşılan bitki koruma sorunları ve üretici bilinç düzeyi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 7(3) : 38-48
- Yavuz, F., Tan, S., Tunahöglü, R. ve Dellal, İ. (2004). Tarımsal destekleme politikalarının FEOGA çerçevesinde OTP uyumu üzerine bir çalışma. Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16-18 Eylül 2004, Tokat, 44-52.

Determination of Germination Biology of Some Sage (*Salvia* spp.) Species Under Salinity Stress

Tuzluluk Stresinin Bazı Adaçayı (*Salvia* spp.) Türlerinde Çimlenme Biyolojisinin Belirlenmesi

Banu KADIOĞLU

Abstract

Soil salinity is one of the most important abiotic stress factors affecting agricultural productivity in arid and semi-arid regions. Salinity negatively affects the soil as well as causes negativity in the plants grown on it. In plants exposed to salt stress, processes such as germination, emergence and sprout are affected, as well as many morphological and physiological negativities and the plant develops mechanisms that can tolerate these negativities. In addition, such plants gain importance in terms of the evaluation of soils with salinity problems. It is necessary to know and make use of the species and varieties that can make use of such soils in conditions where salinity removal is difficult and uneconomical for different reasons. Lamiaceae (Labiatae) family grows in a wide area and different species of salvia and sideritis genus belonging to this family are known as sage. Stress factors in plants cause the growth and development periods of plants to slow down and their metabolic functions to deteriorate, thus causing death in plants. The response of different plants or even different species of a plant to salt concentrations may be different. Therefore, this research was conducted to determine the effects of salt stress on seed germination in some sage species. Seven different (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 mM) of three sage species (*S. nemorosa* L., *S. verticillata* L., *S. officinalis* L.) salt concentration applied. In the study, germination rate, germination speed, average daily germination, peak value and germination values were examined. When the properties investigated were evaluated, it was determined that the woodland sage species, whose germination rate and germination rate decreased as the salt concentration increased, gave the best results. It was determined that lilac sage type gave the best results for the peak value and germination values where the average daily germination value was obtained from 25 mM salt application in three species.

Keywords: Salt, Tolerance, Concentration, Effects, Emergence, Seed

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Banu Kadioğlu, Eastern Anatolia Agricultural Research Institute, Erzurum, Turkey. E-mail: banu250@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-9041-5992

Atıf/Citation: KADIOĞLU, B. Determination of Germination Biology Some Sage (*Salvia* spp.) Species Under Salinity Stress. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 359-367.

Özet

Kurak ve yarı kurak bölgelerde toprak tuzluluğu tarımsal verimliliği etkileyen en önemli abiyotik stress faktörlerinden birisidir. Tuzluluk toprağı olumsuz etkilediği gibi üzerinde yetişen bitkilerde de olumsuzluklara neden olmaktadır. Tuz stresine maruz kalmış bitkilerde çimlenme, çıkış, sürme gibi süreçlerinin etkilenmesi yanı sıra morfolojik ve fizyolojik birçok olumsuzluklar görülmekte ve bitki bu olumsuzlukları tolere edebilecek mekanizmalar geliştirmektedir. Ayrıca tuzluluk problemi olan toprakların değerlendirilmesi açısından da bu tür bitkiler önem kazanmaktadır. Tuzluluğun giderilmesinin farklı nedenlerle zor ve ekonomik olmadığı koşullarda bu tür toprakları değerlendirebilecek tür ve çeşitlerin bilinmesi ve yararlanılması gerekmektedir. Lamiaceae (Labiatae) familyası geniş bir alanda yetişmekte ve bu familyaya ait salvia ve sideritis cinslerinin farklı türleri adaçayı olarak bilinmektedir. Bitkilerde stres faktörleri, bitkilerin büyüme ve gelişme dönemlerinin yavaşlamasına ve metabolik fonksiyonlarının bozulmasına bu nedenle de bitkilerde ölümlere sebep olmaktadır. Farklı bitkilerin hatta bir bitkinin farklı türlerinin tuz konsantrasyonlarına cevabı farklı olabilmektedir. Bu nedenle bazı adaçayı türlerinde tohum çimlenmesi üzerine tuz stresinin etkilerini belirlemek amacı ile bu araştırma yapılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre on tekrarlı olarak yürütülen çalışmada üç adaçayı türüne (*S. nemorosa* L., *S. verticillata* L., *S. officinalis* L.) yedi farklı (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 mM) tuz konsantrasyonu uygulanmıştır. Çalışmada çimlenme oranı, çimlenme hızı, ortalama günlük çimlenme, tepe değeri ve çimlenme değerleri incelenmiştir. İncelenen özellikler değerlendirildiğinde çimlenme oranı ve çimlenme hızının tuz konsantrasyonu arttıkça azaldığı woodland sage (*S. nemorosa*) türünün en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir. Ortalama günlük çimlenme değerinin üç tür içinde 25 mM tuz uygulamasından elde edildiği tepe değeri ve çimlenme değerleri için en iyi sonuçları lilac sage (*S. verticillata*) türünün verdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tuz, Tolerans, Konsantrasyon, Etki, Çıkış, Tohum

1. Introduction

Soil salinization, usually occurring in arid and semi-arid areas, is a major problem in our country as well as in the world. Salinity, one of the abiotic stress factors, impacts the soil's structural structure and causes productivity to decline. Whereas the water at the optimum level in the environment ensures plant growth, soil salinity affects plant water intake and reduces plant yield and quality. The response of the plants to salt stress varies depending on the form and amount of salt being applied and the plant type and variety (Yilmaz et al., 2011); (Shavrukov, 2013); (Arslan and Aydinoglu, 2018); (Tiryaki, 2018). Reaction to salt applications varies depending on the plant (Pastori and Foyer, 2002); (Bartels and Sunkar, 2005). These variations refer not only to different species but to varieties of the same species as well (Munns, 2002); (Turhan and Seniz, 2010); (Onal Asci and Uney, 2011).

Since improving salty soils is difficult and not economical growing salt-resistant plants is very important in the assessment of salty soils (Turhan and Seniz, 2010); (Onal Asci and Uney, 2011). Salinity which is one of the abiotic stress factors restricting the growth and development of plants that define the geographical distribution of medicinal and aromatic plant species (Vriezen et al., 2007), affects medicinal and aromatic plants in various physiological periods such as germination, seedling and maturation (Mondal and Kaur, 2017). Camlica and Yaldiz (2017) found in their study that as salt concentrations increased basil germination time, shoot and root length decreased. In other studies investigating the effect of salt stress it has been stated that different salt concentrations negatively affect the wet and dry weight of the plant, stem and shoot development (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006); (Akbari et al., 2007); (Mahdavi et al., 2007); (Hamidi and Safarnejad, 2010).

To date, there have been several studies conducted to determine the impact of salt stress and it has been concluded that salinity affects germination. The cultivation of medicinal and aromatic plants with an economic value in troublesome soils such as salinity would both ensure soil productivity and increase farmers' earnings. In the study conducted with this assumption the goal was to determine the response of various sage species in germination biology parameters at different salt concentrations.

2. Materials and Methods

In the study carried out in 2020 under controlled conditions (25 ± 1 ° C); on the sage tea species obtained from Atatürk Horticultural Central Research Institute, woodland sage (*Salvia nemorosa* L.), lilac sage (*Salvia verticillata* L.) and common sage (*Salvia officinalis* L.) seven different salt concentrations (0, 25, 50, 75, 100, 125, 150 mM) were applied 10 mm NaCl solutions were added to petri dishes. The seeds sterilized with sodium hypochlorite (5%) were left to germinate. The germinated seeds (reaching 2 mm radicle size) were counted and removed from the environment (Prado et al., 2000). In the study, germination rate (%), germination time (days), average daily germination, peak value and germination value were examined (Czabator, 1962); (Ellis and Roberts, 1981); (Gairola et al., 2011).

$$\text{Germination percentage (GP)} = \frac{n}{\Sigma n} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

n = Number of germinated seeds

Σn = Total number of seeds

$$\text{Germination speed (GS)} = \frac{n_1}{t_1} + \frac{n_2}{t_2} + \dots \quad (\text{Eq.2})$$

n_1, n_2, \dots are the number of germinated seeds at times t_1, t_2, \dots (in days)

$$\text{Mean daily germination (MDG)} = \frac{\text{Total number of germinated seeds}}{\text{total number of days}} \quad (\text{Eq.3})$$

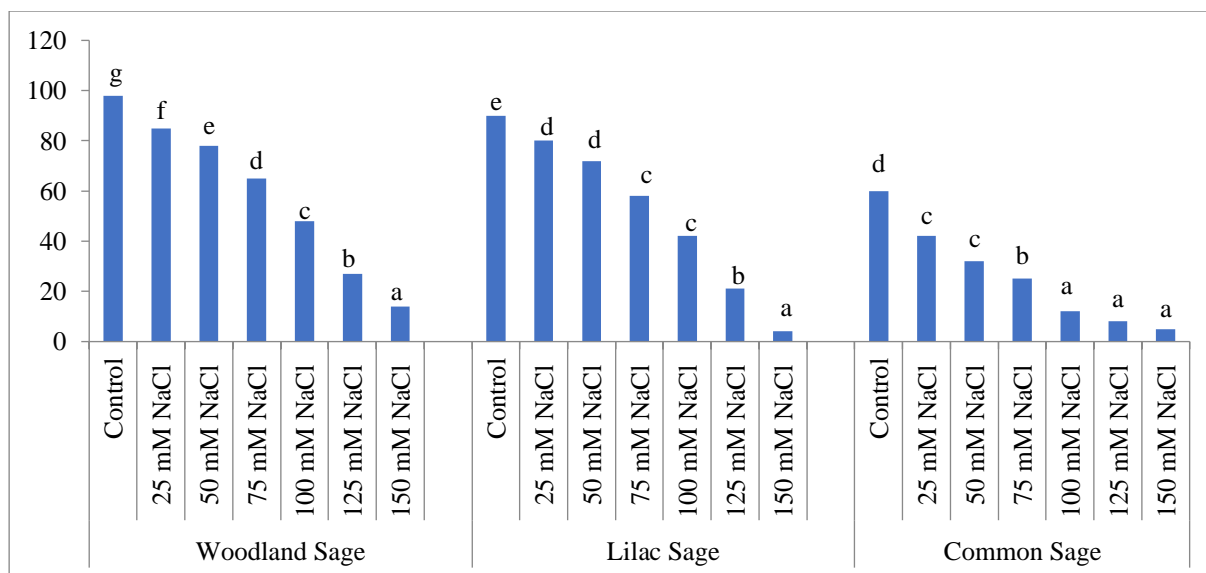
$$\text{Peak Value (PV)} = \frac{\text{highest seed germinated}}{\text{number of days}} \quad (\text{Eq.4})$$

$$\text{Germination Value (GV)} = \text{MDG} \times \text{PV} \quad (\text{Eq.5})$$

The study results were statistically tested using variance analysis and duncan multiple comparison tests (5%) (Dowdy and Wearden, 1983).

3. Results and Discussion

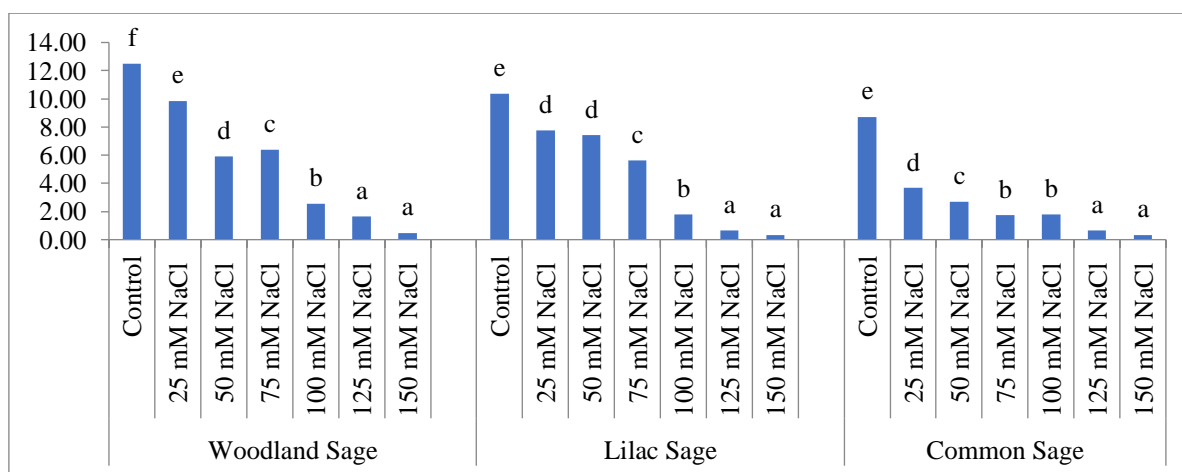
In the study carried out, all applications on sage species at 1% ($P \leq 0.01$) all applications were important for the sage species. Salt stress has been determined to be effective on GP (Eq.1), there is no difference between the species and as the salt concentration rises, the GP value decreases with the highest value at woodland sage (85%), followed by lilac sage (80%) and common sage (42%), respectively (Figure 1).



There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P \leq 0.01$).

Figure 1. Effect of salt stress on GP in sage species

It was seen that GS (Eq.2) values in all three species decreased as the salt concentration increased. The woodland sage species gave the best result with 9.85 days in the application of 25 mM salt while the lilac sage and common sage species had the lowest values with 150 mM of salt application with 3 days (Figure 2).

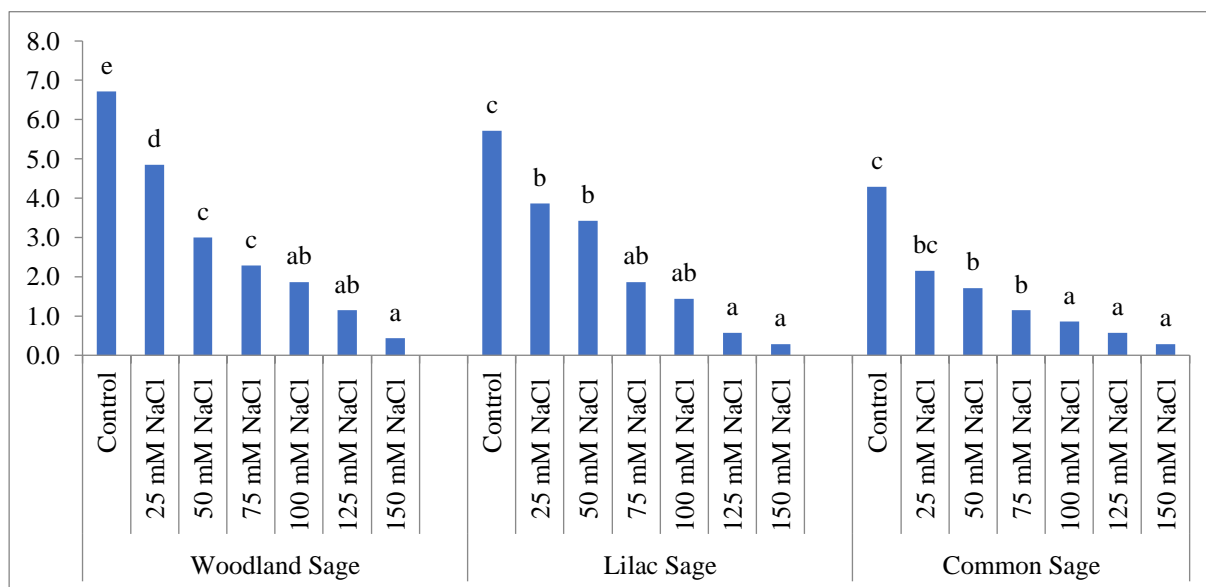


There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P \leq 0.01$).

Figure 2. Effect of salt stress on GS in sage species

When we examined the impact of salt stress on MDG (Eq.3), we determined that there was no difference between species. In woodland sage, lilac sage and common sage species, as the salt concentration increased, MDG

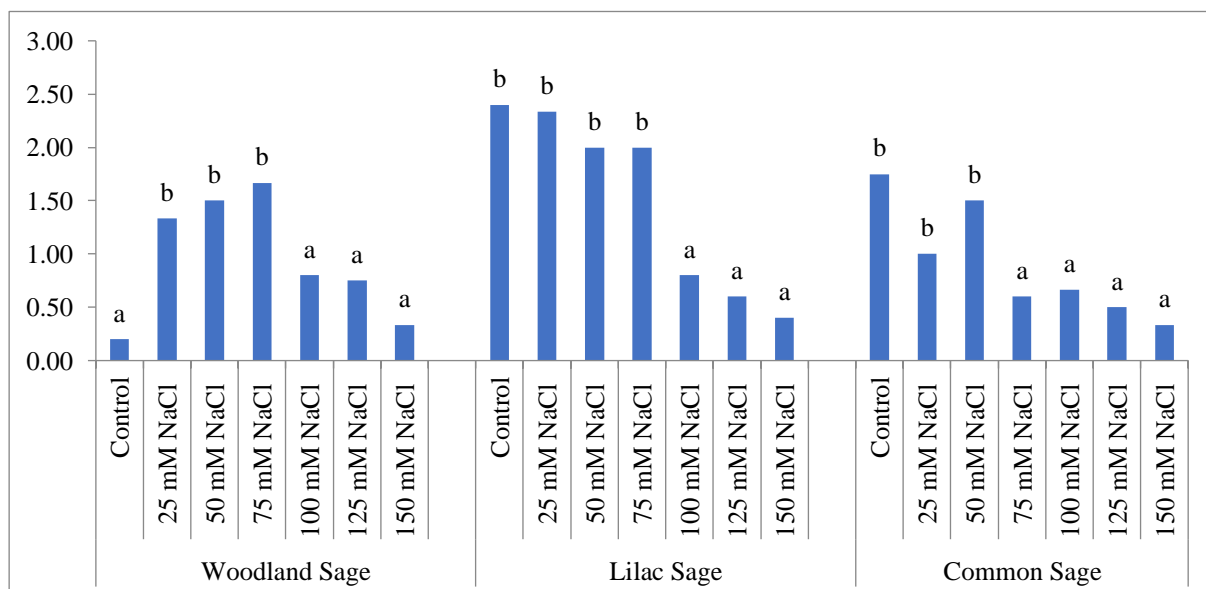
was negatively affected and 25 mM of salt application provided the best results compared to the control in all three varieties (Figure 3).



There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P \leq 0.01$)

Figure 3. Effect of salt stress on MDG in sage species

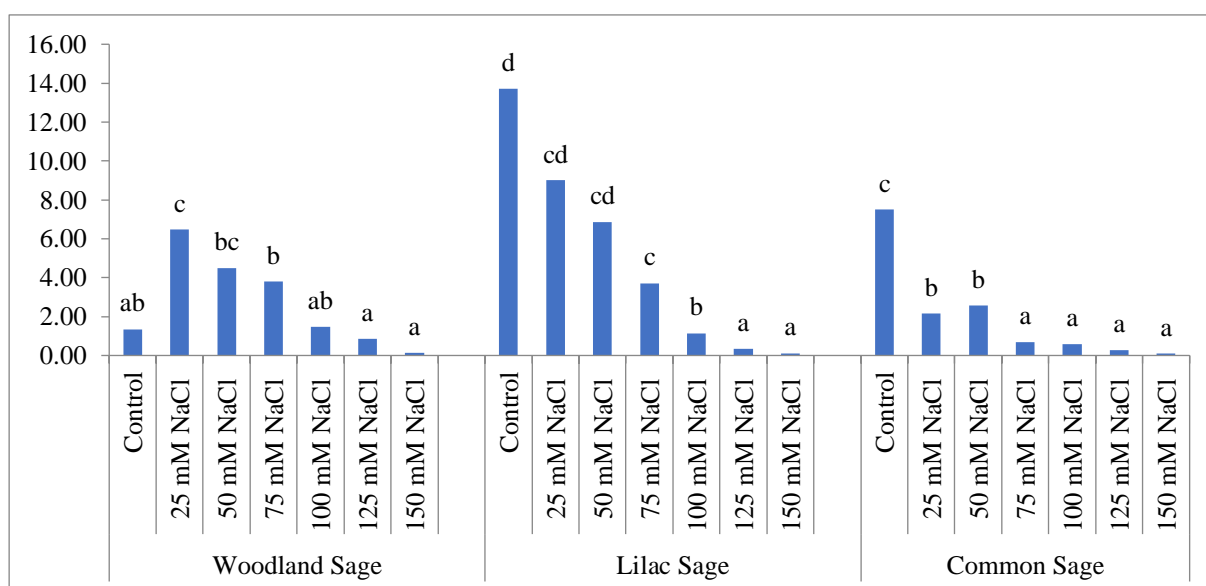
Concerning PV (Eq.4), it was observed that the lilac sage species gives the best results and the applications on the woodland sage species give better results than the control. In 75 mM, 25 mM and 50 mM salt applications, species (woodland sage, lilac sage and common sage) obtained the values of 1.67, 2.33 and 1.50, respectively (Figure 4).



There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P \leq 0.01$)

Figure 4. Effect of salt stress on PV in sage species

In three species of sage, it was determined that 100 mM and 150 mM applications of salt stress had negative effects on GV (Eq.5) and lilac sage species gave the best results. 25 mM salt application in woodland sage and lilac sage type had the highest values with 6.45 and 9, whereas in common sage type, 50 mM salt application had the highest value with 2.57 (Figure 5).



There is no difference between the mean shown on bars in the same letter ($P \leq 0.01$).

Figure 5. Effect of salt stress on GV in sage species

Salt stress and drought stress can also be confused with symptoms such as plant growth regression, slowing of growth in plant vegetative parts. The element "salt" may have a detrimental effect on plants and cause plant nutritional irregularities. Salinity in the soil can be addressed in various ways. These can be listed as providing sufficient drainage, washing the soil with water with a low salt concentration, or growing salt-tolerant plants. It is also very important to determine and grow medicinal and aromatic plants that can be cultivated in different topographies and problem areas, particularly in marginal areas, with various programs and that can tolerate environments such as saltwater or salty soil. The selection and development of plants whose reactions to salt are determined with such studies also gain importance. The data we obtained in this study conducted with three different species of sage show similarities with the results of other studies. In a study examining the impact of various salt applications (0, 50, 100, 150 and 200 mM) on the growth of sage (*Salvia officinalis* L.), which has an important position among medicinal and aromatic plants, it was determined that plant height, wet and dry root weight, wet and dry leaf weight, wet and dry stem weight were changed. Concerning the cultivation of sage in saline areas, adaptation studies on different species and varieties has been recommended (Kulak, 2011). In another study, it was reported that different salt concentrations, did not affect the sage growth much up to 100 mM salt level, but at amounts above this salt level, plant growth was negatively affected (Camlica et al., 2019). In another analysis, different salt concentrations (0, 5, 10, 20, 40, 80, 160 μ g NaCl) were added to seeds of sage (*Salvia officinalis* L.), black cumin (*Nigella sativa* L.) and flax (*Linum usitatissimum* L.) and it was reported that as the salt concentration increases, the amount of germination, germination rate, shoot and root length in these plants decreases (Yaldiz et al., 2016); (Kiremit et al., 2017). Seed germination and seedling development stage of plants is the most sensitive stage to salinity. Salt stress causes negative physiological and biochemical changes in germinated seeds. It has been reported that salt stress affects medicinal plants in three different physiological phases (germination, seedling and maturation and production periods) (Mondal and Kaur, 2017). In other studies, it was found that their tolerance to salt stress among plant species was different (Akçay and Tan, 2019); (Okcu, 2020); (Dadasoglu et al., 2020). A research study investigating the impact of concentration of NaCl on plant growth in *Salvia officinalis* determined that the application of 100 mM of NaCl reduced plant growth (Ben Taarit et al., 2010). Salinity delays or prevents germination of seeds by various factors such as reducing water content, making changes in the mobilization of stored reserves and affecting the structural organization of proteins (Ibrahim, 2016). Salinity significantly affects seed germination, seedling and plant growth (Kolsarici et al., 2005). In the study investigating the effects of 40 mM and 80 mM salt conditions on *Plectranthus scutellarioides*, it was determined that growth parameters and photosynthetic pigment concentration decreased, and anthocyanin and free proline

accumulation increased (Hawrylak-Nowak et al., 2019). In a study investigating the effect of increased salt stress on the oil (EO), phenolics and diterpene content of the leaves of sage tea, it was concluded that the effective substances in sage tea can be manipulated with salt stress applied for 4 weeks with 0, 50, 75, and 100 mM salt stresses (Tounekti and Khemira, 2015). In aquaculture, fatty acids were analyzed in sage teas (*S. officinalis*) grown under salt stress. It was concluded that the salt application (100 mM) reduced plant growth by 61% and the total fatty acid amount by 32%, and that sage was a moderately salt tolerant species (Ben Taarit et al., 2010). The effects of different doses of salt stress on plant growth were investigated, and it was reported that plant growth (42%), K uptake and plant water content decreased and Na uptake increased in the application of 75 mM NaCl (Ben Taarit et al., 2011). The effects of salt stress and kinetin application on plant growth, photosynthetic pigments, phenolic compounds and alpha tocopherols in sage (*S. officinalis*) were investigated and it was stated that the effects of salt stress can be improved by the application of kinetin in arid and semi-arid regions (Tounekti et al., 2011). In another study, examining the effects of the application of saline water during the germination period on the saline tolerance and morphological characteristics of linen, artichoke, safflower, and echinacea seeds, it was determined that linen and safflower seeds had more tolerance against salt stress when compared to echinacea and artichoke seeds and germination rate, offshoot and radicle lengths and plant dry weight characteristics of all plants decreased with the increasing salinity (Gholizadeh et al., 2016).

Based on the data obtained from the study, it was found that as salt concentrations increased, sage species had a negative effect on seed germination parameters. In all three species, it was determined that 100 and 150 mM salt applications had a decreasing effect on seed germination biology and the tolerance of woodland sage and lilac sage to salt stress was higher than common sage species.

4. Conclusions

Soil salinity can adversely affect the biology of plant growth, water uptake and germination of seeds. Climate conditions, impermeable layer of soil, erosion, improper irrigation methods, etc. cause salinity and deterioration of soil. As it is difficult and expensive to upgrade salty soils, it is extremely important to identify and grow plants that are suitable for those types of soil. In this study, which aimed to determine the salt stress tolerance of sage species, which is a medicinal and aromatic plant with a high economic value, it was determined that there was no difference between species, 25 mM salt application gave better results compared to others and the common sage (*S. officinalis* L.) species was more affected by salt stress than other species. Considering all the factors examined, woodland sage (*S. nemorosa* L.) can be thought as the most tolerant sage species to salt stress. Also can be thought in stress conditions can be use especially in regions where salinity is difficult to eliminate. Therefore it is thought that *Salvia* species can be an alternative to be used in breeding programs, that species can be developed by taking them into field trials and will help the development of sage production in salty areas.

References

- Akbari, G., Sanavy, S.A., Yousefzadeh, S. (2007). Effect of auxin and salt stress (NaCl) on seed germination of wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 10 (15): 2557-2561.
- Akcay, E., Tan, M. (2019). The effects of different salinity levels on root and shoot development in some quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) varieties. Atatürk Univ., J. of the Agricultural Faculty 50 (3): 292-298.
- Arslan, M., Aydinoglu, B. (2018). The effect of salinity (NaCl) stress on germination and early seedling growth in damson (*Lathyrus sativus* L.). Academic Journal of Agriculture 7(1):49-54.
- Bartels, D., Sunkar, R. (2005). Drought and Salt Tolerance in Plants. Critical Reviews in Plant Sciences 24: 23-58.
- Ben Taarit, M., Msaada, K., Hosni, K., Marzouk, B. (2010). Changes in fatty acid and essential oil composition of sage (*Salvia officinalis* L.) leaves under NaCl stress. Food Chemistry 119 (3): 951-956.
- Ben Taarit, M., Msaada, K., Hosni, K., Marzouk, B. (2011). Physiological changes and essential oil composition of clary sage (*Salvia sclarea* L.) rosette leaves as affected by salinity. Acta Physiologiae Plantarum 33 (1): 153-162.
- Czabator, F.J. (1962). Germination Value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Science 8; 386-395.
- Camlica, M., Yaldiz, G. (2017). Effect of salt stress on seed germination, shoot and root length in basil (*Ocimum basilicum*). International Journal of Secondary Metabolite 4 (3): 69-76.
- Camlica, M., Yaldiz, G., Ozen, F., Basol, A., Askin, H. (2019). Effects of selenium applications on salt stress in sage and mountain tea. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology 7(2): 29-35. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.29-35.3098>.
- Dadasoglu, E., Ekinci, M., Yildirim, E. (2020). Effects of salt stress on seed germination of chick pea (*Cicer arietinum* L.) and pea (*Pisum sativum* L.). Atatürk Univ. J. of Agricultural Faculty 51 (1): 53-62.
- Dowdy, S., Wearden, S. (1983). Statistics for Research. John Wiley and Sons Inc. New York, USA.
- Ellis, R.H., Roberts, E.T. (1981). The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science Technology 9 (2): 373-409.
- Gairola, K.C., Nautiyal, A.R., Dwivedi, A.K. (2011). Effect of temperatures and germination media on seed germination of *Jatropha curcas* Linn. Advances in Bioresearch 2 (2), 66-71.
- Gholizadeh, F., Manzari-Tavakkoli, A., Pazoki, A. (2016). Evaluation of salt tolerance on germination stage and morphological characteristics of some medicinal plants artichoke, flax, safflower and coneflower. International Journal of Farming and Allied Sciences 5(3), 229-237.
- Hamidi H., Safarnejad, A. (2010). Effect of drought stress on alfalfa cultivars (*Medicago sativa* L.) in germination stage. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 8 (6): 705-709.
- Hawrylak-Nowak B., Rubinowska, K., Molas, J., Woch, W., Matraszek-Gawron, R., Szczurowska, A. (2019). Selenium induced improvements in the ornamental value and salt stress resistance of *Plectranthus scutellarioides* (L.) R. Br. Folia Horticulturae 31(1): 213-221.
- Hosseini, H., Rezvani Moghadam, P. (2006). Effect of water and salinity stress in seed germination on isabgol (*Plantago ovata*). Iranian Journal of Field Crops Research 4 (1): 15-22.
- Ibrahim, E.A. (2016) Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. Journal of Plant Physiology, 192: 38-46. ISTA, 1996. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology. 24, ISSN: 0251-0952.
- Kiremit, M. S., Hacikamiloglu, M., Arslan, H., Kurt, O. (2017) The effects of different irrigation water salinity levels on germination and early seedling development of flax (*Linum usitatissimum* L.). Anadolu Journal of Agricultural Science 32: 350-357.
- Kolsarici, O., Kaya, M.D., Ustuner, N.D., Sarihan, E.O. (2005) The Effects of Different NaCl Concentrations on the Germination of Some Oil Plants Seeds. Turkey VI. Field Crops Congress. I, 553-556. Some Confectionary Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Genotypes. Journal of Agricultural Sciences 14, 230-236.
- Kulak, M. (2011). The effect of different salt applications on the development of sage (*Salvia officinalis* L.). (Master Thesis) Kilis 7 Aralık University. The Institute of Natural Sciences, Kilis, Turkey.
- Mahdavi, B., Sanavi, S., Balochi, H.R. (2007). The Effect of sodium chloride on the germination and seedling growth figures grass pea (*Lathyrus sativus* L.). Iranian Journal of Biology 20: 363-374.
- Mondal, H.K., Kaur, H. (2017). Effect of salt stress on medicinal plants and its amelioration by plant growth promoting microbes. International Journal of Bio-Resource and Stress Management 8 (2), 316-326.
- Munns, R. (2002). Salinity, Growth and Phytohormones, Salinity: Environment-Plants-Molecules, Published by Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0492-3, Dordrecht, The Netherlands, 522p.
- Okcu, M. (2020). Impact of salinity stress on germination and seedling development in feeding cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). Journal of the Institute of Science and Technology 10(1): 669-676.
-

-
- Onal Asci, O., Uney, H. (2016). Effect of different salt concentrations on germination and plant growth in hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz). *Academic Journal of Agriculture* 5(1), 29-34.
- Pastori, G.M., Foyer, C.H. (2002). Common components, networks, and pathways of cross-tolerance to stress. The central role of "redox" and abscisic acid-mediated controls. *Plant Physiology* 129: 460-468.
- Prodo, F.E., Boero, C., Gallardo, M., Gonzalez, J. A. (2000) Effect of NaCl on germination growth and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* (wild) seeds. *Bot Bull Acad Sin* 41; 27-34.
- Shavrukov, Y. (2013). Salt stress or salt shock: which genes are we studying? *Journal of Experimental Botany* 64(1): 119-27.
- Tiryaki, İ. (2018). Adaptation mechanisms of some field crops to salt stress. *Kahramanmaraş Sutcu Imam University Journal of Agriculture and Nature* 21(5):800-808.
- Tounekti, T., Hernandez, I., Muller, M., Khemira, H. & Munne-Bosch, S. (2011). Kinetin applications alleviate salt stress and improve the antioxidant composition of leaf extracts in *Salvia officinalis*. *Plant Physiology and Biochemistry* 49 (10): 1165-1176.
- Tounekti, T., Khemira, H. (2015). NaCl stress-induced changes in the essential oil quality and abietane diterpene yield and composition in common sage. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology* 4 (3): 208-216.
- Turhan, A., Seniz, V. (2010). Salt tolerance of some tomato genotypes grown in Turkey. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 8(3-4): 332-33.
- Vriezen, J.A.C., Bruijn, F.J., Nusslein, K. (2007). Responses of rhizobia to desiccation in relation to osmotic stress, oxygen, and temperature. *Applied and Environmental Microbiology* 73: 3451-3459.
- Yaldiz, G., Camlica, M., Ozen, F. (2016). Effect on the Germination of Some Medicinal and Aromatic Plants of Different Salt Concentrations. *2nd International Conference on Science, Ecology and Technology*. 14-16 October, p. 698-705. Barcelona, İspanya.
- Yilmaz, E., Tuna, A.L., Burun, B. (2011). The tolerance strategies developed by plants against the effects of salt stress. *Celal Bayar University Journal of Science* 7(1): 47-66.

Siyah Alaca Süt Sığırlarında Mevsim ve Laktasyon Sırasının Sütün Bileşimi ve Kalitesine Etkisi

The Effects of Season and Lactation Number on The Composition and Quality Of Holstein Cattle Raw Milk


Ahmet Refik ÖNAL^{1*}, Mahmut ÖZKAN^{2**}, Yahya Tuncay TUNA³

Özet

Bu araştırmada, Siyah Alaca ırkı süt sığırlarından elde edilen sütlerin Somatik Hücre sayıları (SHS) tespit edilerek, SHS'nın mevsim ve laktasyon sırasına göre değişimi ile süt verimi ve süt kalitesine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla 30 baş sağmal ineğin bir yıl boyunca her ay alınan sütleri değerlendirilmiştir. Alınan süt örnekleri 250 ml'lik numune kaplarına doldurulmuş ve +4 C soğuk zincir ile laboratuvara götürülerek analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında süt örneklerinin protein, yağ, kuru madde, laktoz, oranları ve Somatik Hücre Sayıları Bentley Merkim Nexgen Series Model 1 cihazı ile otomatik olarak yapılmıştır. Laktasyon sırasına göre süt bileşenlerinden oransal yağ, protein, kurumadde ve ortalama günlük verimleri arasında istatistik olarak fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Laktasyon sırasına göre sütlerin % laktoz ve SHS içerikleri bakımından istatistik fark olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$). Sütlerin SHS içerikleri incelendiğinde en yüksek SHS 4. laktasyon (928.30 ± 117.93) ve en düşük SHS içeriğine sahip sütlerin 1. laktasyondaki (356.47 ± 50.55) hayvanlardan elde edildiği, yine mevsime göre SHS içerikleri en yüksekten en düşüğe sırasıyla kış (1003.88 ± 83.53), ilkbahar (877.63 ± 97.43), sonbahar (575.81 ± 63.97) ve yaz (212.36 ± 17.94) mevsimlerine ait olduğu gözlenmiştir. SHS ile süt verimi arasında tüm gruplarda negatif yönlü bir ilişki olduğu ve 2., 3. ve 4. laktasyonda ise bu ilişkinin önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$). Araştırma sonucunda, laktasyon sırası ve mevsime göre Siyah Alaca ırkı sığırlarda SHS ile süt verimi arasında genel olarak negatif yönlü bir ilişki olduğu, bu ilişkinin 1. Laktasyon ve yaz mevsimi hariç diğer tüm guruplarda önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Çiğ sütlerin SHS içerikleri değerlendirildiğinde 1. laktasyon grubu ile yaz mevsimi gurubu hariç diğer tüm guruplarda Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt Tebliği'ne göre belirtilen eşik değer üzerinde olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Somatik Hücre Sayısı, Siyah Alaca, Süt Kalitesi, Süt Verimi, Süt İçeriği

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Ahmet Refik Önal, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü 59030 Tekirdağ-Türkiye. E-mail: aronal@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-9125-7412

²Mahmut ÖZKAN, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootečni ABD 59030 Tekirdağ-Türkiye. E-mail: m_ozkan_@hotmail.com  ORCID: 0000-0002-3730-2286

³Yahya Tuncay TUNA, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü 59030 Tekirdağ-Türkiye. E-mail: yttuna@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-4074-2282.

Atıf/Citation:Önal A.R., Özkan M., Tuna Y.T. Siyah Alaca Süt Sığırlarında Mevsim ve Laktasyon Sırasının Sütün Bileşimi ve Kalitesine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (2), 368-374.

**Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden özetlenmiştir.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2021

Abstract

The aim of this study was to determine the Somatic Cell Count of raw milk which obtained from Holstein-Frisian dairy cow milk and determine the effects of season and lactation number on the composition and quality of raw milk. Milk samples were collected monthly during one year from 30 Holstein-Frisian dairy cow. The fresh milk samples were collected in 250 ml flasks and delivered to laboratory at a temperature of 4 °C cold chain and analyzed. The fat, protein, lactose, dry matter rate and Somatic Cell Count of raw milk samples were automatically performed with Bentley Merkim Nexgen Series Model 1 device. While no significant differences were found in % fat, % protein, % dry matter and average daily milk according to lactation number ($p>0.05$), The differences determined in %lactose and SCC ($p<0.01$) were significant. The highest SCC content of raw milk was observed in the 4th lactation (928.30 ± 117.93) and lowest in 1st lactation (356.47 ± 50.55). According to the seasons the SCC observed from highest to lowest were in winter 1003.88 ± 83.53 , in spring 877.63 ± 97.43 , in autumn 575.81 ± 63.97 and in summer 212.36 ± 17.94 . Negative correlation coefficients observed between SCC and daily milk yield of all lactations, however the correlation coefficient in first lactation was not significant different from 0. The study indicated, that were negative relationships between SCC and daily milk yield, except in first lactation and summer. It has been observed that all groups of SCC are above the threshold value specified in the Turkish Food Codex Raw Milk notification, except 1st lactation and the summer.

Keywords: Somatic Cell Count, Holstein, Milk Quality, Milk yield, Milk composition

1. Giriş

Günümüzde çoğu gelişmiş ülkede, somatik hücre sayısı süt kalitesinin ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Somatik hücre sayısı mastitis kontrolü ve meme sağlığının ıslahı için dolaylı bir özellik olarak ele alınmaktadır. Sütteki somatik hücre sayısını etkileyen önemli neden memenin enfeksiyonudur. Bunun dışında laktasyon dönemi, mevsim, yaş, laktasyon sırası gibi faktörler de SHS üzerine etki eden faktörlerdir. Koç (2004) yaptığı çalışmada laktasyonun başlangıç ayındaki hayvanlardan elde edilen sütlerdeki SHS miktarının diğerlerine göre biraz daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Kennedy ve ark. (1982) ile Gökçe (2011) tarafından yapılan çalışmalarda SHS'nin laktasyonun başlarında en yüksek seviyede olduğu, daha sonra yirmi beşinci ve kırk beşinci günler arasında hızla düştüğü ve laktasyonun sonuna kadar bir artış eğiliminde olduğu bildirilmiştir. Şahin ve Kaşıkçı (2014), artan SHS'nin süt laktoz, protein ve YKM içeriğini anlamlı olarak etkilediğini bildirmişlerdir. Özdede (2009), farklı mevsimlerdeki SHS'lar arasındaki farklılığın önemli olduğunu bildirmiştir. Kaşıkçı (2012) yapmış olduğu bir çalışmada sütün laktoz içeriği ile SHS arasındaki ilişkinin negatif yönde anlamlı olduğunu bildirirken, protein ve SHS arasındaki ilişkinin önemsiz olduğunu bildirmiştir. Aynı çalışmada sütün kuru madde ve protein içeriği ile SHS arasındaki ilişkinin negatif yönlü olduğunu bildirmiştir.

Çiğ süt kalite kriterlerinden biri olan Somatik Hücre Sayısının Türk Gıda Kodeksinin (TGK) 2000/6 No'lu "Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri" Tebliği'ne göre çiğ inek sütlerinin bir ml'sindeki somatik hücre sayısının 500.000 ad/ml ve altında olması gerektiği bildirilmektedir (Anonim, 2000).

Yapılan bu çalışmada Siyah Alaca ırkı ineklerden elde edilen sütlerin SHS içerikleri tespit edilerek, SHS'nin laktasyon sırası ve mevsime göre değişimi ortaya konarak sütün besin madde içerikleri ile süt verimi arasındaki ilişki incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada, Siyah Alaca ırkı süt sığırlarına sahip bir işletmede 30 baş ineğe ait süt örnekleri değerlendirilmiştir. İşletmeden bir yıl boyunca ayda bir kez akşam sütlerinden numune alınmıştır. Alınan süt örnekleri 250 ml'lik numune kaplarına doldurulmuş ve +4 C soğuk zincir ile laboratuvara götürülerek analiz edilmiştir.

Protein, kuru madde, yağ, laktoz ve somatik hücre sayıları Bentley Nexgen serisi Model 1 cihazı ile otomatik olarak yapılmıştır (Anonim, 2020). Araştırmadan araştırma verilerinin değerlendirilmesinde SPSS (15.0) yazılımı kullanılmıştır. Özelliklere ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Laktasyon sırası ve mevsimin etkisinin analizinde ANOVA kullanılmıştır. Çoklu karşılaştırmalar ise Duncan testi ile yapılmıştır.

3. Araştırma Bulguları ve Tartışma

3.1. Laktasyon sırasının etkisi

Laktasyon sırasına göre Siyah Alaca ırkı ineklerden elde edilen verilere ilişkin tanımlayıcı istatistikler *Tablo 1*'de verilmiştir.

Laktasyon sırasına göre süt bileşenlerinden yağ, protein, kurumadde oranları ve günlük süt miktarları arasında istatistik fark olmadığı gözlenmiştir ($p>0.05$). Laktasyon sırasına göre Siyah Alaca sığırları için sütün içerdiği en düşük yağ oranı 4. laktasyonda (3.61 ± 0.058), en yüksek ise 3. laktasyonda (3.67 ± 0.057) olduğu gözlenmiştir. En yüksek protein ve kurumadde içerikleri sırasıyla 3 laktasyon (3.30 ± 0.034) ve 4. laktasyondaki (3.04 ± 0.108) hayvanlardan elde edilen sütlerde olduğu belirlenmiştir. Laktasyon sırasına göre sütlerin laktoz ve SHS içerikleri bakımından istatistik farkın önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$). Laktoz içeriği en yüksek 2. laktasyon (4.76 ± 0.019) ve en düşük 3. laktasyondaki (4.51 ± 0.043) hayvanlardan elde edilen sütlerde olduğu belirlenmiştir. SHS içerikleri değerlendirildiğinde en yüksek SHS değerine sahip sütlerin 4. laktasyon (928.30 ± 117.93) ve en düşük SHS içeriğine sahip sütlerin 1. laktasyondaki (356.47 ± 50.55) hayvanlardan elde edilen çiğ sütler için tespit edilmiştir. Araştırmacılar, laktasyon sırasının artması ile SHS'nda artış gösterdiğini bildirmişlerdir (Schutz ve ark., 1990; Göncü ve Özkütük, 2002; Çoban ve ark. 2007). Çalışmada elde edilen sonuçlar literatür kaynaklarında

belirtilen sonuçlar ile uyumludur. Eyduran ve ark. (2005) yaptıkları bir çalışmada SHS' nin 3. laktasyondaki hayvanlarda yüksek olduğunu bildirmiş ve yüksek olmasını ise bu hayvanların subklinik mastitis hastalığına yakalanma riskinin daha yüksek olması ile ilişkilendirmiştir. Bu sonuç bizim çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile benzerlik göstermemektedir.

Tablo 1. Sütlerin laktasyon sırasına göre içeriklerine ilişkin ortalama \pm standart hataları

Table 1. Means \pm standard errors of milk yield and milk components according to lactation numbers

Laktasyon Sırası	n	Yağ (%)	n	Protein (%)	n	Laktoz (%)
P		0.830		0.496		0.001
1	47	3.61 \pm 0.081	46	3.25 \pm 0.044	47	4.72 \pm 0.031c
2	177	3.66 \pm 0.045	170	3.25 \pm 0.023	178	4.76 \pm 0.019c
3	108	3.67 \pm 0.057	103	3.30 \pm 0.034	107	4.51 \pm 0.043a
4	91	3.61 \pm 0.058	86	3.29 \pm 0.034	92	4.63 \pm 0.028b
Toplam	423	3.65 \pm 0.028	405	3.27 \pm 0.016	424	4.66 \pm 0.016
Laktasyon Sırası	n	Kurumadde (%)	n	SHS (*1000 ad/ml)	n	Süt Verimi (litre/gün)
P		0.335		0,001		0,130
1	47	12.70 \pm 0.138	47	356.47 \pm 50.55a	47	23.87 \pm 0.196
2	179	12.96 \pm 0.090	178	509.48 \pm 42.81a	179	23.69 \pm 0.119
3	108	12.84 \pm 0.113	104	841.15 \pm 86.83b	108	24.06 \pm 0.183
4	92	13.04 \pm 0.108	89	928.30 \pm 117.93b	92	24.10 \pm 0.127
Toplam	426	12.92 \pm 0.055	418	663.97 \pm 39.44	426	23.89 \pm 0.077

* Aynı sütunda yer alan ve aynı harfi taşıyan değerler arasında fark önemli değildir (p>0.05)

3.2. Mevsimin etkisi

Mevsime göre süt bileşenlerinden süt yağı, süt proteini, süt kurumadresi, SHS ve ortalama günlük verimleri arasında (p<0.01) ve laktoz içerikleri bakımından (p<0.05) istatistik önemli fark olduğu gözlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Sütlerin mevsime göre içerikleri

Table 2. Composition of raw milk according to seasons

Laktasyon Sırası	n	Yağ (%)	n	Protein (%)	n	Laktoz (%)
P		0,001		0,001		0,05
Sonbahar	103	3.44 \pm 0.058b	105	3.17 \pm 0.030a	106	4.73 \pm 0.036b
Kış	97	3.66 \pm 0.050a	86	3.46 \pm 0.031c	95	4.59 \pm 0.037a
İlkbahar	117	3.75 \pm 0.062a	112	3.26 \pm 0.033b	117	4.66 \pm 0.031ab
Yaz	106	3.72 \pm 0.048a	102	3.22 \pm 0.024ab	106	4.66 \pm 0.021ab
Toplam	423	3.65 \pm 0.028	405	3.27 \pm 0.016	424	4.66 \pm 0.016
Laktasyon Sırası	n	Kurumadde (%)	n	SHS (*1000 ad/ml)	n	Ort. Günlük Süt Verimi (litre/gün)
P		0,01		0,001		0,001
Sonbahar	106	12.35 \pm 0.094a	102	575.81 \pm 63.97b	106	24.20 \pm 0.163a
Kış	97	12.94 \pm 0.082	95	1003.88 \pm 83.53c	97	23.56 \pm 0.144b
İlkbahar	117	13.50 \pm 0.103c	115	877.63 \pm 97.43c	117	23.56 \pm 0.120b
Yaz	106	12.83 \pm 0.123b	106	212.36 \pm 17.94a	106	24.25 \pm 0.174a
Toplam	426	12.92 \pm 0.055	418	663.97 \pm 39.44	426	23.89 \pm 0.077

** Aynı sütunda yer alan ve aynı harfi taşıyan değerler arasında fark önemli değildir (p>0.05)

Mevsime göre sütlerin en düşük süt yağ içeriği sonbahar mevsiminde (3.44 ± 0.058) ve en yüksek yaz mevsiminde (3.72 ± 0.048) olduğu gözlenmiştir. En yüksek % protein ve % kurumadde içerikleri sırasıyla kış mevsimi (3.464 ± 0.031) ve ilkbahar mevsiminde (13.50 ± 0.103) hayvanlardan elde edilen sütlerde olduğu belirlenmiştir. Mevsimlere göre sütlerin SHS içerikleri en yüksekten en düşüğe sırasıyla kış (1003.88 ± 83.53), ilkbahar (877.63 ± 97.43), sonbahar (575.81 ± 63.97) ve yaz (212.36 ± 17.94) mevsimlerine ait olduğu gözlenmiştir. Ortalama günlük süt verimleri değerlendirildiği yıllık ortalamanın (23.89 ± 0.077) olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar en yüksek SHS değerlerinin yaz aylarında olduğunu bildirmişlerdir (Göncü, 2000; Göncü ve Özkütük, 2002; Eyduran ve ark., 2005; Özdede, 2009; Gökçe, 2011; Aytekin ve Boztepe, 2014).

Bu araştırmada ise mevsime göre süt SHS içeriği en düşük ortalamaların yaz mevsiminde olduğu gözlenmiştir. Özdede (2009)'nin aktardığına göre Çoban ve ark. (2007)'nin yaptıkları çalışmada ineklerden kış mevsiminde alınan sütlerde, yaz mevsiminde alınan sütlerle göre daha yüksek somatik hücre sayısına sahip olduklarını bildirmişlerdir. Araştırmada kış mevsimindeki SHS'ndeki artışın hayvanların yazın meradan aldıkları epitelyum koruyucu özelliği olan vitamin A'yı yeterince alamadıklarından kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir. Belirtilen sonuçlar araştırma sonuçları ile uyum göstermektedir.

3.3. SHS ile süt bileşenleri arasındaki ilişki

Laktasyon sırası ve mevsime göre Siyah Alaca ırkından elde edilen sütlerdeki SHS içeriği ile süt verim ve bileşenleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi için hesaplanan korelasyon katsayıları aşağıdaki *Tablo 3*'te verilmiştir. Laktasyon sırasına göre birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü laktasyon gruplarında SHS ile süt yağ oranı arasındaki ilişki sırasıyla $r=-0.14$, $r=-0.04$, $r=0.15$ ve $r=-0.12$ olarak hesaplanmış olup ilişkinin önemsiz olduğu gözlenmiştir ($p>0.05$). 3. Laktasyondaki hayvanlarda SHS ile süt protein oranı arasındaki ilişkinin pozitif yönlü ($r=0.35$) ve önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$). SHS ile laktoz içerikleri arasındaki ilişkinin tüm gruplar için önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$). SHS ile kurumadde arasındaki ilişkinin düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir ($p>0.05$). SHS ile günlük süt miktarı arasında tüm gruplarda negatif yönlü bir ilişki olduğu ve 2., 3. ve 4. laktasyonda ise bu ilişkinin önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$).

Mevsime göre SHS ile süt yağ oranı arasındaki ilişki yaz, sonbahar, kış ve ilkbahar için sırasıyla $r=0.17$, $r=0.13$, $r=-0.00$ ve $r=-0.13$ olarak hesaplanmış olup ilişkinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu gözlenmiştir ($p>0.05$). Mevsime göre SHS ile süt protein oranı arasındaki ilişki incelendiğinde yaz ($r=0.54$) ve ilkbahar ($r=0.32$) mevsimlerinde önemli bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($p<0.01$). SHS ile laktoz içerikleri arasındaki ilişki tüm laktasyonlar için negatif yönlü ve önemli olduğu gözlenmiştir ($p<0.01$). SHS ile kurumadde içerikleri arasında yaz ($r=0.60$) ve sonbahar ($r=0.20$) mevsimlerinde önemli bir ilişki gözlenmiş iken ($p<0.01$), kış ve ilkbahar mevsimleri için negatif yönlü ve önemsiz olduğu gözlenmiştir.

Somatik hücre sayısı ile süt verimi arasındaki ilişkinin belirlendiği bir çalışmada $r=0.023$ düzeyinde düşük pozitif yönlü ve önemsiz olduğunu (Gökçe, 2011), Schutz ve ark. (1990) SHS ile süt verimi arasında negatif bir ilişki bulunduğunu bildirmişlerdir. Araştırma bulguları ile bu araştırmanın bulguları arasında benzerlik olduğu gözlenmiştir. Şahin ve ark. (2014) Anadolu Mandalarında yaptıkları çalışmada SHS ile yağ, protein ve asitlik arasındaki ilişkinin pozitif yönde ve önemli olduğu bildirilmiştir. Önal ve Özder (2007) tank sütü SHS ile süt yağ, süt protein, yağsız kuru madde ve toplam bakteri içeriği arasındaki fenotipik korelasyon katsayıları sırasıyla $r=0.036$, $r=0.421$, $r=0.251$, $r=0.219$ olarak belirlemiştir (Önal, 2005).

Tablo 3. Laktasyon Sırası ve Mevsime göre SHS ile Süt Verim ve Bileşenleri Arasındaki İlişki**Table 3. Relationship between SCC and milk components according to lactation numbers and season**

		Yağ (%)	Protein (%)	Laktoz (%)	Kurumadde (%)	Ort. Günlük Süt Verimi (litre/gün)
Laktasyon Sırası	1	-0.14	0.32*	-0.63**	0.06	-0.18
	2	-0.04	-0.01	-0.30**	-0.01	-0.47**
	3	0.15	0.39**	-0.33**	0.17	-0.50**
	4	-0.12	0.35**	-0.45**	0.15	-0.26*
Mevsim	Yaz	0.17	0.54**	-0.67**	0.60**	-0.18
	Sonbahar	0.13	0.01	-0.20*	0.20*	-0.42**
	Kış	-0.00	0.04	-0.42**	-0.14	-0.36**
	İlkbahar	-0.13	0.32**	-0.55**	-0.07	-0.34**

**P<0.01 *P<0.05

4. Sonuç

Araştırma sonucunda, laktasyon sırası ve mevsime göre Siyah Alaca ırkı sığırlarda SHS ile süt verimi arasında genel olarak negatif yönlü bir ilişki olduğu, bu ilişkinin 1. laktasyon ve yaz mevsimi hariç diğer tüm gruplarda önemli düzeyde olduğu belirlenmiştir. Çiğ sütlerin SHS içerikleri değerlendirildiğinde 1. laktasyon grubu ile yaz mevsimi gurubu hariç diğer tüm gruplarda belirlenen SHS içerikleri Türk Gıda Kodeksi (TGK) 2000/6 No'lu "Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri" Tebliği'ne göre belirtilen eşik değer üzerinde olduğu gözlenmiş olup bu durumun da önemli bir kalite sorunu olarak öne çıktığı söylenebilir. SHS dünyada çiğ süt kalite kriteri olarak kullanılan en önemli faktörlerden biridir. Ülkemiz de dünyaca kabul edilen ve olması gereken eşik değerlerin yakalanabilmesi için öncelikle üreticilerin meme ve sağım hijyeni konularında bilinçlendirilmesi ve hijyen kurallarına uyulması gerektiği söylenebilir.

Kaynakça

- Anonim (2000). Türk Gıda Kodeksi, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Tebliğ No:2000/6.
- Anonim (2020). About Bentley Instruments. <ftp://ftp.bentleyinstruments.com/Marketing/BentleyFTS/BentleyNextGenfinal.pdf> (Erişim tarihi:24.11.2020).
- Aytekin, İ., Boztepe, S. (2014). Süt Sığırlarında Somatik Hücre Sayısı, Önemi ve Etki Eden Faktörler, Türk Tarım Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, (2): 112-121.
- Çoban, Ö., Sabuncuoğlu, N., Tüzemen, N. (2007). Siyah Alaca ve Esmer ineklerde somatik hücre sayısına çeşitli faktörlerin etkisi. Lalahan Hay. Araş. Ens. Derg, 47, 15-20.
- Eyduran, E., Özdemir, T., Yazgan, K., Keskin, S. (2005). Siyah Alaca İnek Sütündeki Somatik Hücre Sayısına Laktasyon Sırası ve Dönemin Etkisi, YYÜ Vet Fak Derg. 2005, 16 (1):61-65
- Gökçe, G. (2011). Çukurova Bölgesi Entansif Süt Sığırı İşletmelerindeki İlkine Doğuran Siyah Alacalarda Somatik Hücre Sayısına Etki Eden Bazı Tip, Sağlık ve Amanejman Özellikleri Arası İlişkiler, (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana
- Göncü, S. (2000). *Adana Entansif Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yetiştirilen Saf ve Melez Siyah Alaca İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısına Etki Eden Faktörler ve Mastitis ile İlişkisi*, (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Adana
- Göncü, S., Özkütük, K. (2002). Adana Entansif Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Yetiştirilen Saf ve Melez Siyah Alaca İnek Sütlerinde Somatik Hücre Sayısına Etki Eden Faktörler ve Mastitis ile İlişkisi, Hayvansal Üretim 43(2): 44-53 (2002)
- Kaşıkçı, M. (2012). *Sivas İli Yıldızeli İlçesinde Halk Elinde Yetiştirilen Esmer Sığırların Çiğ Süt Kompozisyonu ve Somatik Hücre Sayısının Belirlenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tokat
- Kennedy, B W., Sethar, M S., Moxley, J E., Downwy, B R. (1982). Heritability of somatic cell count and its relationship with milk yield and composition in Holsteins. Journal of Dairy Science, 65, 843-847.
- Koç, A. (2004). Aydın'da yetiştirilen Siyah-Alaca ve Esmer ırkı sığırlarda sütteki somatik hücre sayısının değişimi. 4.Ulusal Zooteknik Kongresi. 1-3 Eylül. SDÜ Z.F. Zooteknik Bölümü, Isparta
- Önal, A R. (2005) *Trakya'da Özel Bir Süt İşleme Tesisi Tarafından Değerlendirilen Çiğ Sütlerin Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Bileşenlerinin Tespiti*, (Yüksek Lisans Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
- Önal, A R., Özder, M. (2007). Trakya'da özel Bir Süt İşleme Tesisi Tarafından Değerlendirilen Çiğ Sütlerin Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Bileşenlerinin Tespiti. Tekirdağ Ziraat Fak. Derg. 4(2): 195-199.
- Özdede, F. (2009). *Ankara İli Süt Sığırı Yetiştiricileri Birliğine Üye Süt Sığırı İşletmelerinde Üretilen Sütlerin Somatik Hücre Sayıları*, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara
- Sahin, A., Yıldırım, A., Ulutas, Z. (2014). Anadolu Mandalarında Bazı Çiğ Süt Parametreleri ile Somatik Hücre Sayısı Arasındaki İlişkiler. Tekirdağ Ziraat Fak. Derg. 11 (1), 114-121
- Schutz, M M., Hansen, L B., Steuernagel, G. R., Kuck, A. L. (1990). Variation of Milk Fat, Protein and Somatic Cells for Dairy Cattle. Journal of Dairy Science, Vol 73 No 2
- Şahin, A., Kaşıkçı, M. (2014) Esmer İneklerde Somatik Hücre Sayısı ve Bazı Çiğ Süt Parametreleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi, Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology 2(5):220