

jotaf

**Journal of Tekirdag
Agricultural Faculty**

Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi

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

Issue: 2
Volume: 17
2020

Journal Of Tekirdağ Agricultural Faculty

Sayı/Issue: 2 Mayıs/May 2020

ISSN: 1302-7050

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.

Dergi Hakkında/About the Journal

Adı/ Name

**Journal Of Tekirdağ Agricultural Faculty (Mayıs 2020/May 2020) ISSN:
1302-7050**

İmtiyaz Sahibi/Owner

Prof. Dr. Sezen ARAT

Yayın Kurulu/Editorial Management

Prof. Dr. Mustafa MİRİK (Baş Editör/Editor-in-Chief)

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Dr. Öğr. Üyesi Harun HURMA (Editör/Editor)

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Cansu ÖKSEL, Arş. Gör. (Editör/Editor)

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Editöryal Danışma Kurulu/Editorial Adviser Board

Prof. Dr. Mustafa MİRİK, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Fatih KONUKÇU, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Ali İhsan ACAR, Ankara Üniversitesi, Ankara

Prof. Dr. Bryan M. JENKIS, California University, Amerika

Prof. Dr. Peter KISS, Szent Istvan University, Macaristan

Prof. Dr. Eugenia BEZIRTZOĞLOU, University of Thrace, Yunanistan

Prof. Dr. Muhammet ARICI, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul

Prof. Dr. Adnan ORAK, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. Şule ARI, İstanbul Üniversitesi, İstanbul

Prof. Dr. Kasim BAJROVIC, Institute for Genetic Engineering and Biotechnology, Bosna Hersek

Prof. Dr. Zoran POPOVSKI, Cyril and Methodius University, Makedonya

Prof. Dr. Edo D'AGARO, University of Udine, İtalya

Prof. Dr. Tuğrul GİRAY, University of Puerto Rico, Amerika

Prof. Dr. Gamze SANER, Ege Üniversitesi, İzmir

Prof. Dr. Dimitar NIKOLOSKI, University of "St. Kliment Ohridski", Makedonya

Prof. Dr. Mariana IVANOVA, University of Agribusiness and Rural Development, Bulgaristan

Prof. Dr. Aydın ADILOĞLU, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Prof. Dr. M. Rüştü KARAMAN, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon

Prof. Dr. Hasan Ersin ŞAMLI, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Doç. Dr. Zubair ASLAM; University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan

Doç. Dr. Christos KARELAKIS, Democritus University of Thrace, Orestiada, Greece

Doç. Dr. Süreyya ALTINTAŞ, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Doç. Dr. Fulya ÖZDİL, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Doç. Dr. Fulya TAN, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Doç. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Dr. Öğr. Üyesi Nihal KILIÇ, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

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

Yayın Tarihi/Publication Date
Mayıs 2020/May 2020



İletişim/Correspondence
Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Telefon: +90 282 250 20 00/22 62
Web: <http://jotaf.nku.edu.tr/Anasayfa/0/s/8236/10965>
Elektronik posta: ziraatdergi@nku.edu.tr

İçindekiler / Contents

Ramifications of Households Non-farm Income on Agricultural Productivity: Evidence from Rural Area of Pakistan.....	108-123
Salamun RASHIDIN, Sara JAVED, Bin LIU	
Kaplanmış Yonca (<i>Medicago sativa</i> L.) Tohumlarının Kuraklık Stresi Koşullarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi	124-136
Teslime BIÇAKÇI, Elçin AKSU, Mehmet ARSLAN	
Tarımsal Kirliliğin Trakya Bölgesi Sucul Habitatları Üzerine Etkilerinin Temel Bileşen Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi: Makro ve Mikro Elementler – Ağır Metaller	137-148
Cem TOKATLI, İpek ATILGAN HELVACIOĞLU	
Artan Dozlarda Bakır Sülfat ve Azot Uygulamalarının Ekmeklik Buğdayda Verim ile Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalığına Etkileri.....	149-161
Muhammet Nurullah AKDAĞ, Mehmet ZENGİN	
The Effect of Emotional Commitment on Innovative Business Behavior in Agricultural Enterprises	162-171
Kemalettin AĞIZAN, Zeki BAYRAMOĞLU	
Laboratuvar Koşullarında <i>Tetranychus urticae</i> Koch ve Avcı Akar <i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias-Henriot 'e Bazı Pestisitlerin Etkilerinin İncelenmesi	172-179
Mustafa Hakan BALCI, Mehmet Ali İNANICI, Recep AY	
Potasyum Ve Çinkolu Gübrelemenin Enginarada Verim Ve Verim Unsurlarına Etkileri.....	180-190
Bilgehan ÖZTÜRK, Mehmet ZENGİN, Fatma GÖKMEN YILMAZ	
Determination of Physicochemical Properties and Antioxidant Capacity of Artichoke (<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>Scolymus</i> L.) Jam Produced from Different Cultivars	191-202
Feride DURMUS, Gulsah OZCAN-SINIR, Kubra Gizem SAHIN, Omer Utku ÇOPUR	
Yield and Quality of Two Soybean Cultivars in Response to Drought and N Fertilization	203-210
Oqba BASAL, Dr. András SZABÓ	
Hatay İli Havuç Ekim Alanlarında Bulunan Yabancı Ot Türleri, Yaygınlıkları, Yoğunlukları ve Durumlarının Değerlendirilmesi ...	211-228
İlhan ÜREMİŞ, Soner SOYLU, Şener KURT, E. Mine SOYLU, Erdal SERTKAYA	
Tarımsal Savaşmada Kullanılan Bazı İnektisitlerin Yumurta Parazitoiti <i>Trichogramma pintoi</i> Üzerine Yan Etkileri	229-238
Hatice DİNÇEL SAĞLAM, Nihal ÖZDER	
Tekirdağ İli Çorlu İlçesinde Kanola Üretim Alanlarında Görülen Zararlı Böcek Türleri Üzerine Araştırmalar	239-251
İkbal ALTIN, Nihal ÖZDER	
Determination of Yield and Quality of Different Snap Bean Varieties Under Deficit Irrigation	252-263
Sinan SÜHERİ, Noor Muqdad HUSSEIN HUSSEIN, Ertan Sait KURTAR, Nurcan YAVUZ, Yeşim DAL	
Determination And Antifungal Activities Of Laurel And Fennel Essential Oils Against Fungal Disease Agents Of Cypress Seedlings	264-275
Merve KARA, Soner SOYLU, Musa TÜRKMEN, D. Alpaslan KAYA	


Ramifications of Households Non-farm Income on Agricultural Productivity: Evidence from Rural Area of Pakistan

Salamun RASHİDİN¹, Sara JAVED², Bin LIU³


Abstract

In Pakistan, agriculture sector currently contributes up to 28 percent to in GDP. Due to the development of modern science and technology, rural household source of income is altering. Lots of research suggested that non-farm income is the main source of income for rural area. This study investigates the effects of non-farm income on agriculture productivity in Pakistan. The current research accumulated data from Pakistan Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15. Pakistan Federal Bauru of Statistics has developed its own sampling frame for rural and urban areas. Researcher used the Heckman's two-step procedure to tackle the problem of endogeneity and selection bias. The first phase of probit regression coefficient indicates that the availability of banks, motorable roads, forest, telecommunication substructure, montane grasslands and shrublands zone are substantial to clarify the non-farm income. On the other hand, the second stage of OLS regression exhibited a significant negative association between non-farm income and per-capita farm income.

Keywords: Agricultural Productivity; Non-farm income; Endogeneity

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Salamun Rashidin, China Institute for WTO studies, University of International Business and Economics, Beijing, China. E-mail: salamun.du@outlook.com  OrcID: 0000-0003-1273-8494

² Sara Javed, Scholar Department of Marketing, University of International Business and Economics, Beijing, China.. E-mail: sarawarriach@outlook.com  OrcID: 0000-0002-7234-7690

³ Bin Liu, China Institute for WTO studies, University of International Business and Economics, Beijing, China. E-mail: liubin@uibe.edu.cn  OrcID:0000-0002-8271-4941

Atıf/Citation: Rashidin, S., Javed, S, Liu, B. 2020. Ramifications of households non-farm income on agricultural productivity: evidence from rural area of Pakistan. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 108-123.

*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 2019

Agriculture sector of Pakistan accounts for 28 percent of the country's GDP (GoP, 2015). Rural household's source of revenue is changing day by day. Lots of research suggested that non-farm income is the main source of income for rural area (Ellis and Mdoe 2003). With the development of modern science household income expansion is becoming prevalent in the rural civilizations and people from rural areas are specialized on expanding household income. For this expansion, rural households earn extra income and develop their wellbeing (Dimova and Sen, 2010). In the present situation, non-farm income holds the attention of researchers to deepens their knowledge on this area and, in addition, on how and why households changed their income situation. This research also contributes to the enumerating the segment of non-farm income from the total income portfolio and also identifies the energetic factor to diversify exterior agriculture. This research also inspects evenhandedness and food security insinuations. Notional enlightenment assures that there is pull or push factor that changes the households (Ellis, 2000; Barrett et al., 2001). Contribution in non-farm income accomplishments is also the consequence of push and pull factors, because of the definite contribution of households in non-farm accomplishments relies on the incentive and capability to contribute and the existence of entry barriers (Reardon 1997).

These two conflicting forces regulate the influences of changing income sources. Most of the time, push factor is innate and frantic reason for change. It includes income risk management, long-term restraints, flattening household ingesting handling instruments (Ellis 2000; Barrett et al. 2001; Reardon et al. 2001). Lots of research has been done on pull factor, it attracts the households to the non-farm sector where they get more in return than farming. People of low income/ the poor are mostly interested in low risk rural non farming service even they know they might have low returns (Reardon et al. 2001). Unemployment and poverty is the main challenge for the policy makers in the existing developing nation. For the developing countries, agriculture is the principal source of income for rural households. In Pakistan, agriculture is the main contributor to the GDP, agriculturalists in Pakistan endure poverty. It's true that agriculture in Pakistan depends on rain fed (most of the provinces have water crisis, if not all) and farmers are not using modern tools for farming; and most of them are uneducated. Consequently, production is inefficient and less produced with limited resources. Most of the farmers don't have their own bank account and insurance because financial sectors and insurance companies consider this area to be of high risk due to droughts, high price for the output, water crisis, problematic *in* crisis of electricity and the resultant unproductivity and low income generation in this area during each and every production period. Non-farm options are not for everyone and agriculture alone can't support satisfactory livelihoods according to Gordon and Craig (2001). Basically non-farm income is important for an off-season for rural areas because the main activities are farming. Pakistan Social and Living Measurement Survey (PSLM) showed that 72 percent of rural households having income from non-farm sources (De Janvry et al., 2005). This sector is making impact on employment and subsidiary on the livelihood of farming households, yet how it distresses agricultural yield in Pakistan remains largely unknown. In this study we will try to determine the impact of non-farm income of households on agricultural productivity in rural areas of Pakistan by reckoning the influences of non-farm income on farm income.

Literature Review

In developing nations like Pakistan in which farming plays a crucial role in their economy, non-farm economy as such is playing a significant role in household agriculture income system when we make comparison in return (farm return vs. nonfarm return). For many years, Pakistan's rural economy have relied mostly on agriculture sector but its altering the situation is changing nowadays. Day by day income gaps are emerging between incomes gained from non-farm household and farm households as stated by Chang and Boisvert (2006). Most of the scholars found that in the rural areas percentage of poor people beats the ability of agriculture to provide maximum job opportunities (Gordon and Craig 2001). According to Marsland, et al (2000), lots of poor people are migrating from rural to urban areas but it is not certain if urban areas can secure their jobs because they are not able to proceed with farming or agricultural activities in the urban areas. In rural areas if farming is failed, then non-farm can be considered off seasonal complement economic source. But in the rural areas intense labor is needed to manage the non-farm activities. It can also generate more risk (Gordon and Craig; 2001). In most of the developing nations, non-farm income created 29-46 percent of rural household income (Hazell, and Reardon; 2005). According to Reardon et al., (1998) 42 percent share of household from non-farm household from Africa, 32% from Asia, 40 percent from Latin America. Reardon et. al., (1997) stated that association amid nonfarm and farm sector can be studied by using nonfarm and farm linkages. Basically farm/non-farm linkages are transactions that are financially being done by some time. In addition, there is a peculiar linkage among production and expenditures with them. Basically, for the production linkage there are

two variations: upwards and downwards. Upward production linkages are found in the non-farm sector when agricultural output is used as input (Woldenhanna, 2000). On the other hand, non-farm accomplishments that deliver input to agricultural production like agrochemicals, nourishments and pumps etc. to supply the Argo-processing and delivery services non-farm sector is fortified to invest (Reardon et al., 1997; Davies et al., 2003). Upward and downward production relations are mostly related with local agriculture (Reardon et al., 1997). It would become vibrant if non-farm and farm expenditure can be possible when household earning and spending is possible one sector to another. For example, if a farmer buys products related to non-farm, income would be generated from farm accomplishments. Depletion linkages are made when expenditure is related to household depletion. Farm income increases the demand for basic goods and services and results in divergent ways of consumption (Woldenhanna, 2000). Superfluous returns from non-farm can be used in farm activities, and then it will aid the agriculture production (Davies et al., 2003). Productivity and expenditure depends on the circulation of the income. Most of the Pakistani agriculturists are very poor. The poor are mostly investing in local goods and service but rich households are more likely to invest in urban and modern sectors. According to Davies et al. (2003), if noteworthy external inputs are needed for agricultural invention, then it is predictable that backward invention linkages will occur. Agricultural output requires dispensation before selling, therefore, it induces forward production linkages. If growth in the agricultural sector is proficient to persuade rural income growth, then depletion and potential investments will be superior by expenditure ties. Probable reaction on struggle for labor and credit; on the other hand, positive impact of non-farm income on household flat is suggested in the literature (Ellis; 1998). Time and space is explicit for net impression of nonfarm activities. When market is experiencing scarcity then non-farm income affects agriculture production, the effects can be direct or indirect. Indirect effects for non-farm show budget constraints and the pressure to buy bulk amount of normal goods. Indirect effects are more complicated: security, higher amount of investment needed for farm inputs, and so on. According to Reardon et al. (1994), it is an immense challenge for households if they jointly want to work on non-farming and farming with inadequate resources, capital and labor force. Inadequate resources need to be reorganized in order to contribute in non-farm activities and these results would inevitably lead to the withdrawal of critical resources from the farming, if high returns from the non-farm activities are secured. Meanwhile, agriculture investment will be risky and it will also obstruct the maintenance of agricultural technologies (Reardon et al. 2001). High returns and productivity of non-farm activities grasp the attention of resources on rural farm accomplishments (Reardon et al. 2001). The significance is that non-farm activities can obstruct their own farm productivity by households (Ellis and Freeman; 2004). At this stage, agriculture production will decline and so does farm income. It also obstructs the agricultural financial gain or reconstruction (Ruben and van den Berg 2001). Both performance and significance relied on relative returns to farm and non-farm activities. In a nutshell, the contribution of non-farm economic activities to rural households will be influenced by plenty of factors that play a key role in decision-making. Attractive incentives and labor resources are triggering point in the field of non-farm activities, but in farm sectors such opportunities are missing. Some farm households are contributing to non-farm economy without any observation or motive. Participation in non-farm activities provide livelihood opportunities for poor rural households, and it also plays a pivotal role in development and in alleviating poverty if non-farm prospect be detained by the rural poor households. Previous studies have shown evidences of non-farm affecting the agriculture production positively or negatively, either boosting production or leading to reduction. Non-farm can also invest in farm sector to increase production, or farm income can be invested in non-farm sector from which the profits made would be later invested back in the agriculture sector.

Data

The current research collected data from Pakistan Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15. Pakistan Federal Bureau of Statistics has developed its own sampling frame for rural and urban areas, up-dated in 2014-15. There is a comprehensive detail that is related to agriculture and non-agriculture; even income generation and private income transmission or transmittal is covered. Each area is split into enumeration blocks. Pakistan Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15 representative sample 579 shows enumeration areas and 8687 households. It also covers 37128 members of household. 5069 belonged to rural area from the 8687 households. This research uses questionnaire as data collection instrument. It focuses on who operated farm and rural non-farm activities simultaneously; total urban households were 4056 in the survey. Researcher considered data both of them where farm and non-farm income activities in household.

Theoretical Background

The model we used in our research is advocated by Huffman (1991); it shows the different activities as well as non-farm work where farm households assign their time. This model is based on agriculture household and its combined production of agriculture, consumption of household and also non-farm resolution in a single framework. These are assessments made by households. Basically two kinds of activities are considered in this research: farm work and non-farm work in household. Exploited utility functions implicitly in household and it's defined over consumption of goods Q and leisure, H , that is $U=U(Q, H)$. Maximized subject is utility to financial plan, invention, time and positive limit. The time limit is:

$T = L_1 + L_2 + H$; here T = total time used in farm and non-farm work respectively L_1 & L_2 and H = leisure as we mentioned before. Cash income of financial plan limit on household can be articulated as:

$$PQ = p_1y_1 - w_1L_1 + w_2L_2 + R \dots\dots\dots (i)$$

P = Price

w_1 and w_2 = Returns to farm and non-farm work

y_1 and p_1 = Farm output production and sold price for farm output in annually and R = income of non-labor.

Farm work and non-farm work optional time portion and leisure (first order condition):

$$\frac{\partial U}{\partial L_i} = w_i \frac{\partial U}{\partial Q} - \frac{\partial U}{\partial L} = 0$$

For the farm and non-farm, work can be reshuffled from the first order condition such as:

$$w_i = \frac{(\partial U / \partial L)}{(\partial U / \partial Q)}$$

Three accomplishments are household assign their time and labor supply functions for farm and non-farm work can be derived as:

$$L_1 = L_1(w_1, w_2, p_1, p_2; Z) \dots\dots\dots(ii)$$

$$L_2 = L_2(w_1, w_2, p_1, p_2; R; Z) \dots\dots\dots(iii)$$

According to Huffman (1991), i belongs to household of positive number of non-farm house, As noted by Huffman (1991), a constructive number of non-farm hours will be observed for household i , if the possible souk wage (w_i^m) is larger than the reservation wage (w_i^r)

$$L_i = 1 \text{ if } w_i^m > w_i^r \text{ and } L_i = 0 \text{ if } w_i^m \leq w_i^r$$

We cannot observe differential wages. Index function can be specified and i is an unobservable variable

$$\begin{aligned}
 L_i^* &= \beta Z_i + \mu_i \\
 L_i &= 1 \text{ if } L_i^* > 0 \\
 L_i &= 0 \text{ if } L_i^* \leq 0 \dots\dots\dots(iv)
 \end{aligned}$$

Here Z_i = Vector Variable (Location effect the non-farm income) μ_i = Chance disturbance period. From the linear function we can start to analyze the impact of farm and non-farm income.

$$Y_i = \lambda_i + \alpha_i X_i + \delta_i L_i + \varepsilon_i \dots\dots\dots(v)$$

Here, Y_i = income of the household farm, L_i = variable, if non-farm income and zero else X_i = vector of assets, personal or household physiognomies and location physiognomies, λ_i = unidentified factors of vector and ε_i = Error.

Method of Empirical Estimation

From the agriculture household, non-farm income contribution impact can be projected by using per capita income. Household engaged in agriculture production where it regulates the other factors as proxy. Methodology supports that there is methodical variance between households engaged in agriculture production and recognizable distinctiveness at household and community levels is apprehended by agriculture production. For the estimation the Heckman (1979) two-step procedure was identified. In the non-farm work, farm household participation decision needs to estimate so that a decision model will be identified. We will go through two phases: the first stage is regression and the second is to select the model and then to recognize the non-farm income impact on per capita farm income. For the selection equation this research uses Probit equation. i = (observation) probability of household receives non-farm income; if household is getting non-farm income then $y_i = 1$; on the other side if it is not getting then $y_i = 0$. Function of the explanatory Z_i researcher estimates the probability if episode arises.

Normal c.d.f¹ for probit model then F:

$$Prob(y_i = 1) = \Phi(\beta Z_i) \dots\dots\dots(vi)$$

Here Φ is = cumulative density function and β = vector of unknown perimeter.

0 and 1 always fall in desired property for the c.d.f. so we can write function; ...

$$\Phi(\beta Z_i) = \int_{-\infty}^{\beta Z_i} \phi(\varepsilon) d\varepsilon \dots\dots\dots(vii)$$

B = Max likelihood.

Probit model is the empirical model and it is for household recipients. Non-farm income can be estimated as :

$$y = \beta_0 + \beta_1 agehd + \beta_2 agesq + \beta_3 educd_j + \beta_4 hsize + \beta_5 ach + \beta_6 tel + \beta_7 mkt + \beta_8 bnk + \beta_9 tr + \beta_{10} ptrans + \beta_{11} elec + \beta_{12} ezones_i + \varepsilon_i \dots\dots(viii)$$

Here j = primary,

$agesq$ = household age,

$agesq^2$ = square age of household;

$educhd$ =Household Education;

$hhsiz$ = size of household;

ach = access to credit;

tel = telecommunication facility;

mkt =market;

bnk =bank;

tr = motorable road;

$ptrans$ =public transportation;

$elec$ = electricity;

$exons$ = ecological zone;

\mathcal{E} = error.

Sample selection is needed for using equation number viii. Dependent variable is only experiential for the constraints and non-aleatory sample so selection can be biased. Selection into nonfarm contribution may not be random and here selection can be biased and therefore the opposite mills ratio would be projected to deal with this probable problem. Inverse Mills ratio (Lambda) is another name to generate this selective term where number viii equation is used and equation ix used for per capita for farm income but in the second stage Heckman's two step procedure is used to justify on the basis of previous substantiation for the existence of self-section.

Potential Endogeneity Problem solving

Potential endogeneity problem solving is imperative for all studies. In fact, an independent variable is related with model that is potentially a choice variable, correlated with impalpable consigned to the error issue. In the dataset, the response variable for all the data points was keenly observed. It is true that non-farm income effect on farm income have greater likelihood to face an endogeneity issue. Farm income can invest for non-farm economy and non-farm income can be invested in the agriculture production simultaneously. On the other hand, it will be working in two directions effect. To solve the endogeneity problem, equation ix is projected where y = continuous variable for non-farm income to forecast value which is considered in the equation, therefore OLS regression is second stage for per capita income equation.

$$y = \beta_0 + \beta_1 agehd + \beta_2 agesq + \beta_3 educhd_j + \beta_4 hhsiz + \beta_5 ach + \beta_6 tel + \beta_7 mkt + \beta_8 bnk + \beta_9 tr + \beta_{10} ptrans + \beta_{11} elec + \beta_{12} ezones_i + \varepsilon_i$$

...(ix)

Estimate the Heckman Sample Selection

Non-farm income can be part of independent variables because impact of non-farm income on farm income is projected within a linear regression framework through placing the forecast values for households. Equation x shows the linear regression.

$$pay_i = \lambda_0 + \lambda_1 educd_i + \lambda_2 hhsiz_e + \lambda_3 fsiz_e + \lambda_4 vfinv + \lambda_5 fbo + \lambda_6 ezones_j + \lambda_7 prdnfe + \lambda_8 invmills + \mu_i$$

...x)

Here, i is household;

$ipay$ = agriculture income but per capita;

$educd_i$ = Eduaction;

$hhsiz_e$ =household size;

$fsiz_e$ = farm area;

$vfinv$ = value of farm investment;

fbo =farm base org;

$ezones$ =economics zone;

$prdnfe$ = non farm income of the predicated value and it's intended with equation 9;

y = continuous variable;

λ_i = parameters of coefficients;

$invmills$ = inverse ratio in second stage;

μ = distribution.

From the estimate the parameters of λ_9 can measure the influence of non-farm income on household per capita agriculture income. According to Wooldridge, (2005), Inverse mills ratio is basically self-selection term by won choice which make participation into certain programmes or behaviors that are not casually determined. Wooldridge (2005) further explained that the term is mostly used when a binary indicator of contribution might be systematically correlated with unnoticed factors. In our study, farmers were selected by own choices and it can be non-farm addressee or others. But in Pakistan, those who select non-farm addressee have relatively high income. Meanwhile λ = not exogenous variable then equation (x) OLS method will give inconsistent outcomes and biased estimates. To get the reliable result, the Hackman Sample Selection Model (two procedure) by Heckman (1979) and Maddala (1983) is considered and used in this research. Then sample selection is included and estimated. In this case equation 11 is already beyond explanation.

$$y_i^* = \beta Z_i + \mu_i, \quad y^* = 1 \quad \text{if } y^* > 0, \quad 0 \text{ otherwise} \dots\dots\dots (xi)$$

Here, y^* = non farm participation; Z = independent variable (Influence of participation of non-farm); β = unidentified parameters; u = error as $\mu(0, \sigma^2)$.

Probit model is equation xi. If household gets non-farm income then the participation estimate equals to 1, if not then 0 otherwise, regressed on the independent variables. Number xi equation shows that exogenous variable is non-farm income and those who are receiving non-farm income in household are improving the farm and also retreating the food status.

Experiential Outcomes and Discussion

This section provide the Explanatory statistics and demographic information of the respondents [Table A1 and A2] as well.

Table A1: Explanatory Statistics of Independent Variables for Econometric Analysis

Variable	Obs	Mean	Std.Dev.	Min	Max
Age of Household (Head)	4056	42.1987	16.1342	16	99
Age squared	4056	2040.979	1578.7940	256	9801
Household Size	4056	5.0483	3.0343	1	29
Log of Non-farm Income	4056	12.3335	2.1227	0	18.2886
Log of Agric Income	4056	13.7914	1.4036	6.2729	18.1425
Log of Farm Size	4056	1.6185	0.8071	0.1823	8.9227
Log of Val of Farm Invest	4056	12.3927	1.4286	7.6009	19.1727

Data: Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15; Author Calculation

Table A2: Explanatory Statistics of Independent Resounding Variables for Econometric Analysis

Variable	Frequency	Percent	Cumulative
Non-farm Income			
Participate	3,433	84.64	84.64
Do not Participate	623	15.36	100
No Education			
Yes	668	16.47	16.47
No	3,388	83.53	100
Basic Education			
Yes	819	20.19	20.19
No	3,237	79.81	100
Secondary Education			
Yes	594	14.64	14.64
No	3,462	85.36	100
Higher Education			
Yes	2,798	68.98	68.98
No	1,258	31.02	100
Farmer-Based Org.			
Member	635	15.66	15.66
Non-member	3,421	84.34	100
Availability of Bank			
Available	260	6.41	6.41
Not Available	3,796	93.59	93.59
Availability of Telecom			
Available	908	22.39	22.39
Not Available	3,148	77.61	100
Availability of Motorable Road			
Available	3,201	78.92	78.92
Not Available	855	21.08	100
Availability of Market			
Available	562	13.86	13.86
Not Available	3,494	86.14	100

Access to Credit			
Access	1,449	35.72	35.72
No Access	2,607	64.28	100
Available	2,424	59.76	59.76

Data: Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15; Author Calculation

Table A2: Explanatory Statistics of Independent Resounding Variables for Econometric Analysis (Con'd)

Variable	Frequency	Percent	Cumulative
Availability of Public Transport			
Not Available	1,632	40.24	100
Availability of Electricity			
Available	901	22.21	22.21
Not Available	3,155	77.79	100
Ecological Zones			
Coastal			
Yes	3329	82.08	82.08
No	727	17.92	100
Forest			
Yes	2341	57.72	57.72
No	1715	42.28	100
Montane grasslands and shrublands zone			
Yes	2442	60.21	60.21
No	1614	39.79	100

Data: Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15; Author Calculation

Also in this section, researcher discussed the explanation of probit regression result and also shows the OLS regression model for non-farm income and per capita agriculture income correspondingly. Probit regression model is projected the probability of a household being a non-farm income beneficiary while impact of non-farm on agriculture income is projected by OLS regression model. Non-farm income received and per capita agricultural yield is shown in Table A3 and A4 (below) from the probit estimation and Heckman Selection model correspondingly.

Table A3: PE of Non-Farm Income Contribution Decision Assessment

Variable	Coefficient	Standard Error	z-stat	p-value
Age of Head of Household	0.0031	0.0082	0.38	0.706
Age Squared	0.0000	0.0001	-0.21	0.831
No Education (Ref. Group)				
Basic Education	0.0924	0.0811	1.14	0.255
Secondary Education	0.0106	0.0696	0.15	0.879
Higher Education	0.0205	0.0734	0.28	0.78
Household Size	-0.0004	0.0083	-0.05	0.958
Access to Credit	0.0841	0.0519	1.62	0.105
Availability of Telecom	-0.2342	0.1204	-1.95	0.052*
Availability of Market	0.0979	0.0784	1.25	0.212
Availability of Bank	-0.2244	0.0944	-2.38	0.017**
Availability of Motorable Road	0.2305	0.0716	3.22	0.001***
Availability of Public Transport	0.0593	0.0649	0.91	0.361
Availability of Electricity	0.1417	0.1224	1.16	0.247
Coastal Zone (Ref. Group)				
Forest Zone	-0.1614	0.0714	-2.26	0.024**
Montane grasslands and Shrublands zone	-0.2182	0.0712	-3.06	0.002**
Constant	0.8382	0.2057	4.08	0.000***
Number of Obs	4056			
LR chi ² (15)	48.13			
Prob > chi ²	0.000			
Pseudo R ²	0.0138			

***significant at 1% **significant at 5% *significant at 10%

Data: Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15; Author Calculation

According to Nakosteen and Zimmer (1980), in the second stage of estimation procedure, multi-collinearity issues will arise by inclusion of all predictor's variables in both decision and equation of agriculture income. Consequently, lots of things enclosed in regression in the non-farm income decision equation such as

access to credit, telecommunication, bank, electricity, motorable roads and convenience of public transportation. On the other hand, agriculture income equation is not added.

Table A4: Estimations of the OLS Model Variables (HS Model)

Variable	Coefficient	Standard Error	z-stat	p-value
Non-Farm Income	-0.0194	0.0091	-1.95	0.052*
Age of Head of Household	0.0126	0.0068	1.86	0.063*
Age Squared	-0.0001	0.0001	-1.82	0.070*
No Education (Ref. Group)				
Basic Education	-0.0246	0.0662	-0.37	0.710
Secondary Education	-0.1246	0.0574	-2.17	0.030**
Higher Education	-0.0780	0.0595	-1.31	0.190
Household Size	-0.1282	0.0071	-18.09	0.000***
Log of Farm Size	0.3644	0.0264	13.81	0.000***
Log of Value of Farm Invest	0.2658	0.0151	17.61	0.000***
Coastal Zone (Ref. Group)				
Forrest Zone	0.1167	0.0563	2.07	0.038***
Montane grasslands and shrublands zone	0.0799	0.0569	1.41	0.160
Availability of Farmer-based Org.	0.0222	0.0551	0.40	0.688
Inverse Mills Ratio	-0.0265	0.0449	-0.59	0.055*
Constant	10.2851	0.2402	42.83	0.000***
Number of Obs	4056			
F (13, 4042)	71.37			
Prob > F	0.000			
R-squared	0.1867			
Adj R-squared	0.1841			

***significant at 1% **significant at 5% *significant at 10%

Data: Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15; Author Calculation

Probit model Estimates

Most of the time, households rely on convenience of bank, motor road and telecommunication frames. Estimation of Table A3 shows that there is chance to get the non-farm income of households. On the other hand, it's highly probable that telecommunication access will decrease with non-farm income as indicated by negative coefficient of telecommunication frame variable. By having the same attitude in the bank sector it's also significantly negative. It is true that rural households pay higher concentration on their farm activities until or unless they are not getting easy access to their consumers or customers in the urban centers to find their yield. Banks are not interested to give credit to non-farm sector as compared to farm households sector and have found a negative association with non-farm sector. According to GoP 2014, in Pakistan the daily wage of labor is \$2 and it clearly depicts the poverty. Due to poverty, large amount of rural households are deprived from education and even food security *as well*. Most of the household members are illiterate and they don't have any access to structural sectors like roads, market, and communication. They can't participate in economic activities though non-farm directly. Non-farm household participation is increasing with the passage of time due to the availability of motorable roads. It gives the sign of development as road is going to construct rapidly later non-farm and entrepreneur can participate enthusiastically. In Pakistan, coastal zone and forest zone gives a signal of positive sign. Moreover, montane grasslands and shrublands zone coefficients are significantly positive. By making comparison between farm household in coastal zone and other provinces we came to know that farm household may be highly appreciated to reduce non-farm income by GH¢0.1614 and montane grasslands and shrublands zone also appreciated to reduce non-farm income by GH¢0.2182. According to World Wildlife Fund, ed. (2001), the outcomes are not affirmed that montane grasslands and shrublands zone would participate more in non-farm income accomplishments. They showed that forest and coastal zone farmhouses would like to actively participate in non-farm income but in the mean time they also shows farm houses in forest zone are less interested to join non-farm income accomplishments. Non-farm income contribution is the first stage of Heckmen's two-stage model, which grasps the drivers of participation by employing binary probit equation in Table A3. Table A4 shows the "outcomes equation" and "per capita farm income" and Mills Ratio (Lambda) used to generate selectivity tenure for contribution equation.

Impact on Agricultural Productivity from Non-farm Income

Table A4 is showing the regression output of Impact on Agricultural Productivity from Non-farm Income. Lots of literature strongly support that income spawned from non-farm cradles decrease/increase agriculture income. According to Pakistan Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15 and Pakistan Federal Bureau of Statistics data, women are minor dominated in professional industry sector. Meanwhile, women can't withstand the farm. Most of the time, they switch from farm sector to non-farm sector eventually. Henceforth, rising income accumulate to this sector. In the meantime, it's not that men are inferior in the professional industry sector. To solve the endogeneity problem of non-farm income Ordinary Least Squares is projected in this research. Researcher also used Heckman modal is also used as exogenous variable from the projected values. Table A5 shows the findings of regression.

Table-A5: Ordinary least squares Regression of Non-farm Income and other Descriptive Variables

Standard Error				
Variable	Coefficient		t-stat0	p-value
Age of Household (Head)	0.0178	0.0109	1.64	0.102
Age squared	-0.0001	0.0001	-1.26	0.206
No Education (Ref.Group)				
Basic Education	-0.0818	0.1064	-0.77	0.442
Secondary Education	0.0375	0.0927	0.4	0.686
Higher Education	-0.5465	0.0973	-5.62	0.000***
Household Size	-0.0926	0.0112	-8.3	0.000***
Access to Credit	0.6071	0.0683	8.89	0.000***
Availability of Telecom	0.1607	0.1575	1.02	0.308
Availability of Market	0.0833	0.1006	0.83	0.408
Availability of Bank	0.0368	0.1337	0.28	0.783
Availability of Motorable Road	0.0165	0.0985	0.17	0.867
Availability of Public Transport	0.4046	0.0849	4.76	0.000***
Availability of Electricity	-0.0561	0.1579	-0.36	0.722
Coastal Zone(Ref.Group)				
Forrest Zone	0.1012	0.0910	1.11	0.266
Montane grasslands and shrublands zone	-0.0532	0.0914	-0.58	0.561
Constant	12.1941	0.2737	44.55	0.000***
Number of Obs	4056			
F(15,4040)	24.01			
Prob>F	0.000			
R-squared	0.0818			
Adj R-squared	0.0784			

***significant at 1% **significant at 5% *significant at 10%

Data: Social and Living Standards Measurement Survey (PSLM) 2014-15; Author Calculation

Table A4 mentioned that per capita non-farm income is negative and significant at level 10%. It designates farm income per capita decreased by GH¢0.0222 and boost the non-farm income per capita by GH¢1. According to Godwin and Mishra (2004) argument, day by day non-farm work participation is reducing on the farm and also reducing the agricultural production. So research findings also support this argument. Correspondingly, Lisa Pfeiffer; Alejandro López-Feldman; J. Edward Taylor (2009) fix up the same result on their studies that agriculture sector continually brings negative effect on non-farm sector and thus decreasing the labor supply to the farm. For the effect of non-farm income on household per capita farm income, Heckman's two-stage procedure also suggests OLP. Coefficient of the selective variable is significantly negative. There are lots of comments on that. This research selects Heckman Selectivity model supported by the statistical significance of the coefficients. Negative coefficient recommends the existence of unnoticed variables having different effect on non-farm income

contribution decision and farm income. The age of head household coefficient is significantly positive at 10 % level and it shows how it gains importance in farm sector.

We get to know from the output (positive coefficient) that the age of the household head per capita farm income rise by GH¢0.01 for the apiece additional increase. Nonlinear relationship between age and per capita farm income is suggested by age square of negative and significant coefficient and its U shape relationship. It also suggests that farm household head of young age does not participate in non-farm agriculture sector, but household head of old age are coming in non-farm work sector, because most of the households think that they can do hard work and will get weaker. According to Sumner 1982; Abdulai and Delgado 1999, this study is unreliable and they got their previous studies result that as young farm household members increase in age, they tend to participate more in off-farm work but in their older ages, they work more on-farm. In the reference category there is no education in the section of education variable. GH¢0.1246 is decreased per-capita farm income with secondary education and farm household heard. So, those who are getting secondary education have negative consequence on per capita farm income for every farm household. This is also helpful in expanding the involvement of non-farm work and cordially decreasing the involvement of farm work. Similarly, Lanjouw (1999) found that those who are in high education sector and playing great role in economic income sector have positive impact on their income but at the end they are showing negative consequences on agricultural sector. According to Islam, Nurul. (1997); the associated development is consistent with some aspects but the opposing view is that secondary education makes entrepreneurial spirit. So, for this reason, agriculture productivity income level of farm household sectors increases. On the other hand, primary education improves labor productivity. p-value less than 1% for household size and it has negative impact on per capita agriculture income. Researcher has concluded from the result that household size rising by agricultural individual per capita income decline by GH¢0.13. The accredited fact is that the aged and adolescents are not active, and that they cannot do hard work in farm sector. Greater households make more aged and adolescents group. They make lower value of per capital output in agriculture sector. Researcher can discuss in different ways, farm household are younger and school aged so they can't participate actively in this area for income generation. This is the negative effect. According to Delgado,(1998), the married poor raises more children because they think that it promises care in their old age and provides more labor support in household. Most of the farm household children need more time to take care of their elderly parents, so it decrease the chance of extra per-capita income. That's why low-income household are in tension to make additional reinvestment. Lots of opportunities for large size farm such as diversification. They can do both perpetual and dumpy period squashy crops. This notion has always helped the farm household. It's extremely true that large farm size anticipate higher amounts of agricultural per capita income in all fields. Table shows that log of farm size is significant at 1%. There is a positive impact on per capita agriculture income in household. Evidence supports that if farm size increase then per acres household agricultural income rises by GH¢0.3644. Large farm size household is more productive for farm land, so it's easy to spawn higher per capita income in agricultural sector. The highlighted fact and result is that agricultural primary input is land. Log of value of farm investment (coefficient of the variable) is positive at 1% significant level. It is suggested that if log of the value of farm investment rise per unit then farm income per capita rises by GH¢0.2658. So it's proved that more investment means more per capita income and more agriculture productivity. But this result is not consistent with Lien's (2010) findings that more investment in farm sector decreases the per capita income in farm sector. Montane grasslands and shrublands zone have positive

coefficient with forest zone but Montane grasslands and shrublands zone are not significant. Forest zone farm house can increase the per capita income in farm sector by GH¢0.1167 and significantly positive coefficient of forest zone is in comparison with coastal zone farm household. According to Seini (2002), this result makes sure that climate and geographical conditions have big impact on agricultural production, it can be positive or negative.

Recommendations

Pakistan is a developing country and rural nonfarm income is crucial for sustainable economic development of Pakistan. Indeed, non-farm participation development compromise on the production of agriculture and bulling the food security. In Pakistan, cross sectional data shows that in rural Pakistan, agriculture production is going to reduce the participation of nonfarm activities. Islamic republic of Pakistan knows that they need to boost the sustainable agriculture production. It's highly alarming that an increasing number of population and a lack of food supply would be import oriented which will have an impact on the entire economy. So, to fill up the augmented demand there is a need to take long-term initiatives for sustainable agriculture production. To makes the sustainable agriculture productivity, growth needs greater attention on farm by SMEs, men and women both. For the Islamic countries, norms, culture and values system are entirely different from western countries. There is a huge restriction for women to actively participate in agriculture sector equally but they provide tremendous support in the household. According to Samaa Tv (2017), report on population ratio in Pakistan is 105 men for 100 women in Pakistan. So, without active participation of woman no nation can develop in any sector.

Agriculture sector is uncertain for households, so most of the time the households prefer to invest in nonfarm sector which is less uncertain. However, these two sectors are competitive. The current research findings are consistent with previous studies and recommend that a need policy is required for agriculture unswervingly. For instance, financial institutes need to support the agricultural production, training institutes will need to help to give training on how farmer can become self-sustainer. Moreover, educational institute can play a pivotal role in agriculture sector. It is evident from the findings, there is a dire need to improve and re-emphasize the school level education, including the agriculture related topics at the school level so that the student will be encouraged to do higher education on the agriculture sector. Ministry of Education in Pakistan can take another initiative to include agricultural science topics in elementary education sector. More new agricultural institutes need to be established with modern tech facility, availability tools, and research funds for to sustain researchers or to upgrade the existing ones with advanced technologies. Instructors must be skillful and get extensive knowledge through proper training and development. Last but not the least, nonfarm is rapidly growing and have a prosperous ground in Pakistan. It should not be promoted at the threat of agriculture since these two sectors are not considered supplementary to each other as in rural Pakistan, nonfarm participations is slightly reducing farm income.

Kaynakça/References

- Reardon, T., J.E. Taylor, K. Stamoulis, P. Lanjouw and A. Balisacan. 2000. Effects of non-farm employment on rural income inequality in developing countries: an investment perspective. *J. Agric. Econom.* 51(2): 266-288. <https://doi.org/10.1111/j.1477-9552.2000.tb01228.x>
- De Janvry, A., E. Sadoulet. And N. Zhu. 2005. The role of non-farm incomes in reducing rural poverty and inequality in China. Department of Agricultural and Resource Economics, UCB.
- GOP. 2014. Economic Survey of Pakistan. 2013-2014. Economic Advisor's Wing, Finance Division, Islamabad, Pakistan.
- Lisa Pfeiffer; Alejandro López-Feldman; J. Edward Taylor (2009), Is off-farm income reforming the farm? Evidence from Mexico; *Agricultural Economics*, Volume: 40, Issue: 2: Pages 125-138.
- World Wildlife Fund, ed. (2001). "Northwestern Himalayan alpine shrub and meadows". *WildWorld Ecoregion Profile*. National Geographic Society. Archived from the original on 2010-03-08.
- Sumner, DA. 1982. The labor supply of farmers. *American Journal of Agricultural Economics*, 64: 449-509.
- Abdulai, A and Delgado, CL. 1999. Determinants of nonfarm earnings-based husbands and wives in North Ghana. *American Journal of Agricultural Economics*, 81: 117-30.
- Lanjouw, J. O. (1999); Rural Non-agricultural Employment and Poverty in Ecuador Article in *Economic Development and Cultural Change* 48(1):91-122 · February 1999; DOI: 10.1086/452448
- Islam, Nurul. 1997. The Non-farm Sector and Rural Development: Review of Issues and Evidence. Food Agriculture and Environment Discussion Paper 22. Washington: International Food Policy Research Institute.
- Population census 2017: Men outnumber women in Pakistan (25 August, 2017) <https://www.samaa.tv/news/2017/08/population-census-2017-men-outnumber-women-pakistan/>
- Abdulai, A., and Delgado, C. L. (1999), Determinants of Non-farm Earnings of Farm Based Husbands and Wives in Northern Ghana. *American Journal of Agricultural Economics*, 81(1), 117-130.
- Davis, J. R. (2003), *The Rural Non-farm Economy, Livelihoods, and their Diversification: Issues and Options*. (NRI report No: 2753). Chatham, Kent, UK: Natural Resources Institute.
- Dimova, Ralitzka, and Kunal Sen. (2010) Is household income diversification a means of survival or a means of accumulation? Panel data evidence from Tanzania. BWPI Working Paper 122
- Ellis F. (2000) *Rural Livelihood and Diversity in Developing Countries*. New York; Oxford University Press.
- Ellis, F. (1998) Household strategies and rural livelihood diversification. *Journal of Development Studies*, 35: 1- 38.
- Adams, R. H. and HE, J. J (1995), Sources of income inequality and poverty in rural Pakistan. International Food Policy Research Institute. Research Report, No. 102. Washington DC
- Barrett, C.B. et.al. (2001), *Non- farm Income Diversification and Household Livelihood Strategies in Rural Africa Concepts, Dynamics and Policy Implications*.
- Chang, H. and Boisvert, R. N. (2009) *The Conservation Reserve Program, Off-farm Work, and Farm Household Technical Efficiencies*. (Working paper 2009-33). Ithaca, New York, USA: Cornell University, Department of Applied Economics and Management.
- Ellis, F. and Freeman, H.A. (2004) Rural livelihoods and poverty reduction strategies in four African countries. *Journal of Development Studies*, 40: 1-30.
- Ellis, F. and Mdoe, N. (2003) Livelihoods and Rural Poverty Reduction in Tanzania. *World Development Report Vol 31(8):1367-1384*.
- Pakistan Social and Living Measurement Survey (PSLM) 2014-15 [<http://www.pbs.gov.pk/content/pakistan-social-and-living-standards-measurement>]
- Gordon, A., and Craig, C. (2001), *Rural Non-farm Activities and Poverty Alleviation in Sub-Saharan Africa*.
- Natural Resources Institute, Social and Economic Development Department Policy Series 14. Chatham, UK
- Haggblade, S., et. al. (2005), *The Rural Non-Agricultural Economy: Pathway out of Poverty or Pathway in?* Paper Presented at the Meeting of the International Food Policy Research Institute on the Future of Small-Farms, Washington D.C.
- Heckman, J.J. (1979), Sample Selection Bias as a Specification Error. *Econometrica* 47(1), 153-161
- Huffman, W. E. (1991), Agricultural household models: Survey and critique. In M. C. Hallberg, J. L. Findeis, and D. A. Lass (Eds.), *Multiple job-holding among farm families* (pp. 79-111). Ames, IA: Iowa State University Press.
-

- Islam, N. (1997), The Non-farm Sector and Rural Development. Food, Agriculture and Environment Discussion Paper No. 22.
- Lanjouw, P. (1999) Rural Non-Agricultural Employment and Poverty in Ecuador, *Economic Development and Cultural Change*, 48(1) October
- Maddala, G. S. (1983), *Limited-Dependent and Qualitative Variables in Economics*, New York: Cambridge University Press, pp. 257-91
- Man, N., and Sadiya, S. I. (2009), Off-farm Employment Participation among Paddy Farmers in the Muda Agricultural Development Authority and Kemasin Semerak Granary areas of Malaysia. *Asia-Pacific Development Journal*, 16(2), 142-157.
- Marsland, N. et. al. (2000), *Policy and Research on the Rural Non-farm Economy: A review of Conceptual, Methodological and Practical Issues*. Chatham, UK: Natural Resources Institute.
- Reardon, T. (1997), Using Evidence of Household Income Diversification to Inform. A Study of the Rural Non- Farm Labour Market in Africa. *World Development*, 25(5), 735–747.
- Reardon, T. (2001), Rural Non-farm Employment and Incomes in Latin America: Overview and Policy Implications. *World Development*, 29(3), 395-409.
- Reardon, T., et.al.(1994), Links between Non-farm Income and Farm Investments in Africa Households: Adding the Capital Market Perspective. *American Journal of Agricultural Economics*, 76(5), 1172-1176.
- Ruben, R. and van den Berg, M. (2001), Non-farm employment and poverty alleviation of rural farm households in Honduras. *World Development*, 26: 549-560.
- Seini, A. W. (2002), *Agricultural Growth and Competitiveness under Policy Reforms in Ghana*. Technical Publication No. 61). Legon: Univerity of Ghana, Institute of Statistical, Social and Economic Research (ISSER).
- Senadza, B. (2011) “Non-farm Income Diversification in Rural Ghana: Determinants and Implications for Income Distribution and Welfare”, VDM Verlag Dr. Mueller
- Sumner, D. A. (1982) The Off-farm Supply of Farmers. *American Journal of Agricultural Economics*, 64(3), 499-509.
- Woldehanna T. (2000) *Economic Analysis and Policy Implications of Farm and Off-farm Employment, A Case Study in Tigray Region of Ethiopia*. Unpublished Master’s Thesis, Wageningen University, Wageningen, the Netherlands.
- Lien, G., Kumbhakar, S., & Hardaker, B. (2010). Determinants of off-farm work and its effects on farm performance: the case of Norwegian grain farmers. *Agricultural Economics*, 1-10
- Delgado, C., Hopkins, J., Kelly, V., Hazell, P., McKenna, A., Gruhn, P. (1998). *Agricultural growth linkages in Sub-Saharan Africa*. Washington, DC: IFPRI

Kaplanmış Yonca (*Medicago sativa* L.) Tohumlarının Kuraklık Stresi Koşullarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi**Determination of Germination Characteristics of Covered Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Seeds in Drought Stress Conditions****Teslime BIÇAKÇI¹, Elçin AKSU¹, Mehmet ARSLAN^{1*}****Öz**



Yonca dünyanın ve Türkiye'nin kurak ve yarı kurak bölgelerinde yetiştirilen, otu proteince zengin bir yem bitkisidir. Bu çalışmada, çimlenme ve erken fide gelişimi döneminde çevresel koşullara çok hassas olan yonca tohumlarının çimlenme özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Nimet yonca çeşidinin tohumları Panoramix adlı tohum kaplama preparatı ile kaplanmış ve kuraklık stresi koşullarında çimlendirilmiştir. Denemede Panoramix 2 L/1000 kg tohum ve 4 L/1000 kg tohum olmak üzere 2 doz uygulanmıştır. Laboratuvarda yürütülen çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak petri kutularında gerçekleştirilmiştir. Her petriye 50 tohum yerleştirilmiş olup; petriler %70 nem, 20°C sıcaklık, 14 saat ışıklı ve 10 saat karanlık olacak şekilde ayarlanmış iklimlendirme kabininde bekletilmiştir. Kuraklık stresi ise 0, -2, -4, -6, -8 ve -9.8 bar olacak şekilde Polyethylene glycol-6000 (PEG-6000) ile oluşturulmuştur. Sera denemesi, 3 tekerrürlü olarak, %50 kum + %50 toprak karışımı ile doldurulan plastik saksılarda (1.5 L) yürütülmüş ve 4 farklı kuraklık stresi [0 (T0), %25 (T1), %50 (T2), %75 (T3)] uygulanmıştır. Denemenin sonunda, çimlenme oranı, kökçük yaş ve kuru ağırlığı, sapçık yaş ve kuru ağırlığı belirlenmiştir. Sonuçta, tohum kaplama uygulamalarının yonca tohumlarının kuraklık stresi koşullarında çimlenme özelliklerine olumlu katkı yaptığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Medicago sativa* L., tohum kaplama, kuraklık, çimlenme özellikleri

Abstract

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is an essential hay product and a protein-rich forage crop which grow in arid and semi arid regions of the world. In this study, to improve the germination properties of alfalfa seeds, which are sensitive to environmental conditions during germination and early seedling development was aimed. For this purpose, seeds of Nimet alfalfa variety were covered with seed coating preparation, named Panoramix and germinated under drought stress conditions. Panoramix was applied in two concentrations; zero (control), 2 liters 1000 kg of seeds-1 and 4 liters 1000 kg of seeds-1. A laboratory germination experiment was conducted in randomized parcel design with 4 repetitions. Six different drought stress levels (0, -2, -4, -6, -8 ve -9.8 bar) were handled in this study and were used Polyethylene glycol-6000 (PEG-6000) to create of drought stress at different levels. Panoramix was applied in 3 doses, as 0 doses (control), 2 liters / 1000 kg seeds and 4 liters/1000 kg seeds respectively. 50 seeds was laid in each petri dish and placed in germination cabinet (70% humidity, 20 °C temperature 14 hours light (2000 lux) 10 hours darkness). A greenhouse emergence test was performed using plastic pots filled with a mixture 50% soil + 50% sand. Four different drought stresses [0 (T0), %25 (T1), %50 (T2), %75 (T3)] were applied to

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mehmet ARSLAN, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya/TURKEY. E-mail: mehmetarslan@akdeniz.edu.tr  ORCID: 0000-0002-2197-4969

¹Teslime Biçakçı, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya/TURKEY. E-mail: tes_lime@hotmail.com  ORCID: 0000-0001-5000-6169; ¹Elçin Aksu, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Antalya/TURKEY. E-mail: e.aksu2979@gmail.com  ORCID: 0000-0001-0707-2723

Atıf/Citation: Biçakçı, T., Aksu, E., Arslan, M. 2020. Kaplanmış yonca (*Medicago sativa* L.) tohumlarının kuraklık stresi koşullarında çimlenme özelliklerinin belirlenmesi, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 124-136.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019

the pots. At the end of the both experiments, germination rate was calculated and the fresh and dry weight of the shoots and roots, length of shoots and roots were determined. The results indicated that the coating treatments positive contributed to the germination properties of alfalfa seeds under drought stress conditions.

Keywords: *Medicago sativa* L., seed coating, drought, germination characteristics

Extendent Summary

Alfalfa (*Medicago sativa* L.) is an essential hay product and a protein-rich forage crop which grow in arid and semi-arid regions of the world. The problem of water deficit, extrem. e temperatures and low atmospheric humidity cause drought which limits the maximum yield and performance of the plants. Because, germination, early seedling development and flowering periods are the most sensitive to drought. This study was carried out to improve the germination properties of alfalfa seeds, which are sensitive to environmental conditions during germination and early seedling development. For this purpose, seeds of alfalfa (Nimet) were covered with seed coating preparation, named Panoramix and germinated under drought stress conditions. Panoramix was applied in 2 concentrations; zero (control), 2 L/1000 kg of seeds and 4 L/1000 kg of seeds. A laboratory germination experiment was conducted in randomized parcel design with 4 repetitions. Six different drought stress levels (0, -2, -4, -6, -8 ve -9.8 bar) were handled in this study and were used Polyethylene glycol-6000 (PEG-6000) to create of drought stress at different levels. 50 seeds was laid in each petri dish and placed in germination cabinet (70% humidity, 20 °C temperature 14 hours light (2000 lux) 10 hours darkness). A greenhouse emergence test was performed using plastic pots (1.5 L) filled with a mixture 50% soil + 50% sand. Four different drought stresses [0 (T0), %25 (T1), %50 (T2), %75 (T3)] were applied to the pots. At the end of the both experiments, germination rate was calculated and the fresh and dry weight of the shoots and roots, length of shoots and roots were determined. With the increase in the severity of drought stress, the germination, emergence and early seedling growth characteristics of alfalfa seeds were decreased. The results indicated that the coating treatments positive contributed to the germination properties of alfalfa seeds under drought stress conditions.

Yonca, değerli yem bitkilerini içine alan geniş bir cins olup 60 kadar türü barındırmaktadır (Rashmi ve ark., 1997). Dünya’da en fazla tarımı yapılan baklagil yem bitkileri içerisinde yer alan yonca, diğer yem bitkilerine nazaran daha yüksek bir yem değerine sahiptir (Yüksel ve ark., 2016). Yoncanın yeşil ve kuru otu vitamin ve protein bakımından zengin olup hayvanlar için lezzetli ve besleyicidir (Demiroğlu ve ark., 2008). Yeşil yem, kuru ot ve silaj olarak değerlendirilebilen yoncadan otlamak suretiyle de yararlanılmaktadır. Esas olarak büyükbaş hayvan yemi olan yonca, proteince eksik olan yemlerin bu eksikliğini gidermek amacıyla kullanılmaktadır (Avcıoğlu ve ark., 2009). Yonca toprağı en ekonomik şekilde değerlendiren yem bitkilerinden olduğu için, biçimlerden yeniden ve kuvvetli şekilde yeni sürgün geliştirme özelliğine sahiptir (Ingram ve Bartles, 1996). Örneğin, Güney ve Güneydoğu bölgelerimizde yonca 1 yılda ortalama 7-8 defa biçilebilmektedir (Açıköz, 2001). Bunun yanında buğdaygil yem bitkileri ile iyi bir karışım oluşturduğu için hayvanlar açısından daha yararlı bir kaba yem olmaktadır (Pecetti ve ark., 2008).

Bitkilerin maruz kaldıkları kuraklık, tuzluluk, yüksek veya düşük sıcaklık gibi önemli abiyotik stres faktörleri tarımsal üretimde verim kayıplarına neden olmaktadır (Janmohammadi ve ark., 2008). Bunlardan kuraklık, genel anlamda meteorolojik bir kavram olarak toprağın içerdiği su ile bitkilerin gelişmelerinde önemli oranda azalmaya sebep olabilecek yağış olmadan geçen dönemi ifade etmektedir (Örs ve Ekinci, 2015). Bu yağışsız dönemde kuraklığın oluşması; toprağın su tutma kapasitesi ve bitkiler tarafından gerçekleştirilen evapo-transpirasyon hızı ve miktarına bağlı olarak meydana gelmektedir (Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Kuraklık dünya genelinde tarımsal amaçlı kullanılan alanların yaklaşık %26’ında etkili olmaktadır. Bu açıdan bakıldığı zaman, kuraklığın en büyük çevresel stres faktörlerinden birisi olduğu söylenebilir (Blum, 1986; Kalefetoğlu ve Ekmekçi, 2005). Su kısıtlılığı sorunu, ekstrem sıcaklıklar ve düşük atmosferik nem ile bitki verimi ve performansını en fazla sınırlandıran kuraklığa neden olmaktadır (Mostafavi, 2011). Bitki türlerine göre değişmekle birlikte, çimlenme, erken fide gelişimi ve çiçeklenme dönemleri kuraklığa en hassas dönemlerdir (Ahmadi ve ark., 2009).

Bu tarz stres faktörlerine karşı mücadele amacıyla geleneksel ıslah yöntemleri, biyoteknolojik uygulamalar ve moleküler destekli seleksiyon teknolojilerin yardımıyla dayanıklı/toleranslı tür ve çeşitlerin geliştirilmesi en akılcı çözüm olarak görülmektedir (Samancıoğlu ve Yıldırım, 2015). Ancak bu yöntem ve uygulamaların yüksek maliyetli olması ve uzun zaman almasından dolayı daha pratik çözümler üzerinde durulmaktadır. Bugünlerde, stres koşullarında yetiştirilen bitkilere tolerans kazandırmak ve çimlenme ve erken fide gelişme dönemini garantiye almak adına birçok etken madde ile tohumlar kaplanmaktadır (Kaufman, 1991).

Tohum kaplamanın temel amacı tohumun orijinal haline göre daha büyük, yuvarlak, yumuşak, ağır ve uniform bir hale gelmesini sağlamaktır (Valdes ve Bradford, 1987). Kaplanmış tohum birçok ekim makinesi ile istenilen sıra arası mesafe ile derinliğe ekilebilir (Kaufman, 1991). Bunun yanında kaplama yöntemi ile tohumun çimlenme performansını arttıracak veya çimlenme ve fide döneminde hastalık ve zararlılarla mücadele materyallerinin taşınmasına olanak sağlanmaktadır (Taylor ve ark., 1998). Bu amaçla *rhizobacteria* grubu bakterilerin biokontrol amaçlı tohumlara kaplama yoluyla taşınması uygun tekniklerden birisidir (Deaker ve ark., 2004; Junges ve ark., 2013; Vavrina ve McGovern, 1990).

Bu çalışmada, tohum kaplama uygulamalarının kuraklık stresi koşullarında çimlendirilen yonca tohumlarının çimlenme, çıkış ve erken fide gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Materyal

Bu araştırma Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde laboratuvar ve sera koşullarında gerçekleştirilmiştir. Denemede bitkisel materyal Nimet yonca çeşidinin hasat sonrası hiçbir işlem görmemiş tohumları kullanılmıştır. Kaplama materyali olarak ise, yeni nesil bir tohum kaplama preparatı olan ve *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megaterium* içeren Panoramix tercih edilmiştir. Panoramix, Koppert Biological Systems firmasından temin edilmiştir.

Yöntem

Bu araştırma; laboratuvar koşullarında çimlendirme denemeleri ve sera koşullarında saksı denemeleri şeklinde planlanmıştır. Panoramix tohumlara 2 L/1000 kg tohum (Kaplama 1) ve 4 L/1000 kg tohum (Kaplama

Kaplanmış Yonca (Medicago sativa L.) Tohumlarının Kuraklık Stresi Koşullarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi

2) olacak şekilde 2 doz uygulanmıştır. Ayrıca 0 doz uygulaması ile de kontrol denemeleri oluşturulmuştur. Tohumlar Panoramix laboratuvar ortamında karıştırılarak kaplanmıştır.

Laboratuvar Denemesi: tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Tohumların çimlenme dönemlerinde kuraklık stresine tepkilerini incelemek amacıyla 6 farklı kuraklık seviyesi belirlenmiştir. Bu kuraklık stresi seviyelerini oluşturmak amacıyla PEG-6000 ile 0, -2, -4, -6, -8 ve -9.8 bar su tutma gücüne sahip solüsyonlar kullanılmıştır. Her bir kuraklık seviyesine ait ozmotik potansiyeller Michel ve Kaufmann (1973)'nin önerdiği şekilde ayarlanmıştır. Polietilen glikol (PEG), yüksek molekül ağırlıklı bir madde olup su alımını düzenleyerek, ortamda su stresi oluşturmaktadır. Bununla birlikte PEG-6000 bitki köklerinde alınmamakta ve bitkilere herhangi bir toksik etki oluşturmamaktadır. PEG-6000 ile hazırlanan çözeltinin oksijeninin zamanla azalması nedeniyle çimlendirme ortamının kâğıtları Çarpıcı ve Erdel (2015)'in önerdiği şekilde 3-4 günde bir değiştirilmiştir.

Kuraklık testinde toplam 72 adet 15 cm çapında petri kabı kullanılmıştır. Kaplanmış yonca tohumları, içerisinde çift katlı çimlendirme kâğıtları bulunan petri kaplarına 50 adet olacak şekilde yerleştirilmiştir. Çift katlı çimlendirme kâğıtları arasında yerleştirilen tohumların üzerine 10 ml farklı PEG6000 yoğunluklarını içeren solüsyonlar dökülerek ve ardından buharlaşmayı engellemek için petri kaplarının etrafı parafilm ile sarılmıştır. Bu işlemlerden sonra petriler 10 saat karanlık, 14 saat aydınlık koşullara sahip, 20±1 °C sıcaklığa ayarlanmış çimlendirme kabinlerine konulmuştur. Petriler burada 10 gün boyunca tutulmuş ve sonrası açılan petrilerde gerekli gözlemler alınmıştır (Şehirali, 1997; Castroluna ve ark., 2014).

Laboratuvar Denemesinde Yapılan Gözlem ve Ölçümler: Denemede her gün aynı saatte gözlemler yapılmış ve Soltani ve ark. (2012)'nin bildirdiği gibi kökçük uzunluğu 2 mm'yi geçen tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. 10. günün sonunda toplam çimlenen tohumlar sayılarak çimlenme yüzdesi (%) belirlenmiştir (Scott ve ark., 1984). Ayrıca, çimlenmenin 10. gününde her bir petri kabından 10 sürgün örnek olarak alınmış ve bu örneklerde sapçık ve kökçük uzunlukları ve yaş ağırlıkları ölçülmüştür. Daha sonra, sapçık ve kökçükler 70 °C sıcaklıkta 6 saat kurutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Abdul-Baki ve Anderson, 1970).

Sera Denemesi: Sera koşullarındaki saksı denemesi, kaplama uygulamaları ana parselleri, kuraklık stresleri alt parselleri oluşturacak şekilde iki faktörlü ve üç tekerrürlü bölünmüş parseller deneme deseninde kurulmuştur. Sera denemesinde yıkanarak steril edilmiş 1500 ml hacimli saksılar kullanılmıştır. Saksılar %50 toprak+%50 kum olacak şekilde hazırlanan karışımlar ile doldurulmuştur. Toplam 36 (3x4x3) saksı kuraklık denemesi için hazırlanmıştır. Denemede kullanılan toprak+kum karışımının kimyasal ve fiziksel özellikleri Tablo 1 de, sulama suyunun kimyasal özellikleri ise Tablo 2 de verilmiştir.

Tablo 1. Saksılarda kullanılan toprak+kum karışımının kimyasal ve fiziksel özellikleri
Table 1. Chemical and physical properties of soil + sand mixture used in pots

Özellikler	Tespit edilen miktar	Değerlendirme
pH	7.7	Hafif alkali
Kireç, %	27.5	Fazla kireçli
Organik madde, %	0.64	Çok az
Toplam Azot, %	0.080	Az
Fosfor, kg P ₂ O ₅ da ⁻¹	2.25	Az
Potasyum, kg K ₂ O da ⁻¹	20.9	Az
Kalsiyum, kg CaO da ⁻¹	1428.4	Fazla
Magnezyum, kg MgO da ⁻¹	84.2	Yeterli
Demir, ppm	2.21	Az
Mangan, ppm	4.01	Yeterli
Çinko, ppm	0.38	Az
Bakır, ppm	0.73	Yeterli

Tablo 2. Sulama suyunun kimyasal özellikleri

Table 2. Chemical properties of irrigation water

Özellikler	Tespit edilen miktar
pH	7.0
EC, dS m ⁻¹	0.74
K ⁺ , me L ⁻¹	0.05
Ca ²⁺ , me L ⁻¹	5.59
Mg ²⁺ , me L ⁻¹	1.31
Na ⁺ , me L ⁻¹	0.90
Cl ⁻ , me L ⁻¹	1.5
Sodyum Adsorpsiyon Oranı, SAR, (me L ⁻¹) ^{1/2}	0.484

Denemenin yürütüldüğü günler için kaydedilen sıcak ve nem değerleri Tablo 3 de sunulmuştur.

Tablo 3. Denemenin yürütüldüğü günlere ait sıcaklık ve nem değerleri

Table 3. Temperature and humidity values of days of the experiment

Gün	Sıcaklık, °C		Nem, %	
	Minimum	Maximum	Minimum	Maximum
28.12.2017	9.1	32.5	13	75
29.12.2017	9.0	34.5	12	78
30.12.2017	8.5	35.0	11	80
31.12.2017	8.7	33.0	12	77
01.01.2018	7.2	34.0	11	78
02.01.2018	7.0	33.2	12	65
03.01.2018	7.1	33.4	12	77
04.01.2018	11.1	21.1	56	64
05.01.2018	9.6	28.5	23	73
06.01.2018	7.5	32.0	18	70
07.01.2018	6.8	33.0	15	69
08.01.2018	6.5	33.3	12	68
09.01.2018	7.4	30.9	20	68
10.01.2018	8.3	30.6	22	69
11.01.2018	13.3	26.7	31	69
12.01.2018	11.2	26.1	31	79
13.01.2018	10.5	27.5	18	78
14.01.2018	9.8	28.9	15	77
15.01.2018	7.3	32.4	14	79
16.01.2018	8.9	33.9	12	63
17.01.2018	7.9	31.8	20	69
18.01.2018	11.3	31.6	18	70
19.01.2018	7.8	29.2	18	58
20.01.2018	8.2	28.4	20	62
21.01.2018	11.3	18.5	52	69
22.01.2018	12.5	15.7	61	71
23.01.2018	11.5	22.5	35	70
24.01.2018	10.8	33.9	12	37
25.01.2018	8.4	31.3	14	33
26.01.2018	8.3	17.3	25	32

Kaplanmış Yonca (Medicago sativa L.) Tohumlarının Kuraklık Stresi Koşullarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi

Kaplanmış yonca tohumlarının çimlenme ve fide çıkış aşamasında kuraklığa toleranslarını ölçmek amacıyla önceden hazırlanmış olan her saksıya 20 adet yonca tohumu gelecek şekilde ekimler yapılmıştır. Daha sonra bütün saksılar tarla kapasitesinin %75'ine kadar kuyu suyu ile sulanmıştır. Kuraklık stresi yaratmak için [T0 (0), T1 (%25), T2 (%50), T3 (%75)] için 4 doz sulama rejimi belirlenmiştir. Kontrol saksılarına bu aşamadan sonra hiç su verilmemiştir. Diğer saksılara ise yapılan tartımlar sonucunda kaybettikleri su belirlenerek ve seçilen sulama rejimlerine uygun miktarlarda su verilmiştir.

Sera Denemesinde Yapılan Gözlem ve Ölçümler: Denemede her gün aynı saatte gözlemler yapılmış ve Aşçı ve Üney (2016)'in bildirdiği gibi sapçıkları toprak üzerinde görülen tohumlar çıkış sağlamış olarak kabul edilmiştir. Saksı denemeleri toplam 28 gün sürmüştür. Deneme sonunda her bir saksıdan 5 fide örnek olarak alınmış ve bu örneklerde sapçık ve kökçük uzunlukları ve yaş ağırlıkları ölçülmüştür. Ayrıca, sapçık ve kökçükler 70 °C sıcaklıkta 6 saat kurutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Abdul-Baki ve Anderson, 1970).

Deneme sonucu elde edilen veriler; deneme desenlerine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar %5 önem seviyesinde Duncan testine göre karşılaştırılmıştır. Bu amaçla SPSS paket programı kullanılmıştır.

Bulgular

Laboratuvar Denemesi

Kaplanmış yonca tohumları PEG-6000 ile oluşturulan kuraklık stresi koşullarında çimlenmeye bırakılmıştır. 10 günlük çimlenme süresi sonunda açılan petrielerde yapılan gözlemlerde 0 (kontrol), -2, -4, ve -6 bar su tutma basınçları ile oluşturulan kuraklık stresi koşullarında çimlenme gerçekleşirken, -8 ve -9.8 bar basınç şartlarında çimlenme olayı gerçekleşmemiştir. (Sonuçlar incelendiğinde, kaplama uygulamasının incelenen özellikler açısından sapçık kuru ağırlığı ($P<0.01$) dışındaki diğer özelliklerde istatistiksel anlamda önemli bir fark yaratmadığı görülmektedir (Tablo 4). Bununla beraber, kuraklık uygulamaları çimlenme oranı, kökçük uzunluğu, sapçık uzunluğu, sapçık yaş ağırlığı ve sapçık kuru ağırlığı özelliklerinde ($P<0.01$) önemli farklılık yaratmıştır. Kökçük yaş ve kuru ağırlığı bakımından ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmamıştır.

Kaplama uygulamalarının kuraklık stresi altında çimlendirilen yonca tohumlarının çimlenme özelliklerine etkilerini gruplandırmak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 4 de verilmiştir. Tablo 4 de görüldüğü gibi, kaplama uygulamalarının kuraklık stresi altında çimlenen yonca tohumlarına etkisi ile çimlenme oranı, kökçük uzunluğu, kökçük yaş ağırlığı, sapçık yaş ağırlığı, kökçük kuru ağırlığı özelliklerine ait ortalama değerler aynı grup içerisinde yer almıştır. Fakat, sapçık uzunluğu ve sapçık kuru ağırlığı ait ortalama değerlerde farklı gruplar meydana gelmiştir.

Tablo 4. Kaplama Uygulamalarında Elde Edilen Ortalama Değerler ve Duncan Grupları (Laboratuvar Denemesi)
Table 4. Average values obtained in coating applications nad duncan groups (laboratory trial)

Kaplama uygulamaları	Çimlenme oranı (%)	Kökçük uzunluğu (cm)	Sapçık uzunluğu (cm)	Kökçük yaş ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Sapçık yaş ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Kökçük kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Sapçık kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)
0 (Kontrol)	58.00 a ¹	1.58 a	1.52 b	4.33 a	24.45 a	0.87 a	3.12 b
Kaplama 1	60.50 a	1.61 a	1.79 a	2.79 a	16.29 a	0.62 a	4.04 a
Kaplama 2	60.08 a	1.58 a	1.46 b	5.58 a	18.16 a	0.58 a	3.79 a
Önemlilik	öd	öd	öd	öd	öd	öd	**

1: Aynı sütunda yer alan ve aynı harfi taşıyan değerler arasında fark önemli değildir ($p<0.05$). **: 0.01 seviyesinde önemlidir. öd: önemli değil.

PEG-6000 ile oluşturulan, farklı seviyelerdeki kuraklık stresi koşullarında çimlendirilen kaplanmış yonca tohumlarının çimlenme oranı ve fide özelliklerine ait ortalama değerlere uygulanan Duncan testi sonuçları Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5. Farklı Kuraklık Stresi Koşullarında Elde Edilen Ortalama Değerler ve Duncan Grupları (Laboratuvar Denemesi)
Table 5. Average values obtained under different drought stress conditions and duncan groups (laboratory trial)

Kuraklık (bar)	dozları	Çimlenme oranı (%)	Kökçük uzunluğu (cm)	Sapçık uzunluğu (cm)	Kökçük yaş ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Sapçık yaş ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Kökçük kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Sapçık kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)
T0		87.83 bc ¹	1.86 c	3.13 a	5.25 a	44.00 a	1.06 a	3.83 c
T1		85.16 c	2.25 b	2.80 b	8.58 a	28.66 b	1.54 a	4.91 b
T2		90.83 ab	2.61 a	2.08 c	8.75 a	22.00 b	1.58 a	6.50 a
T3		93.33 a	2.84 a	1.52 d	7.00 a	23.16 b	1.41 a	6.66 a
Önemlilik(K)		**	**	**	**	**	**	**
Önemlilik (K*Kp)		öd	öd	öd	**	öd	öd	öd

¹: Aynı sütunda yer alan ve aynı harfi taşıyan değerler arasında fark önemli değildir (p<0.05). **: 0.01 seviyesinde önemlidir. öd: önemli değil. K: Kuraklık uygulaması, Kp: Kaplama uygulaması.

Tablo 5 incelendiğinde, çimlenme oranlarının %85.16 (-2 bar) ile %93.33 (-6 bar) arasında değiştiği ve artan kuraklık stresi ile beraber çimlenme oranlarında da bir artış olduğu görülmektedir. Yonca fidelerinin kökçük uzunlukları kontrol uygulamasında 1.86 cm olarak tespit edilirken, -2 bar kuraklık stresinde 2.25 cm, -4 bar kuraklık stresinde 2.61 cm ve -6 bar kuraklık stresinde de 2.84 cm olarak tespit edilmiştir. Kuraklık stresinin yükselmesiyle paralel olarak kökçük uzunlukları da artmıştır. Sapçık uzunlukları ise 1.52 cm (-6 bar) ile 3.13 cm (kontrol) arasında değişmiştir. Artan kuraklık stresi sapçık uzunluklarında önemli düzeyde kısılmaya sebep olmuştur.

Kuraklık stresi altında çimlendirilen kaplanmış yonca tohumlarının kökçük ağırlıkları incelendiğinde, kökçük yaş ağırlığına ait değerler 5.25 mg (kontrol) ile 8.75 mg (-4 bar) arasında değişmiştir. Kökçük yaş ağırlıkları değerleri 1 grup altında toplanmış ve kuraklık stresi ile beraber bir artış yaşanmış fakat -6 bar kuraklık stresinden sonra tekrar azalmaya başlamıştır. Kökçük kuru ağırlıkları ise kontrol uygulamasında 1.06 mg, -2 bar da 1.54 mg, -4 bar da 1.58 mg ve -6 bar kuraklık stresinde 1.41 mg olarak belirlenmiştir. Elde edilen ortalama değerler tek grup altında toplanmıştır.

Diğer yandan, sapçık yaş ağırlığı değerleri kontrol uygulamasında 44.00 mg iken, -2 bar da 28.66 mg, -4 bar da 22.00 mg ve -6 bar kuraklık stresi koşullarında 23.16 mg olarak tespit edilmiştir. Elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde kuraklık stresinin çimlenen yonca fidelerinde sapçık yaş ağırlıklarını azalttığı görülmektedir. Sapçık kuru ağırlığına ait değerler ise 3.83 mg (kontrol) ile 6.66 mg (-6 bar) arasında değişmiştir. Kuraklık stresinin yoğunluğu arttıkça fidelerin sapçık kuru ağırlığı değerleri artmış ve ortalama değerler ile 4 farklı duncan grubu oluşmuştur.

Sera Denemesi

Kaplanmış yonca tohumları sera koşullarındaki hazırlanmış olan saksılara ekilmiş ve farklı düzeylerdeki kuraklık stresi koşullarında çimlenmeye bırakılmıştır. Ekimden sonra her gün aynı saatlerde yapılan çimlenme ve fide çıkış gözlemleri ve daha sonrasındaki fideler üzerinde ölçümler yapılmıştır. T0 uygulamasında ekimle birlikte sulama yapılmış olup, daha sonra hiç su verilmemiştir. T0 uygulamasında çimlenme görülmüş ve bu veriler kayıt edilmiştir. Ancak, kuraklık stresinden dolayı fideler bir süre sonra ölmüşlerdir. Sonuçlar, kaplama uygulamaları ve kaplama*kuraklık interaksyonu açısından önemli bir istatistikî fark oluşmadığını, kuraklık uygulamaları arasında incelenen bütün özellikler açısından 0.05 seviyesinde önemli farklılıklar olduğunu göstermektedir.

Kaplama uygulamalarının, sera koşullarında tutulan saksılarda kuraklık stresi altında çimlendirilen yonca tohumlarının, çimlenme özelliklerine etkilerini gruplandırmak amacıyla yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 6 da verilmiştir. Kaplama uygulamaları, ortalama çimlenme oranlarını %56.66'dan %64.16'e (Kaplama 1) ve %60.00 (Kaplama 2)'a yükseltmiştir. Fidelerin kökçük uzunlukları 8.63 cm (kontrol), 8.42 cm (Kaplama 1) ve 8.52 cm (Kaplama 2) belirlenirken; sapçık uzunlukları ise, sırasıyla, 2.34, 2.24 ve 2.47 cm olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde, kökçük yaş ve kuru ağırlıkları, sırasıyla, 13.12, 12.74 ve 12.93 mg/bitki ile 5.90, 5.68 ve 6.37 mg/bitki olarak tespit edilmiştir. Sapçık yaş ve kuru ağırlıkları ise 17.33, 15.76 ve 18.30 mg/bitki ile 8.01, 7.30 ve 8.63 mg/bitki olarak belirlenmiştir.

Kaplanmış Yonca (*Medicago sativa* L.) Tohumlarının Kuraklık Stresi Koşullarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi

Tablo 6. Kaplama Uygulamalarında Elde Edilen Ortalama Değerler ve Duncan Grupları (Sera Denemesi)
Table 6. Average values obtained in coating applications and duncan groups (greenhouse trial)

Kaplama Uygulamaları	Çimlenme oranı (%)	Kökçük uzunluğu (cm)	Sapçık uzunluğu (cm)	Kökçük yaş ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Sapçık yaş ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Kökçük kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Sapçık kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)
0 (Kontrol)	56.66 a ¹	8.63 a	2.34 a	13.12 a	17.33 a	5.90 a	8.01 a
Kaplama 1	64.16 a	8.42 a	2.24 a	12.74 a	15.76 a	5.68 a	7.30 a
Kaplama 2	60.00 a	8.52 a	2.47 a	12.93 a	18.30 a	6.37 a	8.63 a
Önemlilik	öd	öd	öd	öd	öd	öd	öd

1: Aynı sütunda yer alan ve aynı harfi taşıyan değerler arasında fark önemli değildir (p<0.05). öd: önemli değil.

Kuraklık stresi koşullarında elde edilen ortalama değerlerin bulunduğu Tablo 7 incelendiğinde, çimlenme oranları bakımından 3 farklı grubun oluştuğu ve oranların %40.00 (T0) ile %72.77 (T3) arasında değiştiği ve azalan kuraklık ile beraber çimlenme oranlarında bir artış olduğu görülmektedir. Bu çimlenme oranları petri kaplarında yapılan denemeden elde edilen oranlardan daha düşük olarak görülmektedir. Buradaki farklılık, petri kaplarında 2 mm kökçük çıkartan tohumların görülmesiyle elde edilen değerlerin çimlenme oranı olarak hesaplanmasından kaynaklanmaktadır. Oysa ki, saksı denemelerinde toprağa ekim yapılmış olup, toprak yüzeyinde çıkış yapan bitkilerin sayılmasıyla elde edilen değerlerin hesaplanmasıyla çimlenme oranı bulunmuştur. Aslında bu değer çimlenme ve fide çıkış değeri olarak ifade edilebilir.

Yonca fidelerinin kökçük uzunlukları kontrol uygulamasında (T3) 13.69 cm olarak tespit edilirken, T2'de 11.35 cm, T1'de 9.07 cm olarak ölçülmüştür. Sapçık uzunlukları ise 3.42 (T3), 3.22 (T2) ve 2.76 cm (T1) olarak belirlenmiştir. Kuraklık stresinin yükselmesiyle paralel olarak kökçük uzunlukları ve sapçık uzunlukları azalmıştır.

Kuraklık stresine maruz bırakılan kaplanmış yonca tohumlarının kökçük yaş ve kuru ağırlıkları, sırasıyla, 22.37 (T3), 18.73 (T2) ve 10.63 (T1) mg/bitki ile 10.40, 8.76 ve 4.78 olarak belirlenmiştir. Sapçık yaş ve kuru ağırlıkları ise, sırasıyla, 28.49, 24.94 ve 15.10 ile 13.22, 11.97 ve 6.74 mg/bitki olarak tespit edilmiştir. Kökçük ve sapçık yaş ve kuru ağırlıkları değerleri, yonca tohumunun çimlenme aşamasında kuraklık stresinden etkilendiğini ve fide özelliklerinde gerilemeye sebep olduğunu göstermektedir.

Tablo 7. Farklı Kuraklık Stresi Koşullarında Elde Edilen Ortalama Değerler ve Duncan Grupları (Sera Denemesi)

Table 7. Average values obtained under different drought stress conditions and duncan groups (greenhouse trial)

Kuraklık dozları	Çimlenme oranı (%)	Kökçük uzunluğu (cm)	Sapçık uzunluğu (cm)	Kökçük yaş ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Sapçık yaş ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Kökçük kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)	Sapçık kuru ağırlığı (mg bitki ⁻¹)
T0	40.00 c ¹	0.00 d	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c	0.00 c
T1	56.66 b	9.07 c	2.76 b	10.63 b	15.10 b	4.78 b	6.74 b
T2	71.66 a	11.35 b	3.22 a	18.73 a	24.94 a	8.76 a	11.97 a
T3	72.77 a	13.69 a	3.42 a	22.37 a	28.49 a	10.40 a	13.22 a
Önemlilik	*	*	*	*	*	*	*

1: Aynı sütunda yer alan ve aynı harfi taşıyan değerler arasında fark önemli değildir (p<0.05). *: 0.05 seviyesinde önemlidir.

Bulgular

Nimet yonca çeşidinin yeni nesil biyolojik bir tohum kaplama preparatı ile kaplanmış tohumlarının kuraklık stresi koşullarında çimlenme oranları incelenmiştir. Deneme hem laboratuvar koşullarında petrilerde çimlendirme şeklinde, hem de sera ortamında saksılarda tohum çıkış ve erken fide gelişmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Birçok araştırmacının da (Çarpıcı ve Erdel, 2015; Sheaffer ve ark., 1988; Wu ve ark., 2011) bildirdiği sonuçlara paralel olarak iklimlendirme dolabında yapılan çimlendirme çalışmalarında, kuraklık stresinin çimlenme oranlarında, kuraklık yoğunluğu -6 bar seviyesine kadar arttıkça bir miktar artış (%87.83'den %93.33'e) olmakla beraber -8 ve -9.8 bar seviyelerinde çimlenme görülmemiştir. Kaplama uygulamaları da ortalama çimlenme oranlarında, az miktarda da (%58.00'dan %60.08'e) olsa iyileşme sağlamıştır.

Kaplama uygulamaları tohumun orijinal haline göre daha büyük, yuvarlak, yumuşak, ağır ve uniform bir hale gelmesi amacıyla yapılmaktadır (Kaufman, 1991). Ayrıca, kaplama ile tohumun stres koşulları altında çimlenme performansını arttırmak mümkündür (Taylor ve ark., 1998). Sheaffer ve ark., (1988), kimyasal ve biyolojik preparatlarla kaplanan tohumların zor çevre şartlarında sağlıklı fide gelişimine ve iyi düzeyde bitki tesisi sağlamada çok yararlı olduğunu bildirmektedir. Esasen, kaplama yönteminin amaçlarından biri de stres koşulları altında tohumun çimlenme performansını arttırmak ve bu evrede hastalık ve zararlılarla mücadele materyallerinin taşınmasına olanak sağlamaktır (Taylor ve ark., 1998). Diğer bir ifade ile tohum uygulamaları, bitkilerin genetik ve fizyolojik potansiyellerinin açığa çıkması açısından önemli olan tohum çıkış ve fide gelişimini garanti altına almada önemlidir. Bu amaçla birçok biyolojik ürün tohumlara kaplama yoluyla taşınmakta ve başarılı olarak uygulanmaktadır (Junges ve ark., 2013).

Çarpıcı ve Erdel (2015), kuraklık stresi koşullarında çimlendirdikleri yonca tohumlarında çimlenme oranlarını çeşitlere göre değişmekle beraber %6.50 ile %99.00 arasında değişen miktarlarda tespit etmişlerdir. Araştırmacılar -10.27 bar kuraklık seviyesinde birçok çeşit de çimlenme elde edememişlerdir. Hamidi ve Safarnejad (2010), yonca çeşitlerinde PEG-6000 ile oluşturulan kuraklık stresinin etkilerini araştırdıkları makalelerinde, kuraklık stresinin çimlenme oranını azalttığını ve %97 (0) ile %21 (-9 bar) arasında değerler elde edildiğini bildirmektedirler.

Kökçük ve sapçık uzunluğu değerleri kuraklık stresinden etkilenmiş ve önemli düzeyde azalmalar meydana gelmiştir. Yonca çeşitlerinde kuraklık stresinin etkilerini araştıran Çarpıcı ve Erdel (2015), kökçük uzunluklarını 5.44 cm ile 2.55 cm arasında, sapçık uzunluklarını ise 4.38 cm ile 0.12 cm arasında değişen miktarlarda bulmuşlardır. Kuraklık stresi, kökçük ve sapçık uzunluğu değerlerinde önce bir miktar artış sağlamış daha sonra önemli miktarda azalmalara neden olmuştur. Hamidi ve Safarnejad (2010) benzer bulguları elde etmiş olup, kökçük uzunluklarını 7.10 cm ile 1.40 cm arasında, sapçık uzunluklarını da 4.60 cm ile 0.40 cm arasında değişen miktarlarda bulduklarını bildirmişlerdir.

Kökçük yaş ve kuru ağırlıkları ile sapçık yaş ve kuru ağırlıkları kuraklık stresinden önemli derecede etkilenmiştir. Fakat, tohum kaplama uygulamaları kuraklık stresi koşullarında kökçük yaş ve kuru ağırlıklarında artışlar meydana getirmiştir. Wang ve ark. (2009), kuraklık stresinin etkilerini araştırdıkları çalışmalarında fide yaş ağırlığını, %0 PEG-6000 uygulamasında 25 mg, %35 PEG-6000 uygulamasında 7.5 mg olarak belirlemişlerdir.

Kim ve ark. (2005), kaplanmış yonca tohumlarının meralarda yüzeysel ekimlerde başarı oranını arttırarak iyi bir çimlenme ve fide gelişimi sağladığını bildirmektedir. Diğer yandan, Samancıoğlu ve Yıldırım (2015), son zamanlarda stres koşulları altında yetiştirilen bitkilere tolerans kazandırmada bitki gelişimini teşvik eden bakteri kullanımının yaygınlaştığını ve bu sayede bitkilerde bitki gelişiminin ve verimin arttığını bildirmektedir.

Bilindiği üzere başarılı bir tarımsal üretimde, istenilen bitki sıklığının ve yüksek verimin elde edilmesi her şeyden önce ekilen tohumun hızlı, üniform ve eksiksiz bir şekilde çimlenip çıkış yapmasına bağlıdır. Ancak, bir taraftan çimlenmenin sıcaklık, nem, toprak tuzluluğu gibi çevresel faktörlerden etkilenmesi (Kantar ve Elkoca, 1998; Turk ve ark., 2004), diğer taraftan ekilen tohumluğun çoğu kere genetik yapı, tohum olgunluğu ve tohum büyüklüğü bakımından üniform olmaması (McDonald, 2000) eşzamanlı çimlenme ve çıkışa engel olmakta, çimlenme ve çıkış oranı azalmakta ve bunun sonucunda istenilen bitki sıklığı sağlanamamaktadır. Özellikle ilkbahar ekimlerinde hüküm süren düşük toprak sıcaklıkları çoğu kere hızlı çimlenme ve çıkış için uygun değildir. Bu şartlar altında çıkış yapan fideler yavaş büyümekte, tohum ve toprak kökenli patojenlere karşı daha fazla hassasiyet göstermektedirler (Matthews ve ark., 2012).

Sonuç

Kuraklık stresinin şiddetin artmasıyla beraber yonca tohumlarının çimlenme, çıkış ve erken fide gelişme özellikleri etkilenmiştir. Kaplama uygulamaları ise incelenen özellikler üzerinde olumlu etkiler yapmıştır. Yonca çimlenme ve erken fide gelişme döneminde çok zayıf gelişme gösteren bir bitkidir. Bu çalışma sonuçları, tohumları kaplanmak suretiyle çevresel etkilere karşı zayıf oldukları bu dönemlerinde desteklenmesinin mümkün olduğu anlaşılmıştır. Yonca yem bitkileri içerisinde en fazla ekim alanına sahip olan ve giderek yaygınlaşan bir bitki olarak önemlidir. Yem bitkileri tarımı içerisindeki öneminin yanında mera ıslah projelerinde tercih edilmektedir. Kaplanmış yonca tohumlarının mera ıslah çalışmalarında üstten tohumlama yönetimi ile kullanılma olanaklarını düşünüldüğünde, toprağa bırakılan tohumların özellikleri

Kaplanmış Yonca (Medicago sativa L.) Tohumlarının Kuraklık Stresi Koşullarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi

kuraklık periyodlarında çimlenme ve erken fide gelişimi gösterebilmeleri son derece hayati öneme sahiptir. Bilindiği gibi yonca, kökleri çok derinlere inebilen ve toprağın derin katmanlarından faydalanabilen bir bitkidir. Dolayısıyla bitki çimlenme döneminde hayatta kalabilir ve kök gelişimini tamamlayabilirse uzun süre mera ortamında kalması mümkün olacaktır. *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis* ve *Bacillus megaterium* içeren Panoramix ile kaplanan yonca tohumlarının kuraklık toleransı arttığı için mera ıslahında da bu amaçla kullanılabilceği anlaşılmaktadır. Bu çalışma, benzer kaplama preparatları ile zenginleştirilerek yonca tohumlarının çimlenme kaliteleri artırılabilir.

Teşekkürler

Bu çalışma Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir (FYL-2017-2373).

Kaynakça/References

- Abdul-baki AA, Anderson JD, 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science*, 10: 31-34.
- Açıkgöz E, 2001. *Yem Bitkileri* (3. Baskı) Uludağ Üniv. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
- Ahmadi S, Ahmad R, Ashraf MY, Ashraf M, Waraich EA, 2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Response to Drought Stress at Germination and Seedling Growth Stages. *Pak. J. Bot.*, 41(2): 647-654.
- Aşçı ÖÖ, Üney H, 2016. Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 5(1): 29-34.
- Avcıoğlu R, Geren H, Tamkoç A, Karadağ Y, 2009. Yonca (*Medicago* sp. L.). YEMBİTKİLERİ, Baklagil Yembitkileri, Cilt II, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir.
- Blum A, 1986. "Breeding Crop Varieties for Stress Environments", *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2: 199-237.
- Castroluna A, Ruiz OM, Quiroga AM, Pedranzani HE, 2014. Effects of salinity and drought stress on germination, biomass and growth in three varieties of *Medicago sativa* L. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18(1): 39-50.
- Çarpıcı EB, Erdel B, 2015. Bazı yonca çeşitlerinde (*Medicago sativa* L.) kuraklık stresinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. *Derim*, 32(2): 201-210
- Deaker R, Roughley RJ, Kennedy IR, 2004. Legume seed inoculation technology-a review. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 1275-1288.
- Demiroğlu G, Geren H, Avcıoğlu R, 2008. Farklı Yonca (*Medicago sativa* L.) Genotiplerinin Ege Bölgesi Koşullarına Adaptasyonu. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 45 (1): 1-10.
- Eskandari H, 2013. Effects of Priming Technique on Seed Germination Properties, Emergence and Field Performance of Crops: A review. *Intl.J.Agron.Plant.Prod.*, 4(3): 454-458.
- Hamidi H, Safarnejad A, 2010. Effect of Drought Stress on Alfalfa Cultivars (*Medicago sativa* L.) in Germination Stage. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.*, 8(6): 705-709.
- Heydecker W, Gibbins, B, 1978. The `priming` of seeds. *Acta Horticulturae*, 83: 213-215.
- Ingram J, Bartles D, 1996. The molecular basis of dehydration tolerance in plants. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 47: 377-403.
- Janmohammadi M, Moradi Dezfuli P, Sharifzadeh F, 2008. Seed Invigoration Technique to Improve Germination and Early Growth of Inbred Line of Maize under Salinity and Drought Stress. *Plant physiology*, 34(3-4): 215-226.
- Junges E, Toebe M, Santos RF, Finger G, Muniz MFB, 2013. Effect of priming and seed-coating when associated with *Bacillus subtilis* in maize seeds. *Revista Ciência Agronômica*, 44(3):520-526.
- Kalefetoğlu T, Ekmekçi Y, 2005. The Effects of Drought on Plants and Tolerance Mechanisms. *G.U. Journal of Science*, 18(4): 723-740.
- Kantar F, Elkoca E, 1998. Kültür bitkilerinde tuza dayanıklılık. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 29 (1): 163-174.
- Kaufman G, 1991. Seed Coating: A Tool for Stand Establishment; a Stimulus to Seed Quality. *HortTechnology*, <http://horttech.ashspublishings.org/content/1/1/98.full.pdf>, Erişim tarihi: 20.05.2018.
- Kim JD, Kwon CH, Kim SG, Kim JK, Hur SN, 2005. Development of Seed Pelleting Technique for Surface Sowing of Alfalfa. *Journal of Animal Science and Technology*, 47(3): 475-480.
- Matthews S, Noli E, Demir I, Khajeh-Hosseini M, Wagner MH, 2012. Evaluation of seed quality: from physiology to international standardization. *Seed Science Research* (22): 69-73.
- McDonald MB, 2000. Seed Priming. In: Black M, Bewley JD, (ed.) *Seed Technology and Its Biological Basis*. 287-325. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK.
- Michel BE, Kaufmann MR, 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 51: 914-16.
- Mostafavi K, 2011. A Study Effects of Drought Stress on Germination and Early Seedling Growth of Flax (*Linum usitatissimum* L.) Cultivars. *Advances in Environmental Biology*, 5(10): 3307-3311.
- Örs S, Ekinci M, 2015. Kuraklık Stresi ve Bitki Fizyolojisi. *Derim*, 32(2): 237-250.
- Pecetti L, Romani M, Rosa LD, Piano E, 2008. Selection of grazing-tolerant lucerne cultivars. *Grass and Forage Science*, 63, 360-368.
- Rashmi R, Sarkar M, Vikramaditya, 1997. Cultivation of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) *Ancient Science of Life*, 17 (2): 117-119.
- Samancıoğlu A, Yıldırım E, 2015. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Bakteri Uygulamalarının Bitkilerde Kuraklığa Toleransı Arttırmadaki Etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1): 72-79.

Kaplanmış Yonca (Medicago sativa L.) Tohumlarının Kuraklık Stresi Koşullarında Çimlenme Özelliklerinin Belirlenmesi

- Scott SJ, Jones RA, Williams WA, 1984. Review of data analysis methods for seed germination. *Crop Science*, 24: 1192-1199.
- Sheaffer CC, Hall MH, Martin NP, Rabas DL, Ford JH, Warnes DD, 1988. Effects of Seed Coating on Forage Legume Establishment in Minnesota. Station Bulletin 584-1988 (Item Number AD-SB-3422) Minnesota Agricultural Experiment Station University of Minnesota. Ss,16.
- Soltani A, Khodarahmpour Z, Jafari AA, Nakhjavan S, 2012. Selection of alfalfa (*Medicago sativa* L.) cultivars for salt stress tolerance using germination indices. *African Journal of Biotechnology*, 11(31): 7899-7905.
- Şehirli, S. 1997. Tohumluk ve Teknolojisi. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 422 s.
- Taylor, A. G., Allen, P. S., Bennett, M. A., Bardford, K. J., Burris, J. S., Misra, M. K., 1998, Seed Enhancements, *Seed Sc. Res.* 8, USA:245-256.
- Turk, M.A., Rahman, A., Tawaha, M., Lee, K.D., 2004. Seed germination and seedling growth of three lentil cultivars under moisture stress. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3 (3): 394-397.
- Valdes VM, Bradford KJ, 1987. Effects of seed coating and osmotic priming on the germination of lettuce seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112:153-156.
- Vavrina CS, McGovern RJ, 1990. Seed treatments target soilborne diseases. *Amer. Veg. Grower* 38(13):63-64.
- Wang Y, Li K, Li X, 2009. Auxin redistribution modulates plastic development of root system architecture under salt stress in *Arabidopsis thaliana*. *Journal of Plant Physiology* 166:1637-1645.
- Wu C, Wang Q, Xie B, Wang Z, Cui J, Hu T, 2011. Effects of Drought and salt Stress on Seed Germination of Three Leguminous Species. *African Journal of Biotechnology*, 10 (78), 17954-17961.
- Yüksel O, Albayrak S, Türk M, Sevımay CS, 2016. Dry Matter Yields and Some Quality Features of Alfalfa (*Medicago sativa* L.) Cultivars under Two Different Locations of Turkey. *Süleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Sciences*, 20(2): 155-160.

Tarımsal Kirliliğin Trakya Bölgesi Sucul Habitatları Üzerine Etkilerinin Temel Bileşen Analizi Kullanılarak Değerlendirilmesi: Makro ve Mikro Elementler – Ağır Metaller

Use of Principle Component Analysis to Evaluate the Effects of Agricultural Pollution on the Aquatic Habitats of Thrace Region: Macro and Micro Elements – Heavy Metals

Cem TOKATLI¹ İpek ATILGAN HELVACIOĞLU^{1*}

Öz


Son yıllarda, sucul ekosistemlerin kalitesini değerlendirmek için istatistiksel uygulamaların kullanılması artış göstermektedir. Temel Bileşen Analizi (PCA), çevresel kirlenmeyi değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan güçlü birçok değişkenli istatistiksel tekniktir. Ergene Nehir Havzası, Trakya Bölgesi'nin en önemli sucul habitatıdır ve ülkemizin Marmara Bölgesi'nin kuzey-batı kesiminde yer almaktadır. Havza yoğun bir tarımsal, evsel ve endüstriyel kirlenmeye maruz kalmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Ergene Nehri Havzası'nın lotik (akarsular) ve lentik (baraj gölleri) bileşenlerinin sularındaki makro – mikro element ve ağır metal birikimlerini (Li, Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb) Pearson Korelasyon İndeksi (PCI) ve Temel Bileşen Analizi(PCA) kullanarak değerlendirmektir. Bu amaçla, 2018 yılı bahar mevsiminde yapılan arazi çalışmaları ile havzada belirlenen toplam 36 istasyondan örneklemeler yapılmış ve sudaki bazı mikro – makro element ve ağır metal birikimleri incelenmiştir. Çalışmamızda uygulanan PCI sonuçlarına göre, incelenen makro ve mikro elementler arasında, $p < 0,05$ ve $p < 0,01$ önem düzeylerinde anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Çalışmamızda uygulanan PCA sonuçlarına göre ise, rotasyondan sonraki toplam yüzde varyansları açısından dört faktör toplam varyansın % 87'sini açıklamıştır.

Anahtar Kelimeler: Ergene Nehir Havzası, Makro – mikro elementler, Ağır metaller, Temel Bileşen Analizi, Tarımsal kirlilik

Abstract

In recent years, the use of statistical applications to assess the quality of aquatic ecosystems has increased. Principal Component Analysis (PCA) is a powerful multivariate statistical technique commonly used to assess environmental contamination. Ergene River Basin is the most important aquatic habitat of Thrace Region and is located in the north-western part of the Marmara Region of Turkey. The basin is intensively exposed to agricultural, domestic and industrial pollution. The aim of this study was to evaluate the macro and micro element accumulations (Li, Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb) in water of the lotic (lakes) and lentic (reservoirs) components of the Ergene River Basin by using Pearson Correlation Index (PCI) and Principal Component Analysis (PCA). For this purpose, water samples were collected in the spring season of 2018 from a total of 36 stations selected on the basin and some micro and macro element accumulations were determined. According to the results of PCI, significant relationships were found between the

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: İpek Atılgan Helvacioğlu, Trakya Üniversitesi, İpsala Meslek Yüksekokulu, Laboratuvar Teknolojisi Programı, İpsala, Edirne. E-mail: ipekhelvacioğlu@gmail.com  OrcID: 0000-0002-3841-1206

¹Cem Tokatlı, Trakya Üniversitesi, İpsala Meslek Yüksekokulu, Laboratuvar Teknolojisi Programı, İpsala, Edirne. E-mail: tokatlicem@gmail.com  OrcID: 0000-0003-2080-7920

Atıf/Citation: Atılgan Helvacioğlu, İ. Tokatlı, C.2020. Tarımsal kirliliğin Trakya Bölgesi sucul habitatları üzerine etkilerinin temel bileşen analizi kullanılarak değerlendirilmesi: makro ve mikro elementler-ağır metaller, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 137-148.

*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 2019

investigated macro and microelements in $p < 0.05$ and $p < 0.01$ significance levels. According to the PCA results, four factors explained 87% of the total variance in terms of total percentage variances after rotation.

Keywords: Ergene River Basin, Macro – micro elements, Principle Component Analysis, Agricultural pollution

Extended Summary

Introduction: Statistical applications have been used to evaluate water ecosystem quality in recent years. Principle Component Analysis (PCA) is a powerful multivariate statistical technique widely used to evaluate environmental contamination. Ergene River Basin is the most significant aquatic habitat of Thrace Region and it is located on the north-west part of Marmara Region in Turkey. The basin is exposed to an intensive agricultural, domestic, and industrial pollution. The aim of this study was to evaluate the macro – micro element and heavy metal accumulations in water of lotic and lentic components of Ergene River Basin by using Pearson Correlation Index (PCI) and Principle Component Analysis (PCA).

Materials and Methods: For the statistical evaluation of water quality of lotic and lentic components of Ergene River Basin, some micro and macro element accumulations including Li, Be, B, Na, Mg, Al, K, Ca, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Sr, Mo, Cd, Sb, Ba, Tl, Pb in water were investigated by using an ICP-MS. Water samples were collected on the basin from 36 selected stations (21 of them were on the lotic parts and 15 of them were on the lentic parts) in spring season (rainy) of 2018. Pearson Correlation Index (PCI) and Principal Component Analysis (PCA) were performed by using “SPSS 17” statistical program.

Results and Discussion: According to the results of PCI, significant relations were found between the investigated macro and micro elements in $p < 0.05$ and $p < 0.01$ significance levels. According to the results of PCA, four factors explained 87% of the total variance in terms of total percentage variances after rotation. The most important sources of copper, boron, zinc, lead, manganese and potassium values detected in Basin waters, which were recorded in the same factor (F2) as a result of PCA, may be considered as fertilizers and pesticides used in agricultural activities. Industrial activities are known as the most important sources of molybdenum, cadmium, beryllium, antimony, chromium and vanadium. According to the results of PCA, they were recorded in the same factor (F1) and the most important source of the elements in the basin waters may be Çorlu and Ergene Rivers.

Son yıllarda su kaynaklarında toksik element birikimlerinin araştırılması hız kazanmıştır. En önemli kirletici parametreler arasında yer alan ağır metaller, hem biyotik hem abiyotik ögelerde birikim göstermekte ve çoğu organik kirleticiler gibi biyolojik olarak indirgenemediklerinden canlılarda toksik etkiler oluşturmaktadır (Shrivastava et al, 2003; Çiçek et al., 2013; Köse et al., 2015; Tokatlı et al., 2016; Ustaoglu et al., 2017; Ustaoglu ve Tepe, 2019; Taş et al., 2019).

Meriç – Ergene Nehir Havzası ülkemizin en üretken tarımsal alanlarından birini teşkil etmektedir ve sistemin başlıca kullanım alanı sulama suyu teminidir. Havzanın %95'i (1.223.263 hektar) tarıma elverişli, 328.039 hektar alan ise teknik ve ekonomik olarak sulamaya elverişlidir. Pirinç başta olmak üzere, şekerpancarı, ayçiçeği, mısır, sebze ve meyve başlıca ürün çeşitlerini oluşturmaktadır (Kibaroglu, 2008; Tokatlı ve ark., 2014; Tokatlı, 2014; 2017; Arda ve ark., 2015).

Havzada yürütülen yoğun tarımsal faaliyetlerin yanı sıra özellikle Lüleburgaz, Çorlu ve Çerkezköy gibi yerleşim birimlerine yakın yerlerde, endüstriyel kullanım kaynaklı su kirliliği bölgenin en önemli sorunlarından biridir. Hızlı kentleşme ve sanayileşme nedeniyle ciddi bir kirliliğe maruz kaldığı bilinen Ergene Nehri, bölgenin en önemli sulama suyu kaynağını teşkil eden Meriç Nehri'nin de en önemli kollarından biridir ve havzasında yaklaşık yüzlerce sanayi kuruluşu yer almaktadır (DSİ, 1997; Tokatlı, 2015; Tokatlı ve Başatlı, 2016). Bölge insanların çevre konusunda yeterince bilgi sahibi olmamaları ve çevre konusundaki hassasiyetlerinin çok düşük olması da havzanın en önemli çevre sorunları arasında yerini almaktadır (Şekil 1) (Tokatlı ve Gürbüz, 2014).

Araştırılan bölgelerde elde edilen verilerin sınıflandırılması, modellenmesi ve yorumlanması, ekosistem kalitesinin değerlendirilmesinde yapılması gereken en önemli unsurlardandır (Boyacioglu, 2006). Sistemdeki değişkenlerin çoğunun uygun bir şekilde değerlendirilebilmesi için, Temel Bileşen Analizi ve Faktör Analizi gibi multivaryete istatistik uygulamaları, sucul ekosistemler için önemli bileşenlerin ya da faktörlerin belirlenmesinde çok büyük katkılar sağlarlar (Shrestha ve Kazama, 2007). Faktör Analizi, veriler arasındaki ilişkilere dayanarak verilerin daha anlamlı ve özet bir biçimde sunulmasını sağlayan çok değişkenli bir istatistiksel analiz türüdür ve hem yeraltı hemde yüzey suları kalitesinin değerlendirilmesinde çok yaygın şekilde kullanılmaktadır (Liu et al., 2003; Amadi et al., 2010; Tokatlı et al., 2013; Tokatlı, 2014; Köse et al., 2014; Tokatlı et al., 2014; Boateng et al., 2016; Köse et al., 2018; Ustaoglu ve Tepe, 2018; Çiçek et al., 2019).

Çalışmamızın amacı, bölge için büyük önem taşıyan ve kullanım alanı çok yaygın olan Ergene Nehir Havzası lotik (akarsular) ve lentik (barajlar) bileşenlerinde, makro – mikro element ve ağır metal birikimlerinin, Pearson Korelasyon İndeksi (PCI) ve Temel Bileşen Analizi (PCA) kullanılarak değerlendirilmesidir.

Materyal ve Yöntem

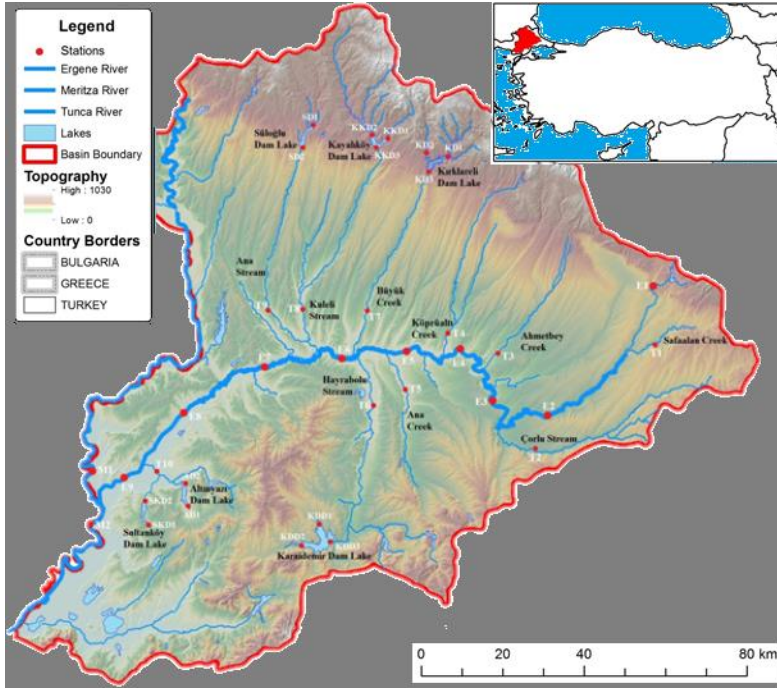
Çalışma Alanı ve Örneklerin Toplanması

2018 yılının ilkbahar mevsiminde yapılan arazi çalışmalarında, Ergene Nehri üzerinden, önemli yan kollardan ve havzada yer alan barajlardan olmak üzere, havzada belirlenen toplam 36 istasyondan, su örnekleri toplanmıştır. İstasyon bilgileri Tablo 1’de, ArcGIS programı kullanılarak çizilen Ergene Nehir Havzası ve seçilen istasyonlar ise Şekil 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. İstasyon bilgileri (Ergene Nehir Havzası)

Table 1. Station information (Ergene River Basin)

İstasyon	Konum	İstasyon	Konum
Akarsular			
Meriç ve Ergene Nehirleri		Yan Kollar	
E1	Kavacık	T1Safaalan Çayı	Karlı
E2	Muratlı	T2Çorlu Çayı	Muratlı
E3	Karamusul	T3Ahmetbey Çayı	Ahmetbey
E4	Eskibedir	T4Köprüaltı Çayı	Lüleburgaz
E5	Oklalı	T5Anadere Çayı	Sinanlı
E6	Pehlivan köyü	T6Hayrabolu Çayı	Karakavak
E7	Uzunköprü	T7Büyükdere Çayı	Babeski
E8	Yenicegörece	T8Kuleli Çayı	Kumköy
E9	Adasarhanlı	T9Ana Dere	Bakışlar
M1	Küplü	T10Sulama Kanalı	Küçükaltıağaç
M2	Sarıcaali		
Barajlar			
Kayalıköy Barajı		Kırklareli Barajı	
KKD1	K.Ü. Rektörlük	KD1	Kırklareli
KKD2	K.Ü. Rektörlük	KD2	Kırklareli
KKD3	Karahamza	KD3	Kırklareli
Süloğlu Barajı		Karaidemir Barajı	
SD1	Süloğlu	KDD1	Kozyörük
SD2	Süloğlu	KDD2	Sarnıç
		KDD3	Karaidemir
Sultanköy Barajı		Altınyazı Barajı	
SKD1	Sultanköy	AD1	Altınyazı
SKD2	Sultanköy	AD2	Altınyazı



Şekil 2. Ergene Nehir Havzası ve seçilen istasyonlar

Figure 2. Ergene River Basin and selected stations

Element Analizleri

Arazi çalışmaları sırasında uygun şekilde toplanıp etiketlenen, Ergene Havzası su örneklerinin makro – mikro element ve ağır metal içerikleri, Dünya Akreditasyon Kurumu'nun ülkemizdeki temsilcisi olan TÜRKAK tarafından verilen TS EN/ISO IEC 17025 kapsamında uluslararası akreditasyon sertifikasına sahip, Trakya Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi (TÜTAGEM)'nde tespit edilmiştir.

Laboratuvara getirilen su örnekleri, çözülmüş elementlerin belirlenmesi için öncelikle, 0.45 µm gözenek çaplı membran filtreden (selüloz nitrat) süzölmüştür. Süzöntüden alınan bir miktar su numunesi (1+1) nitrik asit ile hemen pH< 2'ye ayarlanmıştır. Örneğin asit derişimi % 1 (v/v) nitrik asite karşılık gelecek şekilde, uygun hacimde (1+1) nitrik asit (ör; 20 mL örneğe 0.4mL (1+1) HNO₃) ilave edilmiştir. Tüp kapatılıp karıştırılarak, örnek analize hazır hale getirilmiştir. Daha sonra su numunelerindeki toksik element seviyeleri AGILENT 7700X ICP – MS cihazı ile belirlenmiştir (EPA metod 200.8, 1994).

İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler arasındaki anlamlı ilişkilerin tespiti için kullanılan Pearson Korelasyon İndeksi (PCI) ve sistem üzerindeki baskı unsurlarının sınıflandırılması için kullanılan Temel Bileşen Analizi (PCA) ise "SPSS 17" istatistik programı kullanılarak yapılmıştır.

Bulgular

Pearson Korelasyon İndeksi (PCI)

Araştırma sonucu elde edilen veriler arasında istatistiki olarak anlamlı ilişkiler olup olmadığını tespit edebilmek için ($p < 0,05$ veya $p < 0,01$), verilere Pearson Korelasyon İndeksi uygulanmıştır. Ergene Nehir Havzası sularında tespit edilen element verileri arasında kaydedilen anlamlı istatistiki ilişkiler ve korelasyon katsayıları Tablo 2'de (n=36) verilmiştir.

Tablo 2.Ergene Nehir Havzası yüzey sularında tespit edilen element verileri arasındaki ilişkiler

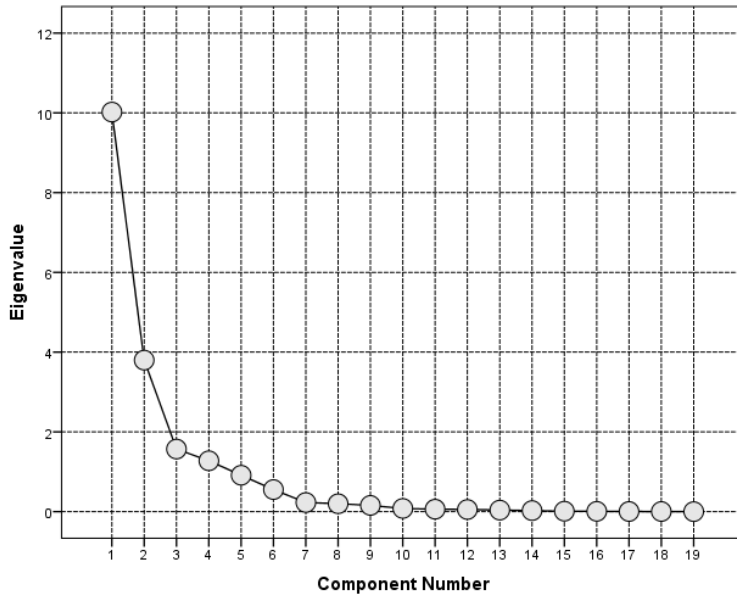
Table 2. The relationships between elemental data detected in surface waters of the river basin

	Li	Be	B	Na	Mg	Al	K	Ca	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Sr	Mo	Cd	Sb	Ba	Tl	Pb
Li	1																								
Be	,038	1																							
B	,955**	,199	1																						
Na	,417*	,428**	,649**	1																					
Mg	,112	-,298	,063	,029	1																				
Al	-,099	,099	-,094	-,033	-,320	1																			
K	,609**	,339*	,792**	,929**	,069	-,080	1																		
Ca	,388*	-,111	,360*	,218	,586**	-,388*	,399*	1																	
V	,459**	,445**	,673**	,951**	,006	-,024	,944**	,325	1																
Cr	,328	,479**	,546**	,907**	-,065	-,014	,865**	,137	,905**	1															
Mn	,580**	,451**	,757**	,882**	-,149	,013	,913**	,156	,873**	,875**	1														
Fe	,202	,470**	,373*	,661**	-,243	,663**	,585**	-,145	,692**	,675**	,640**	1													
Co	,458**	,457**	,613**	,758**	-,072	-,041	,823**	,230	,787**	,916**	,829**	,529**	1												
Ni	,386*	,377*	,531**	,699**	-,081	-,031	,750**	,124	,710**	,898**	,774**	,496**	,980**	1											
Cu	,412*	,390*	,617**	,857**	-,126	-,043	,828**	,147	,858**	,840**	,803**	,588**	,760**	,731**	1										
Zn	,679**	,413*	,816**	,786**	-,128	-,020	,893**	,234	,827**	,835**	,932**	,572**	,890**	,843**	,835**	1									
As	,390*	,404*	,618**	,961**	,060	-,073	,932**	,313	,958**	,893**	,848**	,613**	,782**	,719**	,841**	,790**	1								
Se	,369*	,488**	,578**	,872**	-,048	-,038	,838**	,191	,939**	,901**	,818**	,716**	,742**	,689**	,815**	,783**	,861**	1							
Sr	,332*	-,082	,353*	,395*	,777**	-,348*	,494**	,861**	,438**	,282	,233	-,003	,282	,206	,218	,253	,474**	,317	1						
Mo	,285	,782**	,502**	,806**	-,164	-,042	,739**	,085	,854**	,828**	,773**	,664**	,698**	,625**	,721**	,714**	,794**	,904**	,194	1					
Cd	,261	,936**	,433**	,582**	-,243	,003	,538**	-,017	,593**	,600**	,617**	,493**	,587**	,506**	,524**	,590**	,562**	,603**	,032	,869**	1				
Sb	,270	,554**	,523**	,970**	-,066	,004	,836**	,088	,893**	,868**	,817**	,661**	,691**	,632**	,809**	,684**	,914**	,818**	,273	,835**	,669**	1			
Ba	,257	-,085	,266	,236	,491**	-,183	,392*	,874**	,343*	,130	,131	-,020	,197	,088	,154	,158	,339*	,161	,789**	,054	-,032	,134	1		
Tl	,205	,941**	,373*	,557**	-,270	,012	,517**	-,041	,585**	,660**	,622**	,504**	,676**	,616**	,536**	,615**	,551**	,620**	-,001	,866**	,969**	,638**	-,064	1	
Pb	,700**	,497**	,836**	,808**	-,264	,204	,834**	,093	,800**	,750**	,914**	,704**	,723**	,647**	,745**	,871**	,742**	,724**	,117	,725**	,652**	,766**	,092	,617**	1

Temel Bileşen Analizi (FA)

Korele veriler kullanılarak, Ergene Nehir Havzası yüzey suları üzerinde etkili değişken faktörlerinin belirlenmesi amacıyla Faktör Analizi kullanılmıştır.

Ergene Nehir Havzası yüzey sularında su kalitesi üzerine etkili değişken faktörlerin belirlenebilmesi için suda tespit edilen makro ve mikro element parametrelerinden toplamda 19 değişken kullanılmıştır. Elde edilen KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) Örneklem Yeterliliği Testi sonuçları, örneklem büyüklüğünün oldukça iyi bir seviyede ve yeterli olduğunu göstermektedir (0,732). Birden büyük olan özdeğerler, kullanılan verilerden açıklanması gereken varyans kaynakları olarak, temel bileşenlerin değerlendirilmesi amacıyla kriter olarak seçilmiştir ve temel bileşenlerin özdeğerlerinin ifade edildiği ScreePlot Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. ScreePlot diyagramı

Figure 3. ScreePlot diagram

Yüzde varyans değerleri, kümülatif yüzde varyans değerleri ve bileşen yükleri (rotasyondan önce ve rotasyondan sonra) Tablo 3'te, rotasyondan sonraki faktör yüklerini gösteren örümcek diyagramı ise Şekil 4'te verilmiştir. Rotasyondan sonraki toplam yüzde varyanslarına göre, 4 faktör toplam varyansın %87'sini açıklamaktadır. Rotasyondan önceki ve rotasyondan sonraki, 4 faktör için belirlenen 0,5'ten büyük parametre yükleri (bileşen matrisi) Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. Açıklanan toplam varyanslar

Table 3. Total variances explained

Bileşen	İlk Özdeğerler			Yüklerin Karesinin Ekstraksiyon Toplamları (rotasyondan önce)			Yüklerin Karesinin Rotasyon Toplamları (rotasyondan sonra)		
	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %	Toplam	Varyans %	Kümülatif %
1	10,021	52,741	52,741	10,021	52,741	52,741	6,560	34,529	34,529
2	3,799	19,993	72,734	3,799	19,993	72,734	4,822	25,380	59,909
3	1,569	8,259	80,994	1,569	8,259	80,994	3,551	18,691	78,599
4	1,275	6,713	87,706	1,275	6,713	87,706	1,730	9,107	87,706

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi

Tablo 4. Bileşen matrisleri

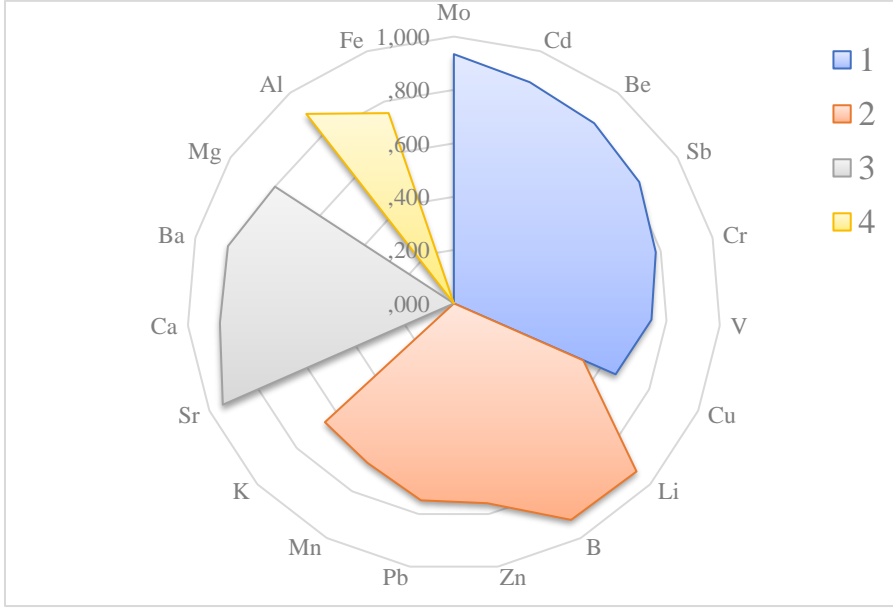
Table 4. Component matrixes

	Component Matrix					Rotated Component Matrix			
	Component					Component			
	1	2	3	4		F1	F2	F3	F4
V	,951				Mo	,934			
K	,948				Cd	,876			
Mn	,944				Be	,856			
Zn	,921				Sb	,830			
Pb	,916				Cr	,781			
Cr	,902				V	,743			
Sb	,880				Cu	,661	,530		
Mo	,873				Li		,930		
Cu	,865				B		,922		
B	,784				Zn		,759		
Cd	,723				Pb		,747		
Fe	,697			,562	Mn		,679		
Be	,562		,504		K		,657		
Ca		,883			Sr			,945	
Sr		,861			Ca			,880	
Mg		,790			Ba			,873	
Ba		,783			Mg			,800	
Li	,591				Al				,901
Al		-,517		,749	Fe				,754

Ekstraksiyon Metodu: Temel Bileşen Analizi;

Rotasyon Metodu: KaiserNormalizasyonu ile Varimaks

Birinci faktör, toplam varyansın %34,5'ini açıkladı ve Mo, Cd, Be, Sb, Cr, V ve Cu değişkenleriyle ilişkili olarak tespit edildi. Bu faktörde, Mo, Cd, Be ve Sb parametreleri güçlü pozitif ve V ve Cu parametreleri orta pozitif seviye yüklü olarak belirlenmiştir. İkinci faktör, toplam varyansın %25,3'ünü açıkladı ve Cu, Li, B, Zn, Pb, Mn ve K değişkenleriyle ilişkili olarak tespit edildi. Bu faktörde, Li, B ve Zn parametreleri güçlü pozitif ve Cu, Pb, Mn ve K parametreleri orta pozitif seviye yüklü olarak belirlendi. Üçüncü faktör, toplam varyansın %18,6'sı açıkladı ve Sr, Ca, Ba ve Mg değişkenleriyle ilişkili olarak tespit edildi. Bu faktörde, tüm parametreler güçlü pozitif yüklü olarak belirlendi. Dördüncü faktör, toplam varyansın %9,1'i açıkladı ve Al ve Fe değişkenleriyle ilişkili olarak tespit edildi. Bu faktörde, tüm parametreler güçlü pozitif yüklü olarak belirlendi (Şekil 4).



Şekil 4. Rotasyondan sonraki bileşen yükleri

Figure 4. Component loads after rotation

Çorlu Çayı ve Ergene Nehri yukarı havzasında bir çok sanayi tesisi yer almaktadır ve çok yoğun şekilde endüstriyel faaliyetler yürütülmektedir. Bu durumun, ilgili akarsuları çok önemli ölçüde kirlettiği ve su kalitelerinde belirgin düşümlere neden olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Tokatlı, 2015; 2019a; 2019b; Tokatlı ve Başatlı, 2016; Tokatlı ve ark., 2016;). Molibden, kadmiyum, berilyum, antimon, krom ve vanadyumun en önemli kaynaklarından birinin endüstriyel faaliyetler olduğu bilinmektedir (ATSDR, 2002; 2012a; 2012b; 2012c; 2017; 2019). PCA sonuçlarına göre, bu elementlerin aynı faktör içerisinde yer alması (F1), bunların aynı kaynaktan sisteme giriş yaptığına işaret etmektedir ve havza sularında tespit edilen molibden, kadmiyum, berilyum, antimon, krom ve vanadyum elementlerinin en önemli kaynağının Çorlu Çayı ve Ergene Nehri yukarı havzasında yürütülen sanayi faaliyetleri olduğu düşünülmektedir.

Çinko, yer kabuğunda en bol bulunan elementlerden biridir ve doğal süreçler ile insan aktiviteleri sonucu havaya, toprağa ve suya geçmektedir. Bilindiği gibi gübreler toprağa çinko geçişinde önemli bir etkiye sahiptir ve yağmurlar havadan ve topraktan sulara çinko geçişini hızlandırabilir (ATSDR, 2005). Bakır, doğal olarak kayalarda, toprakta, suda ve düşük konsantrasyonlarda havada bulunan kırmızımsı bir metaldir ve insanlarda dâhil olmak üzere tüm canlılar için düşük seviyelerde esansiyel bir elementtir. Bakırın çevreye geçişi birçok yolla meydana gelebilmektedir ve bunlardan en önemlileri doğal kaynaklı geçişler, çöplükler, evsel atık sular, fosil yakıtların yakılması, fosfatlı gübre üretimidir (ATSDR, 2004). Kurşun, yer kabuğunda oldukça küçük miktarlarda bulunmaktadır ve yüzey su ve sedimentlerdeki kurşun akümülyasyonlarının yaklaşık %90'ı insan aktivitelerinden kaynaklanmaktadır (ATSDR, 2007). Tarım arazilerinde kullanılan pestisitler önemli miktarlarda kurşun içerebilmektedir ve kurşun, atmosferden ya da direkt olarak toprağa geçtikten sonra toprak partiküllerine kuvvetlice yapışır ve kalıntıları toprağın üst tabakasında uzun süre kalabilir. Buda tarım arazilerine sadece bugünkü değil geçmişteki pestisit uygulamalarının bile, topraktaki kurşun içeriklerinin önemli kısmından sorumlu olabileceği anlamına gelmektedir (ATSDR, 2007). Çalışmamızda uygulanan Faktör Analizi sonuçlarına göre, çinko, bakır ve kurşun aynı faktör içerisinde yer almaktadır (F2) ve bu durum, bu elementlerin sistemdeki kaynaklarının benzer faaliyetler olduğunu düşündürmektedir.

Bilindiği gibi, spesifik ağır metaller arasında gözlenen yüksek korelasyonlar, bunların aynı kaynaklardan sisteme deşarj edildiğinin bir göstergesidir (Hakanson ve Jansson, 1983; Li et al, 2009). Suda tespit edilen Zn ve Cu seviyeleri arasında istatistik olarak anlamlı pozitif ilişkiler tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca yine suda önemli tarımsal orijinli toksik ve esansiyel elementler olan Cd ile Cu ve Zn ve pestisitlerle

yaygın olarak kullanılan As ve Pb seviyeleri arasında da istatistiki olarak anlamlı pozitif ilişkiler tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Bu elementlerin sistemdeki en önemli kaynaklarının tarımsal uygulamalar olduğu düşünölmektedir.

Bölgede monoköltür yaklaşımlı tarımsal uygulamalar toprağı bazı mineraller açısından fakirleştirmektedir. Mineral açığıını gidermek için ise tüm tarımsal üretim yapılan sahalarda inorganik ve fosfatlı gübreler yoğun şekilde kullanılmaktadır. Bölge sularında tespit edilen bakır, bor, çinko, kurşun, mangan ve potasyum değerlerinin en önemli kaynaklarının tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübreler ve pestisitler olduğu düşünölmektedir. Bilindiği gibi molibden, kadmiyum, berilyum, antimon, krom ve vanadyum en önemli kaynaklarından biri endüstriyel atıklardır ve çalışmamızda Temel Bileşen Analizi sonuçlarına göre aynı faktör içerisinde yer alan (F1) bu elementlerin, havza sularındaki en önemli kaynağının ise Çorlu ve Ergene Nehirleri olduğu düşünölmektedir.

Teşekkür

Bu araştırma, Trakya Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (TÜBAP 2017/211) tarafından finansal olarak desteklenmiştir.

Kaynakça/References

- Amadi, A. N., Yisa, J., Okoye, N. O., Okunlola, I. A., 2010. Multivariate Statisticale Valuation of the Hydrochemical Facies in Aba, Southeastern Nigeria. *An International Journal of Biological and Physcal Sciences*, 15 (3): 326–337.
- Arda, H., Helvacioğlu, İ. A., Meriç, Ç., Tokatlı, C., 2015. İpsala İlçesi (Edime) Toprak ve Piriç Kalitesinin Bazı Esansiyel ve Toksik Element Birikimleri Açısından Değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8 (1): 7-13.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2002. Toxicological Profile for Beryllium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2004. Toxicological profile for Copper, U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2005. Toxicological profile for Zinc, U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2007. Toxicological Profile for Lead. U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2012a. Toxicological Profile for Cadmium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2012b. Toxicological Profile for Chromium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2012c. Toxicological Profile for Vanadium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2017. Toxicological Profile for Molybdenum. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2019. Toxicological Profile for Antimony. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services.
- Boateng, T. K., Opoku, F., Acquah, S. O., Akoto, O., 2016. Ground Water Quality Assessment Using Statistical Approach and Water Quality Index in Ejisu-Juaben Municipality, Ghana. *Environ Earth Sci*, 75: 489.
- Boyacioglu, H., 2006. Surface Water Quality Assessment Using Factor Analysis. *Water S.A.*, 32(3), 389–393.
- Çiçek, A., Tokatlı, C., Köse, E., 2013. Ecological Risk Assessment of Heavy Metals in Sediment of Felent Stream (Sakarya River Basin, Turkey). *Pakistan Journal of Zoology*, 45 (5): 1335-1341.
- Çiçek, A., Köse, E., Tokatlı, C., 2019. Use of Factor Analysis to Evaluate the Sediment Quality of a Significant Mining Area: Seydisuyu Stream Basin (Turkey). *Polish Journal of Environmental Studies*, 28 (3): 2021-2025.
- EPA method 200.8, 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by ICP-MS.
- Hakanson, L., Jansson, M., 1983. *Principles of Lake Sedimentology*, Springer Verlag, Berlin.
- Kıbaroğlu, A., 2008. Meriç Nehir Havzası Sıvraşan Su Politikaları. 5. Dünya Su Forumu, Türkiye Bölgesel Su Toplantıları: Taşkın Konferansı, 19-20 HAZİRAN 2008, EDİRNE.
- Köse, E., Çiçek, A., Uysal, K., Tokatlı, C., Emiroğlu, Ö., Arslan, N., 2015. Heavy Metal Accumulations in Water, Sediment and Some Cyprinidae Fish Species From Porsuk Stream (Turkey). *Water Environment Research*, 87 (3): 195-204.
- Köse, E., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., Tokatlı, C., Başkurt, S., Aksu, S., 2018. Sediment Quality Assessment in Porsuk Stream Basin (Turkey) From a Multi-Statistical Perspective. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27 (2): 747-752.
- Köse, E., Tokatlı, C., Çiçek, A., 2014. Monitoring Stream Water Quality: A Statistical Evaluation. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23 (5): 1637-1647.
- Li, F.Y., Fan, Z.P., Xiao, P.F., Oh, K., Ma, X.P., Hou, W., 2009. Contamination, Chemical Speciation and Vertical Distribution of Heavy Metals in Soils of an Old and Large Industrial Zone in Northeast China. *Environmental Geology*, 54, 1815-1823.
- Liu, C. W., Lin, K. H., Kuo, Y. M., 2003. Application of Factor Analysis in the Assessment of Ground Water Quality in a Blackfoot Disease Area in Taiwan. *Sci Total Environ*, 30: 77–89.
- Shrestha, S., Kazama, F., 2007. Assessment of Surface Water Quality Using Multivariate Statistical Techniques: A Case Study of the Fujiriver Basin; Japan. *Environmental Modelling & Software*, 22, 464–475.
- Shrivastava, P., Saxena, A., Swarup, A., 2003. Heavy Metal Pollution in a Sewage-Fed Lake of Bhopal, (M. P.) India. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 8:1-4.

- Taş, B., Tepe, Y., Ustaoglu, F., Alptekin, S., 2019. Benthic Algal Diversity and Water Quality Evaluation by Biological Approach of Turnasuyu Creek, NE Turkey. *Desalination and Water Treatment*, 155: 402-415.
- Tokatlı, C., 2014. Drinking Water Quality of a Rice Land in Turkey by a Statistical and GIS Perspective: İpsala District. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23 (6): 2247-2258.
- Tokatlı, C., 2015. Assessment Of The Water Quality in The Meriç River: As an Element of the Ecosystem in the Thrace Region of Turkey. *Polish Journal of Environmental Studies*. 24 (5): 2205-2211.
- Tokatlı, C., 2017. Bio – Ecological and Statistical Risk Assessment of Toxic Metals in Sediments of a Worldwide Important Wetland: Gala Lake National Park (Turkey). *Archives of Environmental Protection*, 43 (1): 34-47.
- Tokatlı, C., 2019a. Water and Sediment Quality Assessment of the Lifeblood of Thrace Region (Turkey): Meriç River Basin. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28 (5): 4131-4140.
- Tokatlı, C., 2019b. Sediment Quality of Ergene River Basin: Bio – Ecological Risk Assessment of Toxic Metals. *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (11): 1-12.
- Tokatlı, C., Başatlı, Y., 2016. Trace and Toxic Element Levels in River Sediments. *Polish Journal of Environmental Studies*, 25 (4): 1715-1720.
- Tokatlı, C., Gürbüz, E., 2014. Enez İlçesi ve Yeni Karpuzlu Beldesi Yerel Halkının (Edirne) Gala Gölü Milli Parkı Algılarının Sosyoekonomik ve Ekolojik Açıdan Değerlendirilmesi. *International Journal of Social and Economic Sciences*, 4 (2): 01-05.
- Tokatlı, C., Çiçek, A., Köse, E., 2013. Groundwater Quality Of Türkmen Mountain (Turkey). *Polish Journal of Environmental Studies*, 22 (4): 1197-1208.
- Tokatlı, C., Emiroğlu, Ö., Çiçek, A., Köse, E., Başkurt, S., Aksu, S., Uğurluoğlu, A., şahin, M., Başatlı, Y., 2016. Investigation of Toxic Metal Bioaccumulations in Fishes of Meriç River Delta (Edirne). *Anadolu University Journal of Science and Technology – C Life Sciences and Biotechnology*, 5 (1): 1-11.
- Tokatlı, C., Köse, E., Çiçek, A., 2014. Assessment of The Effects of Large Borate Deposits on Surface Water Quality by Multi Statistical Approaches: A Case Study of the Seydisuyu Stream (Turkey). *Polish Journal of Environmental Studies*, 23 (5): 1741-1751.
- Tokatlı, C., Köse, E., Uğurluoğlu, A., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., 2014. Gala Gölü (Edirne) Su Kalitesinin Coğrafı Bilgi Sistemi (CBS) Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 32: 490-501.
- Tokatlı, C., Köse, E., Arslan, N., Çiçek, A., Emiroğlu, Ö., Dayıoğlu, H., 2016. Ecosystem Quality Assessment of an Aquatic Habitat in a Globally Important Boron Reserve: Emet Stream Basin (Turkey). *International Journal of Environment and Pollution*, 59 (2/3/4): 116-141.
- Ustaoglu, F., Tepe, Y., Aydin, H., Akbaş, A., 2017. Investigation of Water Quality and Pollution Level of Lower Melet. *Alinteri Ziraı Bilimler Dergisi*, 32 (1): 69–79.
- Ustaoglu, F., Tepe, Y., 2018. Pazarsuyu Deresi (Giresun, Türkiye) Sediment Kalitesinin Çok Değerşkenli İstatistik Yöntemlerle Belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6 (3): 304-312.
- Ustaoglu, F., Tepe, Y., 2019. Water Quality and Sediment Contamination Assessment of PazarsuyuStream, Turkey Using Multivariate Statistical Methods and Pollution Indicators. *International Soil and Water Conservation*, 7: 47-56.

Artan Dozlarda Bakır Sülfat ve Azot Uygulamalarının Ekmeklik Buğdayda Verim ile Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalığına Etkileri

Effects of Copper Sulfate and Nitrogen Applications in The Increasing Doses On The Yield and Root and Root Crown Rot Disease of Bread Wheat

Muhammet Nurullah AKDAĞ^{1*} Mehmet ZENGİN²

Öz


Bu çalışma, artan dozlarda bakır sülfat (BS; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; %35 Cu) ve azot uygulamalarının Quality çeşidi ekmeklik buğdayda verim ve verim unsurları ile kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına (KKBÇH) etkilerini tespit etmek amacıyla 2016-2017 üretim sezonunda Konya'nın Sarayönü İlçesi'nin Değirmenli Mahallesi'nde 0 ada 307 parsel numaralı bir çiftçi tarlasında yağmurlama sulamalı koşullarda yapılmıştır. Çalışmada 3 blok ve her blokta 24 parsel olmak üzere toplam 72 parsel oluşturulmuştur. Bloklara 10, 15 ve 20 kg N da⁻¹ dozları uygulanmıştır. Ayrıca her blokta kendi içinde 4 tekerrürlü olarak 0, 0.5, 1, 2, 4 ve 6 kg BS da⁻¹ dozları kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, en yüksek buğday verimi (405 kg da⁻¹) '15 kg N da⁻¹ + 4 kg BS da⁻¹' uygulamasından alınmıştır. Ayrıca 10 kg N da⁻¹ bloğunda 2 kg BS da⁻¹ dozu ve üzeri dozlarda, 15 kg N da⁻¹ ve 20 kg N da⁻¹ bloklarında ise 4 kg BS da⁻¹ dozu ve üzerindeki dozlarda BS uygulanan parsellerde KKBÇH'nin oluşmadığı belirlenmiştir. Uygulanan N dozlarının buğdayda verim ve verim unsurlarına etkilerine bakıldığında, en yüksek verim ve verim unsurları değerleri 15 kg N da⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Bu yüzden benzer koşullardaki buğday yetiştiriciliğinde 15 kg N da⁻¹ ve 4 kg BS da⁻¹ dozlarının kullanılması önerilebilir.


Anahtar Kelimeler: Azot, bakır sülfat, buğday, kök ve kök boğazı çürüklüğü

Abstract

This study was carried out to determine the effects of in the increasing doses of copper sulfate (CS; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 35% Cu) and nitrogen applications on the yield and yield components, root and root crown disease of Quality variety bread wheat grown in a farmer field with spring irrigation in Değirmenli Town of Sarayönü District of Konya Province in 2016-2017 growing season. In the field experiment, the three block and 24 plots in each block, total 72 plots were formed. 100, 150 and 200 kg N ha⁻¹ doses were applied into blocks. In addition, 0, 5, 10, 20, 40 and 60 kg CS ha⁻¹ doses were given into each block as four replications. According to the results, the highest wheat yield (4.050 kg ha⁻¹) was obtained from '150 kg N ha⁻¹ + 40 kg CS ha⁻¹' doses. In addition, the root and root crown diseases were not seen in the 20 kg CS ha⁻¹ doze and more high doses in the 100 kg N ha⁻¹ block. The same diseases were not determined in the 40 kg CS ha⁻¹ doze and more high doses in the 150 and 200 kg N ha⁻¹ blocks. When it was look at the effects of N doses applied, the highest yield and yield components were obtained from 150 kg N ha⁻¹ doze (2. block). So, 150 kg N ha⁻¹ and 40 kg CS ha⁻¹ doses can be suggested in the wheat growing in the similar conditions.

Keywords: Nitrogen, copper sulfate, wheat, root and root crown.

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Muhammet Nurullah Akdağ, Sarayönü İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü, Konya. Türkiye E-mail: akdagnurullah@gmail.com,  OrcID: 0000-0002-9445-178X

²Mehmet Zengin, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya. Türkiye. E-mail: x@hotmail.com.  OrcID: 0000-0001-9330-0253

Atıf/Citation: Akdağ, M., N., Zengin, M. 2020. Artan dozlarda bakır sülfat ve azot uygulamalarının ekmeklik buğdayda verim ile kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına etkileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 149-161.

Extendend Summary

This study was carried out to determine the effects of increasing dozes of copper sulphate (CS; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; 35% Cu) and nitrogen applications on the yield and yield components of Quality bread wheat and root and root rot diseases (RRRD) in the conditions of spring irrigated land in Değirmenli of Sarayönü District of Konya Province in 2016-2017 growing season. The soil samples were taken from the top layer of 0-30 cm and some physical and chemical analyzes were carried out in the Soil Fertilizer Plant Nutrition Research Laboratory of the Faculty of Agriculture of Selçuk University, on October 19, 2016.

The experiment was carried out in randomized block design with four replications in 3 blocks in total 72 parcels. A total of 72 parcels were planned to be 3 blocks next to each of the 24 parcels with 2.5 m width and 6 m length. Wheat seeds with pesticide were planted in each plot with 450 seed m^{-2} sowing norm on October 30, 2016. 13 kg of DAP was applied by drilling in to bottom in the sowing. Half of the amount of N planned to be given in the trial during the period of brother hood with area in March, the remaining half of the period of retention, in April, ammonium sulfate fertilizer was given.

During the production season, 100 kg N ha^{-1} was to tally applied to the first of the blocks, 150 kg N ha^{-1} was applied to the second and 200 kg N ha^{-1} was applied to the third. The 0, 5, 10, 20, 40 and 60 kg CS ha^{-1} dozes were pulverized as sufficient solution in to the plots having four replicated prepared in the blocks between the brother hood and staking period.

The highest grain yield in wheat (4.050 kg ha^{-1}) was taken from 150 kg N ha^{-1} and 40 kg CS ha^{-1} . The highest yield was obtained as N needed and RRRD did not occur. The lowest grain yield (3.020 kg ha^{-1}) was taken from the plot where CS was not applied in the 100 kg of N ha^{-1} and from the plot where 5 kg CS ha^{-1} . The N doze applied in these plots could not meet the need of the plant. Besides, grain yield was lower than the other plots because of the occurrence of RRRD in these plots. The yield average (3.370 kg ha^{-1}) did not increase gradually and low grain yield was obtained according to 150 kg N ha^{-1} by more N application (200 kg N ha^{-1}) which is more than need of the wheat.

The lowest RRRD scale value (0) was obtained from the application of 20, 40 and 60 kg CS ha^{-1} in 100 kg N ha^{-1} application and no diseases were observed in these plots. The highest RRRD scale value (3) was observed at the dozes of 0, 5 and 10 kg CS ha^{-1} in 200 kg N ha^{-1} . It was observed that as the doze of CS increased, the scale of RRRD scale decreased, and as the N doze increased, the value of RRRD scale increased. As the N doze increased, the cell structure of the plant has grown rapidly. Therefore, the rapidly developing cell structure was susceptible to the disease and hence as N doze increased, RRRD increased. In the CS applications, when the application doze of CS increased, the value of RRRD scale decreased and it was understood that the disease was stopped at 40 kg CS ha^{-1} .

The highest plant height (58 cm) was obtained from 40 kg CS ha^{-1} in 200 kg N ha^{-1} block and the lowest plant height (49 cm) was obtained from the plot not applied CS in the 100 kg N ha^{-1} . The highest number of spikes (660) in m^2 was taken from 200 kg N ha^{-1} and 60 kg CS ha^{-1} , and the lowest spike number (492) from 100 kg N ha^{-1} and CS were not applied. The highest grain number (28) was obtained from 150 kg N ha^{-1} and 40 kg CS ha^{-1} , and the lowest grain number (21) was obtained from 150 kg N ha^{-1} and CS was not use plot. The highest thousand grain weight (45.00 g) was taken from 150 kg N ha^{-1} and 40 kg CS ha^{-1} , and the lowest one thousand grain weight (36.25 g) was taken from 100 kg N ha^{-1} and BS not applied plot. The highest protein ratio (12.88%) was obtained from 40 kg CS ha^{-1} with 150 kg N ha^{-1} and the lowest protein ratio (7.35%) from 100 kg N ha^{-1} and CS was not used plot.

In the fight against RRRD, in our study, the results of CS applications are investigated together with N applications, RRRD was not seen in the 20, 40 and 60 kg CS ha^{-1} in the 100 kg N ha^{-1} , in 40 and 60 kg CS ha^{-1} in the 150 and 200 kg N ha^{-1} . RRRD decreased as CS dozes increased until 20 kg CS ha^{-1} in the 100 kg N ha^{-1} , 40 kg CS ha^{-1} in the 150 and 200 kg N ha^{-1} . It has been understood that 40 kg of CS ha^{-1} spray doze can be used to combat RRRD between brotherhood and staking period. 150 kg N ha^{-1} doze may be recommended for high yield and yield components in similar wheat, soil and climate conditions.

Buğday dünyada ve ülkemizde en çok üretilen ve ülkelerin beslenme, ticaret ve ekim nöbeti sistemlerinde vazgeçilmez bir kültür bitkisidir. Dünya nüfusu ile tarımsal üretim ve gıdanın aynı oranda artmaması açlık sorununu ortaya çıkarmaktadır. Akdeniz ve Balkan ülkelerinin ana gıda maddesi buğday ve buğday ürünleridir.

Buğday, dünya besin kalorisinin yaklaşık %20'sini karşılamaktadır (Wiese, 1991). Ülkemizde kişi başına buğday tüketimi 250 kg/yıl, kişi başına günlük ekme tüketimi ise 360 g civarındadır (Anonim, 2016a). İnsan beslenmesinde dünyada en çok kullanılan kültür bitkileri arasında yer alan ekme buğday (*Triticumaestivum*L.) ve makarnalık buğday (*Triticum durum* Desf.) ülkemizde ve gelişmekte olan ülkelerde temel besin kaynaklarını oluşturmaktadır. Tarıma dayalı sanayide, gıda sanayisinin alt dalı olan un ve unlu mamuller sanayisine hammadde olmasının yanı sıra kepek, saman vb. olarak da hayvancılık sektörünün önemli bir unsuru olan buğday, strateji uzmanlarına göre 21. yüzyılın en önemli jeo-ekonomik gücüdür (Koca, 1999).

Buğdaya karşı artan talepleri karşılayabilmek için tarım yapılan alanları çeşitli nedenlerle günden güne azalan ülkelerde esas yapılması gereken birim alandan alınan ürün miktarını artırmaktır. Buğday kök ve kök boğazı fungal hastalıkları verimi sınırlayan en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Bitki kök sağlığı, bitkinin ortamdaki su ile besin maddelerini en iyi şekilde alması ve değişik çevre koşullarına uyumu açısından önemlidir. Köklerin hastalıklı olması halinde, kök yoğunluğu ve derinliği azalmakta, bitkilerin kullanabildiği toprak derinliği daha yüzeysel kalmakta, bundan dolayı bitki topraktaki su ve besin maddelerini yeterince alamamakta ve sonuçta önemli verim kayıpları meydana gelebilmektedir (Cook, 1992). Kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalık etmenlerinin uygun ortam bulduklarında kısa sürede inokulum üretebilmeleri hem toprak hem de tohum kökenli olmaları, tohum ve bitki artıkları ile taşınmaları, toprakta uzun yıllar yaşayabilmeleri ve bir veya birkaç etmenin aynı anda bir arada bulunması özelliklerinden dolayı bu etmenler ile mücadele oldukça zordur. Kök ve kök boğazı hastalık etmeni funguslar toprakta bitki artıkları üzerinde iki yıldan fazla canlılıklarını sürdürebildikleri bildirilmektedir (Anonim, 2016b).

Türkiye'de kullanılan gübreler arasında azotlu gübreler ilk sırayı (%64.1) almaktadır. Çünkü söz konusu toprakların organik madde içerikleri düşük olup bitkilerin azot istekleri daha fazladır. Ülkemizde kullanılan azotlu gübrelerin %50'si tahılların gübrenmesinde tüketilmektedir. Toprakta azotun gereğinden fazla bulunması birim alanda başak sayısının artmasına ancak başaktaki tane sayısının azalmasına yol açmaktadır. Aşırı azot ile vejetatif gelişme hızlanırken tane verimi azalır. Fazla azot bitkinin yatmasına ve dolayısıyla ürün kaybına sebep olmaktadır (Kacar ve Katkat, 2007). Kuzeydoğu Almanya'nın kumlu topraklarında yürütülen uzun süreli organik ve mineral azotlu gübrelemenin buğdayda verim ve kaliteye önemli bir etki yaptığı ortaya konulmuştur. Ayrıca bu denemede yer alan Ares ekme buğday çeşidinin kalite özellikleri mineral azot gübrelemesinden etkilenmiş ve iyi bir ekme kalitesini elde etmek için 11-16 kg N da⁻¹ uygulamasına ihtiyaç bulunduğu bildirilmiştir (Ellmer ve ark., 2001).

Bu çalışma ile Konya İli, Sarayönü İlçesi'nde kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı bulaşık, sulu tarla koşullarında yetiştirilen ekme buğdayda, toprağa artan dozlarda bakır sülfat ve azot uygulamalarının verim ile kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına etkilerini araştırmak, en yüksek verim için kullanılması gereken bakır sülfat ve azot dozlarını belirlemek, elde edilen bilgi ile buğday üreticilerine ve ülke ekonomisine katkı sağlamak amaçlanmıştır. Zira ülkemizin tahıl ambarı Konya'da giderek artan kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığının önlenmesine dair bakır sülfat ve azotlu gübre dozlarının etkileri hemen hemen hiç araştırılmamıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, artan dozlarda bakır sülfat (BS; CuSO₄.5H₂O; %35 Cu) ve azot(N) uygulamalarının Quality çeşidi ekme buğdayda verim ve verim unsurları ile kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığına (KKBÇH) etkilerini tespit etmek amacıyla 2016-2017 üretim sezonunda Konya'nın Sarayönü İlçesi'nin Değirmenli Mahallesi'nde 0 ada 307 parsel numaralı bir çiftçi tarlasında yağmurlama sulamalı koşullarında yapılmıştır.

Tarlada buğday ekimi öncesinde 19 Ekim 2016 tarihinde verimlilik analizleri için 0-30 cm'lik üst katmanı temsilen toprak örnekleri alınarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Gübre Bitki Besleme Araştırma Laboratuvarı'nda bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre (Çizelge 1), deneme toprağı killi tın tekstürlü, hafif alkaline reaksiyonlu p^H 7.5, tuzsuz, orta kireçli ve yüksek organik maddelidir. Bor çok az, azot, demir ve mangan az, potasyum, magnezyum, çinko ve bakır yeterli, fosfor ve kalsiyum ise fazladır. Ancak ekstrakte edilebilir kalsiyumun, potasyum ve magnezyuma, magnezyumun da potasyuma oranlarının yüksek olması istenmeyen bir durumdur (Jokinen, 1981).

Denemede Quality çeşidi ekmeçlik buğday yetiştirilmiştir. Quality çeşidi buğday 2014 yılında TMO tarafından 1. Grup Ekmeçlik olarak bareme alınmıştır. Kırmızı, sert ve iri taneli, orta erkenci bir çeşit olup kısa boyludur. Bin tane ağırlığı 40-44 g, hektolitre ağırlığı 80-82 g civarındadır. Ekmeçlik kalitesi iyi, hayli yüksek bir protein ve enerji içeriğine sahiptir.

Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak 3 blokta, toplamda 72 parselde yürütülmüştür. 2.5 m eninde ve 6 m uzunluğundaki (15 m²) 24 parselden yan yana 3 tane blok olacak şekilde (toplam 72 parsel) planlanmıştır. Ana parsellere N (10 kg N da⁻¹, 15 kg N da⁻¹ ve 20 kg N da⁻¹), alt parsellere ise BS (0, 0.5, 1, 2, 4 ve 6 kg BSda⁻¹) dozları her blok içinde 4 tekerrürlü olarak kardeşlenme ile sapa kalkma dönemi arasında yeterli çözeltili halinde bitkilere pülverize edilmiştir.

Çizelge 1.Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

Table 1.Some physical and chemical analysis results of testing soil

Parametreler	Sonuçlar	Yorumlar	Normal değerler
Tekstür sınıfı	Killi tın	Normal, iyi	Tınl ¹
pH (1:2.5 t:s; pH metre)	7.73	Hafif alkalın	6.5-7.5 ²
EC (1:5 t:s, µS cm ⁻¹ , EC metre)	234	Tuzsuz, iyi	< 400 ²
Kireç (toplam CaCO ₃ ; %, ScheiblerKalsimetresi)	11.8	Orta kireçli	3-7 ¹
Organik madde (% , Smith-Weldon)	3.53	Yüksek, iyi	3-6 ¹
Azot (NH ₄ -N+NO ₃ -N; mg kg ⁻¹ , Kjeldahl)	14.6	Az	50-500 ³
Fosfor (yar. P (mg kg ⁻¹ , Olsen)	47.9	Fazla	8-25 ³
Potasyum (ekst. edil. K, mg kg ⁻¹ , NH ₄ OAc, ICP)	192 (0.49 me/100 g)	Yeterli	110-290 ³
Kalsiyum (ekst. edil. Ca, mg kg ⁻¹ , NH ₄ OAc, ICP)	6.981 (34.90 me/100 g)	Yüksek	1.150-3.500 ³
Magnezyum (ekst. ed. Mg, mg kg ⁻¹ , NH ₄ OAc, ICP)	401 (3.34 me/100 g)	Yeterli	160-480 ³
Sodyum (ekst. edil. Na, mg kg ⁻¹ , NH ₄ OAc, ICP)	29 (0.12 me/100 g)	-	-
Değişebilir sodyum yüzdesi	0.31	Sodiklik sorunu yok	< 15 ¹
Demir (yarayışlı Fe, mg kg ⁻¹ , DTPA, ICP)	1.26	Az	4.5-10 ⁴
Çinko (yarayışlı Zn, mg kg ⁻¹ , DTPA, ICP)	0.79	Çok az	0.7-2.4 ³
Mangan (yarayışlı Mn, mg kg ⁻¹ , DTPA, ICP)	1.41	Az	14-50 ³
Bor (yarayışlı B, mg kg ⁻¹ , Mannitol, ICP)	0.06	Az	1.0-2.4 ⁵
Bakır (yarayışlı Cu, mg kg ⁻¹ , DTPA, ICP)	0.55	Yeterli	> 0.2 ⁶
Ca/K (me/100 g birimleri ile)	71.22	Yüksek	12 ⁷
Ca/Mg (me/100 g birimleri ile)	10.44	Yüksek	6 ⁷
Mg/K (me/100 g birimleri ile)	6.81	Yüksek	2 ⁷

¹: Ülgen ve Yurtsever (1974), ²: Richard (1954), ³: FAO (1990), ⁴: Lindsay ve Norvell (1978), ⁵: Wolf (1971), ⁶: Follettve Lindsay(1970), ⁷: Jokinen (1981).

Mibzerle her parsele 450 tohum/m² ekim normunda ilaçlı Quality ekmeçlik buğday tohumları 30 Ekim 2016 tarihinde ekilmiştir.Ekimde mibzerle tabana dekara 13 kg DAP (Diamonyum fosfat; 18.46.0) verilmiştir. Böylece ekimde 6 kg P₂O₅ ve 2.34 kg N da⁻¹ uygulanmıştır. Denemede verilmesi planlanan diğer azot miktarının yarısı kardeşlenme döneminde, mart ayında üre (%46 N), kalan yarısı da sapa kalkma döneminde, Nisan ayında amonyum sülfat (%21 N) gübresi ile verilmiştir. Toprak analiz sonuçlarına göre eksik olan mangan ve bor Nisan ayında ilk yağmurlama sulama ile her parsele 1 kg mangan sülfat (MnSO₄.3H₂O; %27 Mn) da⁻¹ ve 0.5 kg Etidot-67 (%20.8 bor) da⁻¹ dozlarında uygulanmıştır.

Her parselin ortasındaki 1 m²'lik kısım el ile hasat ve harman edilerek, taneler hassas terazide tartılıp kg da⁻¹ olarak hasatta verim belirlemesi hesaplanmıştır. Her parselden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkinin ana saplarında, toprak yüzeyinden başağın üst başakçık ucuna kadar (kılçıklar hariç) olan yükseklik cm cinsinden bitki boyu

ölçülmüştür (Yürür ve ark., 1981). Her parselin ortasındaki 2 sırada 1 m²'de bulunan başak sayısının m²'deki başak sayısına çevrilmesi ile m²'de başak sayısı(adet) bulunmuştur (Tosun ve Yurtman, 1973).Her parselde tespit edilen 10 bitkinin ana sapındaki başaklar elle ayrı ayrı hasat edilip taneler sayılarak ortalamaları alınıp adet olarak başakta tane sayısı belirlenmiştir (Yürür ve ark., 1981).Her parselden alınan tanelerde dört defa 100 tane sayılıp 0.001 g hassasiyetli terazide tartılarak ortalamaları alınıp 10 ile çarpılarak g cinsinden bin tane ağırlığı ifade edilmiştir (Genç, 1974).Her parselden elde edilen tane verimlerinin aynı alandan elde edilen 'sap+tane' verimine oranı % olarak hasat indeksi hesaplanmıştır (Çölkesen ve ark., 1993).Her parselin ortasındaki 1 m²'lik alandaki bitkilerin hastalık şiddetine göre, kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı değerlendirme skalasına göre skala değeri belirlenmiştir. Tanede protein analizi Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak, Gübre ve Bitki Besleme Araştırma Laboratuvarı'nda H₂SO₄ + H₂O₂ ile yaş yakılan örneklerde mikro Kjeldahl yöntemi ile (Bayraklı, 1987) belirlenen N değerlerinden tanenin protein oranları hesaplanmıştır.

Uygulamalara karşı elde edilen verim ve verim unsurları değerleri Tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre MSTAT-C istatistiksel paket programında varyans analizine tabi tutulmuş, önemli çıkan muamelelerde ise aynı program yardımıyla Duncan grupları belirlenmiştir (Yurtsever, 1984). Ayrıca kök ve kök boğazı çürüklüğü istatistikleri her bir faktörün bir seviyesinde diğer faktörün tüm seviye rank ortalamaları Kruskal Wallis Testi yardımıyla karşılaştırılmıştır. Ele alınan skor özelliği bakımından istatistik analiz Minitab-16 paket programıyla yapılmıştır. Analiz sonucu grupların rank ortalamaları arasındaki fark Bonferroni-Dunn çoklu karşılaştırma testi yardımıyla belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmada artan miktarlarda BS (bakır sülfat) ve N (azot) uygulamalarının ekmeçlik buğdayda verim ve verim unsurları ile KKBÇH (kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı)'na etkileri ile ilgili açıklamalar aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

Uygulamaların Buğdayda Tane Verimine Etkileri

Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının ekmeçlik buğdayda verim ve verim unsurlarına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, uygulamaların buğdayda KKBÇH'na etkisi ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de, verim ve verim unsurlarına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan grupları ise Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 2. Artan miktarlarda bs ve n uygulamalarının buğdayda verim ve verim unsurlarına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Table 2. The results of variance analysis regarding the effects of increasing amount of cs and n applications on yield and yield components of wheat

Varyans kaynağı	S.D.	Kareler ortalaması						
		Tane verimi	Bitki boyu	m ² 'de başak sayısı	Başakta tane sayısı	Bin tane ağırlığı	Hasat indeksi	Protein oranı
Genel	71	--	--	--	--	--	--	--
Tekerrür	3	16555	18.5	20024	44.79	13.74	90.82	0.27
N uygulaması	2	17947*	123.6*	9508	5.38	117.9*	156.54*	43.06*
Hata	6	2794	5.09	10215	1.22	12.87	35.30	1.39
BS uygulaması	5	4626	22.6	10326	16.28	14.11	7.16	14.10*
NxBS interaksiyonu	10	1218	7.89	3847	11.12	8.17	15.42	8.96**
Genel Hata	45	2719	18.8	9870	8.01	6.36	19.48	1.22

*. p<0.05, **. p<0.01

Buğdayda Tane verimine sadece N uygulamasının etkisi %5 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 2). Tane verimi üzerine N uygulamalarının %5 düzeyinde önemli çıkması tane veriminin farklı miktarlarda N uygulamasına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4'den de görüldüğü gibi oluşturulan N bloklarındaki en yüksek tane verimi ortalaması (374 kg da⁻¹) 15 kg N da⁻¹ uygulamasından, en düşük tane verimi ortalaması ise (320 kg da⁻¹) 10 kg N da⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. Buğdayın ihtiyaç duyduğu N miktarından daha fazla N (20 kg N da⁻¹) uygulaması ile verim ortalaması (337 kg da⁻¹) giderek artmayıp 15 kg N da⁻¹ dozuna göre düşük tane verimi ortalaması elde edilmiştir. 10 kg N da⁻¹ dozu bitkinin N ihtiyacından daha düşük bir doz olduğundan bitkinin N ihtiyacı karşılanamamış bitkinin vejetatif aksamının normal gelişebilmesi için yeterli olmamıştır, 20 kg N da⁻¹ dozunda ise bitkinin vejetatif aksamı fazla azot uygulamasından dolayı normalden fazla ve hızlı büyümüş dolayısıyla verim değerleri 15 kg N da⁻¹ uygulamasına göre düşük çıkmıştır, 15 kg N da⁻¹ dozu ise birçok araştırmacının (Sağlam, 1999; Gezgin, 2003; Kacar ve Katkat, 2007) belirttiği gibi buğday için optimum bir dozdur. Gökmen ve ark. (2008), makarnalık buğdayda iki yıl süreyle yaptıkları bir araştırmada en yüksek tane verimini her iki yıl içinde amonyum nitrat (%33 N) gübresinin 18 kg N/da dozu ile elde etmişlerdir.

Çizelge 3. Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının buğdayda kkbçh'na etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Table 3. Results of variance analysis related to effects increasing amount of CS and N applications on rrcrd of wheat

Azot (kg da ⁻¹)	BS(kg da ⁻¹)	Tekerrür	Hastalık Skalası	Ortalama Rank	P değeri
10	0	4	3	22.50 a	0.0001**
	0.5	4	1	16.50 b	
	1	4	1	16.50 b	
	2	4	0	6.50 c	
	4	4	0	6.50 c	
	6	4	0	6.50c	
	Ort.		0.83 A		
15	0	4	3	20.50 a	0.0001**
	0.5	4	3	20.50 a	
	1	4	1	12.50 b	
	2	4	1	12.50 b	
	4	4	0	4.50c	
	6	4	0	4.50c	
	Ort.		1.33 B		
20	0	4	3	18.50 a	0.0001**
	0.5	4	3	18.50 a	
	1	4	3	18.50 a	
	2	4	1	10.50 b	
	4	4	0	4.50c	
	6	4	0	4.50 c	
	Ort.		1.67 C		

** . p<0.01. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

Uygulama parsellerine bakıldığında (Çizelge 4), parsellerdeki en yüksek tane verimi (405 kg da⁻¹) 15 kg N da⁻¹ ve 4 kg BS da⁻¹ uygulamasından alınmıştır. Bu parselde bitkinin ihtiyacı kadar N uygulandığından ve KKBÇH oluşmadığından en yüksek verim elde edilmiştir. En düşük tane verimi (302 kg da⁻¹) ise 10 kg N da⁻¹ uygulamasındaki BS uygulanmayan ve 0.5 kg BS da⁻¹ uygulanan parsellerden alınmıştır. Bu parsellerde uygulanan N dozu bitkinin ihtiyacını karşılayamamış, ayrıca bu parsellerde KKBÇH görüldüğünden tane verimi diğer parsellere göre daha düşük olmuştur.

Bu sonuçlara göre de toprak ve bitki analizlerine dayalı gübreleme programlarının yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte gübre dozları belirlenirken özellikle hedeflenen verimin dikkate alınarak

gübre uygulamaları yapılmalıdır. Optimumdan fazla azotlu gübre uygulaması verim ve kaliteyi düşürdüğü gibi uygulanan fazla gübre de çevreye ülke ekonomisine zarar verebilmektedir.

KKÇH'nın durduğu, 10 kg N da⁻¹ uygulamasında 2 kg BS da⁻¹ dozu, 15 kg N da⁻¹ ve 20 kg N da⁻¹ uygulamalarında ise 4 kg BS da⁻¹ dozuna kadar uygulanan BS dozları arttıkça KKBÇH azalmıştır (Çizelge 4). KKBÇH azaldıkça tane verim değerlerinde artışlar meydana gelmiştir. Birçok araştırmacının da (Cook, 1992; Stubbs et al., 1992; Aktaş ve ark., 1999; Hekimhan ve arkadaşları, 2004; Nicol ve ark., 2008) belirttiği gibi, KKBÇH bitkilerde kök sistemine zarar vererek verimi düşürmektedir. KKBÇH bitkinin kök sisteminden su ve besin elementi alımını kısıtlayıcı etki yaptığından buğday bitkisinde tane verim değeri de azalmıştır. Fakat KKBÇH tedavi edildikçe buğday bitkisinin kök sisteminden su ve besin elementi alımı arttıkça buğday bitkisinin gelişimi de artmıştır. Bu yüzden tane verimi hastalık şiddeti azaldıkça artmış olabilir.

Çizelge 4. Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının verim ve verim unsurları ile KKBÇH'na etkileri ve Duncan grupları

Table 4. The results of variance analysis regarding the effects of increasing amount of CS and N applications on yield components and RRCRD. Duncan groups

N (kg da ⁻¹)	BS (kg da ⁻¹)	Tane verimi (kg da ⁻¹)	Hastalık skala değerleri (0-7)	Bitki boyu (cm)	m ² 'de başak sayısı (adet)
10	0	302*	3 a	49	492
	0.5	302	1 b	52	595
	1	340	1 b	54	592
	2	343	0 c	54	590
	4	333	0 c	53	520
	6	303	0 c	50	575
	Ort.	320 B	0.83A	52 B	561
15	0	340	3 a	50	545
	0.5	342	3 a	51	587
	1	360	1 b	52	592
	2	399	1 b	53	600
	4	405	0 c	55	630
	6	398	0 c	55	612
	Ort	374 A	1.33B	53 AB	594
20	0	316	3 a	55	547
	0.5	321	3 a	56	575
	1	326	3 a	56	575
	2	340	1 b	57	585
	4	349	0 c	58	632
	6	373	0 c	56	660
	Ort.	337B	1.67C	56 A	596

*: Değerler dört tekerrürün ortalamasıdır. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

Çizelge 4. (Devam)

Table4.(continuation)

N (kg da ⁻¹)	BS (kg da ⁻¹)	Başakta taneyası (Adet)	Bin tane ağırlığı (g)	Hasat indeksi (%)	Protein oranı (%)
10	0	24	36.25	48	7.35 f
	0.5	26	40.00	48	7.41f
	1	26	40.00	48	7.52 f
	2	27	40.00	48	9.63 c-f
	4	26	40.00	50	9.46 def
	6	25	38.75	46	9.51 def
	<i>Ort.</i>	26	39.17 C	48 A	8.48 B
15	0	21	42.50	45	11.74 a-d
	0.5	22	43.75	46	12.76 ab
	1	25	42.50	46	9.69 c-f
	2	26	43.75	43	10.37 b-e
	4	28	45.00	43	12.88 a
	6	27	43.75	43	8.55 ef
	<i>Ort.</i>	25	43.54 A	44 B	11.00 A
20	0	26	41.87	44	9.57 c-f
	0.5	25	44.37	39	9.69 c-f
	1	26	43.12	45	11.40 a-d
	2	26	42.50	44	11.97 abc
	4	25	41.87	41	12.87 a
	6	26	38.12	44	7.68 f
	<i>Ort.</i>	26	41.97 B	43 B	10.53 A

*: Değerler dört tekerrürün ortalamasıdır. Aynı sütunda aynı harfle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir.

Uygulamaların Kök ve Kök Boğazı Çürüklüğü Hastalığına Etkileri

Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının ekmeçlik buğdayda KKBÇH'na etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 3'de, KKBÇH'na ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan grupları ise Çizelge 4'de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 3) 'BS x N' interaksyonu KKBÇH üzerine istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. KKBÇH üzerine 'BS x N' interaksyonunun önemli çıkması KKBÇH'nın artan miktarlarda BS ve N uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4'den de görüldüğü gibi, en düşük KKBÇH skala değeri (0) 10 kg N da⁻¹ uygulamasındaki 2, 4 ve 6 kg BS da⁻¹ uygulama dozlarından elde edilmiş ve bu parsellerde hastalık görülmemiştir. En yüksek KKBÇH skala değeri (3) 20 kg N da⁻¹ uygulamasındaki 0, 0.5 ve 1 kg BS da⁻¹ uygulama dozlarında görülmüştür. BS dozları arttıkça KKBÇH skala değerinin azaldığı, N dozu arttıkça KKBÇH skala değerinin de arttığı görülmüştür. Bazı araştırmacıların da (Hoffland ve ark., 2000) bildirdiği gibi, dokuda N konsantrasyonu arttıkça bitkiler hastalıklara karşı dayanıksız hale gelmektedirler. Araştırmamızda uygulanan N dozu arttıkça bitkinin hücre yapısı hızla gelişme göstermiştir. Bu yüzden hızlı gelişen hücre yapısı hastalığa karşı hassaslaşmış, dolayısıyla KKBÇH uygulanan N dozu arttıkça etkisini artırmıştır. BS uygulamalarında ise BS uygulama dozu arttıkça KKBÇH skala değeri azalmıştır. Bazı araştırmacıların da (Reis ve ark., 1982; Duffy ve Defag, 1999; Lawrence ve ark., 2007) bildirdiği gibi, bakır, fungal ve bakteriyel hastalıkların (külleme hariç) kontrolünde fungisit olarak kullanılmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre ekmeçlik buğday bitkisinde 4 kg BS da⁻¹ dozunda hastalığın durduğu anlaşılmıştır.

Uygulamaların Bitki Boyuna Etkileri

Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının ekmeçlik buğdayın bitki boyuna etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan grupları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Buğdayda bitki boyuna sadece N uygulamasının etkisi %1 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 2). Bitki boyu üzerine N uygulamalarının %1 düzeyinde önemli çıkması bitki boyunun farklı miktarlarda N uygulamasına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4'den de görüldüğü gibi oluşturulan N bloklarındaki, en yüksek bitki boyu ortalaması (56 cm) bitkinin N ihtiyacından daha fazla N uygulanan 20 kg N da⁻¹ uygulamasından, en düşük bitki boyu ortalaması ise (52 cm) bitkinin N ihtiyacından daha az N uygulanan 10 kg N da⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. 15 kg N da⁻¹ uygulamasından elde edilen bitki boy ortalaması (53 cm) ise diğer N uygulamaları arasında bir değerdir.

Uygulama parsellerine bakıldığında (Çizelge 4), parsellerdeki en yüksek bitki boyu (58 cm) 20 kg N da⁻¹ bloğunda 4 kg BS da⁻¹ uygulanan parselden elde edilmiştir. Burada uygulanan yüksek N dozu uygulaması ve KKBÇH'nin görülmemesi bitki boyunun yüksek olmasını sağlamıştır. En düşük bitki boyu (49 cm) 10 kg N da⁻¹ bloğunda BS uygulanmayan parselden elde edilmiştir. Bu parselde KKBÇH görüldüğünden ve uygulanan N dozu da bitki için yeterli olmadığından bitkinin vejetatif aksamı yeterince büyümemiştir. Yapılan benzer çalışmalarda da (Fageria ve Baligar, 2005) belirtildiği gibi, N noksanlığı çeken bitkiler yavaş büyümekte ve yaprak alan indeksleri de azalmaktadır. N fazla verildiğinde ise bitkinin vejetatif aksamı hızlı ve normalden fazla büyümektedir. Yapılan araştırmalarda da (Stubbs et al., 1992; McMullen ve ark., 1997; Hekimhan ve ark., 2004; Hekimhan ve ark., 2005; Zhou ve ark., 2006; Anonim, 2016b) bildirildiği gibi, KKBÇH buğdayın gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Uygulamaların m²'deki Başak Sayısına Etkileri

Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının ekmeklik buğdayın m²'deki başak sayısına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, m²'deki başak sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan grupları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Uygulamaların m²'deki başak sayısına etkileri istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmıştır (Çizelge 2).

m²'deki en yüksek başak sayısı (660) 20 kg N da⁻¹ ve 6 kg BS da⁻¹ uygulanan parselden elde edilmiştir (Çizelge 4). Yüksek N dozu ve KKBÇH'nin bu parselde oluşmaması m²'deki başak sayısının yüksek olmasını sağlamıştır. m²'deki en düşük başak sayısı (492) ise 10 kg N da⁻¹ ve BS uygulanmayan parselden elde edilmiştir. Düşük N dozu ve KKBÇH'nin bu parselde oluşması m²'deki başak sayısını düşürmüştür. KKBÇH'nin durduğu 15 kg N da⁻¹ ve 20 kg N da⁻¹ uygulamalarındaki 4 kg BS da⁻¹ dozlarına kadar uygulanan BS dozları arttıkça KKBÇH'nin azaldığı, KKBÇH azaldıkça m²'deki başak sayısının arttığı tespit edilmiştir. Bazı araştırmacıların da (Finci, 1979; Stubbs et al., 1992; Hekimhan ve ark., 2005; Lougman ve ark., 2010) bildirdiği gibi, buğdayda KKBÇH bitkinin verim ve verim unsurlarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Uygulamaların Başakta Tane Sayısına Etkileri

Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının ekmeklik buğdayda başakta tane sayısına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, başakta tane sayısına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan grupları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Uygulamaların başakta tane sayısına etkileri istatistiksel bakımdan önemsiz çıkmıştır (Çizelge 2).

Uygulama parsellerine bakıldığında (Çizelge 4) başakta en yüksek tane sayısı (28) 15 kg N da⁻¹ ve 4 kg BS da⁻¹ uygulamasından alınmıştır. Bu parselde, optimum N dozu uygulanması ve KKBÇH'nin oluşmaması başakta en yüksek tane sayısı değerinin alınmasını sağlamıştır. Başakta en düşük tane sayısı (21) 15 kg N da⁻¹ ve BS uygulanmayan yerden alınmıştır. Bu parselde, KKBÇH'nin bitki gelişimine olumsuz etki ettiğinden başakta en düşük tane sayısı alınmıştır. Aynı şekilde bazı araştırmacılar da (McMullen ve ark., 1997; Hekimhan ve ark., 2004; Hekimhan ve ark., 2005; Zhou ve ark., 2006) KKBÇH'nin buğdayda verim ve verim unsurlarını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir.

Uygulamaların Bin Tane Ağırlığına Etkileri

Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının ekmeklik buğdayda bin tane ağırlığına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, bin tane ağırlığına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan grupları ise Çizelge 4'de verilmiştir. Buğdayda bin tane ağırlığına sadece N uygulamasının etkisi %5 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 2). Bin tane ağırlığı üzerine N uygulamalarının %5 düzeyinde önemli çıkması bin tane ağırlığının farklı miktarlarda N uygulamasına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 4'den de görüldüğü gibi, oluşturulan N bloklarındaki en düşük bin tane ağırlığı ortalaması (39,2 g) bitkinin N ihtiyacından daha az N uygulanan 10 kg N da⁻¹ uygulamasından, en yüksek bin tane ağırlığı ortalaması (43,5 g) optimum N uygulanan 15 kg N da⁻¹ uygulamasından alınmıştır, bitkinin ihtiyacından daha fazla N uygulanan 20 kg N da⁻¹ uygulamasından ölçülen bin tane ağırlığı (42 g) değeri optimum N uygulanan 15 kg N da⁻¹ uygulamasından elde edilen bin tane ağırlığı değerinden az ölçülmüştür. Bazı araştırmacıların da bildirdiği gibi

(Lopez-Bellido ve ark., 2000; Kacar ve Katkat, 2007) fazla azot dozu bazı verim unsurları ve bin tane ağırlığının azalmasına sebep olmaktadır. Bu durum dengesiz beslenmeden kaynaklanabilir.

Uygulama parsellerine bakıldığında (Çizelge 4), parsellerdeki en yüksek bin tane ağırlığı (45 g) 15 kg N da⁻¹ ve 4 kg BS da⁻¹ uygulamasından alınmıştır. Bu parselde, optimum N dozu uygulanması ve KKBÇH görülmediğinden en yüksek bin tane ağırlığı değerinin alınmasını sağlamıştır. En düşük bin tane ağırlığı (36.25 g) ise 10 kg N da⁻¹ ve BS uygulanmayan parselden alınmıştır. Bu parselde, uygulanan N dozu düşük olduğundan ve KKBÇH görüldüğünden en düşük bin tane ağırlığı değeri elde edilmiştir.

Uygulamaların Hasat İndeksine Etkileri

Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının ekmeklik buğdayda hasat indeksine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de, hasat indeksine ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan grupları ise Çizelge 4’de verilmiştir.

Buğdayda hasat indeksine sadece N uygulamasının etkisi %5 düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 2). Hasat indeksi üzerine N uygulamalarının %5 düzeyinde önemli çıkması hasat indeksinin farklı miktarlarda N uygulamasına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Azot bloklarının ortalaması olarak bakıldığında (Çizelge 4), en yüksek hasat indeksi ortalaması (%48) 10 kg N da⁻¹ uygulamasından, en düşük hasat indeksi ortalaması (%43) ise 20 kg N da⁻¹ uygulamasından alınmıştır, 15 kg N da⁻¹ uygulamasından ise ölçülen hasat indeksi değeri (%44) diğer iki uygulama arasında bir değerdir.

Uygulama parsellerine bakıldığında (Çizelge 4), en yüksek hasat indeksi (%50) 10 kg N da⁻¹ ve 4 kg BS da⁻¹ uygulamasından alınmıştır. Bu parselde, düşük N dozu uygulanmasından dolayı bitkinin vejetatif aksamı yeterince gelişemediğinden hasat indeksi değeri yüksek çıkmıştır. En düşük hasat indeksi değeri (%39) ise 20 kg N da⁻¹ ve 0.5 kg BS da⁻¹ uygulamasından alınmıştır. Bu parselde uygulanan N dozu yüksek olduğundan bitkinin vejetatif aksamı daha fazla gelişme göstermiş ve hasat indeksi değeri düşük çıkmıştır. Birçok araştırmacının da (Gezgin, 2003; Kacar ve Katkat 2007) bildirdiği gibi, genellikle ekmeklik buğdaylara 12-14 kg N da⁻¹ uygulaması önerilmektedir. Buğdayda N noksanlığı sap ve tane veriminin azalmasına sebep olduğu gibi fazlası da büyümeyi, yani sap gelişmesini artırarak tane oluşumu ile verimin önemli düzeyde azalmasına sebep olmaktadır.

Uygulamaların Tanenin Protein Oranlarına Etkileri

Artan miktarlarda BS ve N uygulamalarının ekmeklik buğday tanesinde protein oranına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2’de, tanede protein oranına ilişkin ortalama değerler ve oluşan Duncan grupları ise Çizelge 4’de verilmiştir.

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 2) BS ve N uygulamalarının tanede protein oranı üzerine istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Tanede protein oranı üzerine BS ve N uygulamalarının istatistiki olarak önemli çıkması tanede protein oranının artan miktarlarda BS ve N uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. En yüksek protein oranı (%12.88) bitkinin toprak analizi sonuçlarına göre ihtiyaç duyduğu miktarda, 15 kg N da⁻¹ dozu ile birlikte 4 kg da⁻¹ BS uygulanan parselden alınmıştır (Çizelge 4). Bu parselde, optimum N dozu uygulandığından ve KKBÇH görülmediğinden en yüksek protein oranı elde edilmiştir. En düşük protein oranı ise (%7.35) bitkinin N ihtiyacından daha az N uygulanan 10 kg N da⁻¹ ve BS uygulanmayan parselden elde edilmiştir. Bu parselde, bitkinin ihtiyacı olan N dozundan daha az N uygulaması yapıldığından bitkinin N ihtiyacı karşılanamamış ve bu parselde KKBÇH’da görüldüğünden tanede düşük protein oranı elde edilmiştir.

Azot bloklarındaki protein ortalamalarına bakıldığında (Çizelge 4), en düşük protein ortalaması (%8.48) 10 kg N da⁻¹ uygulamasından alınmıştır. Bu N dozu bitkinin N ihtiyacını karşılayamadığından en düşük protein oranı ortalaması oluşmuştur. En yüksek protein ortalaması (%11.00) ise 15 kg N da⁻¹ uygulamasından alınmıştır. 15 kg N da⁻¹ uygulaması bitkinin N ihtiyacını karşılamıştır. 20 kg N da⁻¹ uygulamasından alınan protein ortalaması da (%10.53) 15 kg N da⁻¹ uygulamasına göre düşük ölçülmüştür. Birçok araştırmacı da (Tipple ve ark., 1976; Kacar ve Katkat 2007) artan dozlarda N uygulamasının tanede protein oranını artırdığını, ancak fazla N uygulandığında ise verim ve verim unsurları değerlerinde gerileme meydana geldiğini bildirmişlerdir. Diğer bir araştırmada da buğdayda KKBÇH’nın bitkinin verim unsurları arasında, bin tane ağırlığını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir (Finci 1979; Stubbs et al., 1992; Wallwork, 2000; Hekimhan ve ark., 2005, Lougman ve ark., 2010). Bu araştırmaya benzer yapılan bir araştırmada da *Fusariumgraminearum*’u kapsayan *Fusarium* türlerinin tahıllarda neden olduğu başak yanıklığı hastalığı nemli ve yarı nemli iklimlerde ürünlerin kalitesini bozarak verimi düşürdüğü bildirilmiştir (McMullen ve ark., 1997; Hekimhan ve ark., 2004; Zhou ve ark., 2006).

Sonuç

Sonuç olarak; Araştırmada uygulanan 10 kg N da⁻¹ dozu bitkinin N ihtiyacını karşılayamamış, verim ve verim unsurları istenen düzeyde sonuçlar vermemiştir. 20 kg N da⁻¹ uygulama dozunun ise bitkinin ihtiyaç duyduğu N miktarından fazla olduğu anlaşılmış ve bu uygulamadan da istenen verim ve verim unsurları değerleri alınmamıştır. En yüksek verim ve verim unsurları değerleri 15 kg N da⁻¹ uygulamasından alınmıştır.

Uygulanan N dozu arttıkça KKBÇH'nın skala değerinde artış meydana gelmiş, yani bitkilerde görülen KKBÇH düzeyi artmıştır.

Buğday üreticilerimizin ürünlerinde ekonomik zarar meydana getiren KKBÇH ile mücadelede, BS uygulamalarının sonuçlarının N uygulamalarıyla birlikte araştırıldığı çalışmamızda KKBÇH 10 kg N da⁻¹ uygulamasında 2, 4 ve 6 kg BS da⁻¹, 15 ve 20 kg N da⁻¹ uygulamalarında ise 4 ve 6 kg BS da⁻¹ dozlarında KKBÇH görülmemiştir. Buradan da buğday bitkisinde 4 kg BS da⁻¹ uygulama dozunda KKBÇH'nın görülmediği anlaşılmıştır.

KKBÇH 10 kg N da⁻¹ uygulamasında 2 kg BS da⁻¹, 15 ve 20 kg N da⁻¹ uygulamalarında ise 4 kg BS da⁻¹ dozlarına kadar uygulanan BS dozları arttıkça azalmıştır. Kardeşlenme ile sapa kalkma dönemi arasında 4 kg BS da⁻¹ dozunun yeterli su ile KKBÇH ile mücadelede pülverizasyonda kullanılabileceği anlaşılmıştır. 4 kg BS da⁻¹ uygulamasıyla kontrole göre KKBÇH %100 oranında azaldığı, dolayısıyla hastalığın oluşmadığı belirlenmiştir.

Buğday çeşidi ve toprak özelliklerine göre farklılık göstermekle birlikte Sarayönü İlçesi sulu koşullarında ekmeklik buğdayda yüksek verim ve verim unsurları elde edebilmek için 15 kg N da⁻¹ dozu önerilebilir. Daha kesin öneriler için farklı tarla ve ekmeklik/makarnalık buğday çeşitlerinde farklı N doz ve formlarına ilişkin tarla denemeleri sürdürülmelidir.

Ekmeklik buğday üreten üreticilerimize KKBÇH ile mücadele için kardeşlenme ile sapa kalkma dönemi arasında 4 kg BS da⁻¹ dozunun yeterli çözelti halinde buğday bitkilerine pülverizasyonu tavsiye edilebilir.

Kaynakça/References

- Aktaş H., Kınacı E., Yıldırım, A. F., Sayın L. ve Kural, A., 1999. Konya yöresinde hububatta sorun olan kök ve kök boğazı çürüklüğü etmenlerinin hububatta verim komponentlerine etkileri ve mücadelesi üzerinde araştırmalar. Orta Anadolu Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Semp., 8-11 Haziran 1999, Konya, sf: 392-403.
- Anonim, 2016a. <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> (Bakma tarihi 05.09.2016)
- Anonim, 2016b. Serin İklim Tahıllarında Kök ve Kök Boğazı Hastalıklarının Dünü, Bugünü ve Mücadelesi. Zirai Mücadele Merkez Araşt. Enst. Md.lüğü, Ankara.
- Bayraklı, F., 1987. Toprak ve Bitki Analizleri. *O.M.Ü. Ziraat Fak. Yay.*, No: 17, Samsun.
- Cook R.J., 1992. Wheat root health management and environmental concern. *Can. J. Plant Pathology*, 14: 76-85.
- Çölkesen, M., Eren, N., Ökten, A. ve Akıncı, C., 1993. Şanlıurfa'da Kuru ve Sulu Koşullarda Uygun Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Makarnalık Buğday ve Mamulleri Semp. Sf: 533-539, Ankara.
- Duffy, B.K. and Defag, G., 1999. Macro and Micro Element fertilizers influence the severity of fusarium crown and root rot of tomato in a soilless production system. *Hortscience* 34(2): 287-291.
- Ellmer, F., Erekul, O. and Köhn, W., 2001. Einfluss langjähriger Differenzierter organischer mineralischer Düngung auf den Ertrag, die Ertragsstruktur und die Backqualität von Winterweizen. *Archives of Agronomy and Soil Sci.*, 47: 423-444.
- Fageria, N. K. and Baligar, V. C., 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Adv. Agron.*, 88: 97-185.
- FAO, 1990. Micronutrients Assessment at the Country Level. p. 1-208. An International Study (M. Sillanpää, ed.), FAO Soil Bulletin 63. Published by FAO, Roma, Italy.
- Finci S., 1979. Buğdayın kök ve kök boğazı hastalıkları ve korunma çareleri. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü, Çiftçi Broşürü No: 21, 15 s.
- Follett, R.H., Lindsay, W.L., 1970. Profile Distribution of Zinc, Iron, Manganese, and Copper in Colorado Soils. *Colorado Exp. Sta. Tech. Walsh and Bealon, Soil Sci Soc. of Am. Inc. Medison, Winconsin, USA.*
- Genç, İ., 1974. Yerli ve Yabancı Makarnalık ve Ekmeçlik Buğday Çeşitlerinde Verim ve Verime Etkili Başlıca Karakterler Üzerinde Araştırmalar. *Ç.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 82, Adana.*
- Gezgin, S., 2003. Buğdayın Gübrelenmesi. *Ticaret Borsası Derg.*, 6(14): 23-27, Konya.
- Gökmen, F., Zengin, M., Arısoy, R.Z., Taner, S., Gezgin, S. ve Çakmak, İ., 2008. Amonyum Nitrat ve Entec Gübrelere Çinkosuz ve Çinkolu Bloklarda Yetiştirilen Makarnalık Buğdayın Verim ve Verim Unsurlarına Etkileri. *Ülkesel Tahıl Semp.*, 2-5 Haziran 2008, Konya. Sf: 536-551.
- Hekimhan, H., Bağcı, A., Nicol, J., Arısoy, T. and Sahin, S., 2004. Dryland root rot: a major threat to winter cereal production under sub-optimal growing conditions. 4th Intl. Crop. Sci. Congress, 26-1 Oct. Brisbane, Australia.
- Hekimhan H., Bağcı S.A., Nicol J., Tunalı, B., 2005. Kök ve kök boğazı çürüklüğü hastalığı etmenlerinin bazı kışlık hububat verimleri üzerine etkileri. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi Bildirileri*, 5-9 Eylül 2005, Antalya, Cilt 1: 201-206
- Hoffland, E., Dicke, M., Tintelen, W.V., Dickman, H., and Beusichem M.L., 2000. Nitrogen availability and defence of tomato against two-spotted spined mite. *Journal of Chemical Ecology*, 26: 2697-2711.
- Jokinen, R., 1981. The Magnesium Status of Finnish Mineral Soils and the Requirement of the Magnesium Supply. *Magnesium-Bull.* 3, H. 1a: 1-5.
- Kacar, B. ve Katkat, A. V., 2007. Gübreler ve Gübreleme Tekniğı. Genişletilmiş ve Güncellenmiş 2. Baskı. Nobel Yay. No: 1119, ISBN 978-9944-77-159-7, Ankara.
- Koca Y., 1999. Yüzyılım Jeoekonomik gücü tahılın üretimi, ticareti ve uluslararası ilişkilere etkileri. Orta Anadolu'da Hububat Tarımının Sorunları ve Çözüm Yolları Semp., 8-11 Haziran 1999, Bahri Dağdaş Milletlerarası Kışlık Hububat Araşt. Merkezi Md.lüğü, Konya, Sf: 539-546.
- Lawrence, E., D., Elmer, W.H. and Don, M.H., 2007. Mineral Nutrition and Plant Disease. APS Press, St. Paul, MN. 278 p.
- Lindsay, W. L. and Norvell, W. A., 1978. Development of DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese and Copper. *Soil Sci. Soc. of Amer. J.*, 42: 421-428.
- Lopez-Bellido, L., Lopez-Bellido, J. R., Castillo, J. E. and Lopez-Bellido, F. J., 2000. Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. *Agron. J.*, 92: 1054-1063.
- Loughman R., Loughman G., MacNish and McLeod W., 2010. Wheat book. Revised by: R. Loughman, D. Wright, W. MacLeod, J. Bhathal, D. Thackray. Chapter 10: 203-216.

- McMullen, M.P., Jones, R. and Gallenberg, D., 1997. Scab of wheat and barley : are emerging disease of devastating impact. Plant Dis. 81:1340-1348.
- Nicol J.M., Bağcı A., Bolat N., Erginbas G., Sahin E., Yıldırım A.F., Ozdemir F., Yorgancılar A. ve Kılınç A. 2008. Identification of bread wheat resistance against dryland crown rot (*Fusarium culmorum*) under inoculated field and controlled greenhouse conditions in Turkey. Trethowan, R.T., Manes, Y. 10th International Fusarium Workshop, 30th August-2nd September 2008/Italy, Abstract published in International Journal plant Pathology 2008: 90(3)
- Reis, E.M., Cook, R.J. and McNeal, B.L., 1982. Effect of mineral nutrient on take-all of wheat. Phytopathol., 72:224-229.
- Richard, L.A., 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils. Handbook 60, U.S. Dept. of Agriculture.
- Sağlam, N., 1999. Yabancı kökenli beş ekmeçlik buğday çeşidinde uygulanan farklı azot dozlarının verim ve verim unsurlarına etkisi ile ekonomik azot dozunun belirlenmesi. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Sf. 372-376, Adana.
- Stubbs, R.W., Prescott, J.M., Saari, E.E. and Dubin, H.J., 1992. Tahıl Hastalıkları Metodları Klavuzu. S. 120.
- Tipples, K. H., Dubetz, S. and Irvine, G. N., 1976. Effects of high rates of nitrogen on Neepawa wheat grown under irrigation. II. Milling and baking quality. Can. J. Plant Sci., 57: 337-350.
- Tosun, O. ve Yurtman, N., 1973. Ekmeçlik Buğdaylarda (*Triticum aestivum* L. Em Thell) Verime Etkili Morfolojik ve Fizyolojik Karakterler Arasındaki İlişkiler. A.Ü. Ziraat Fak. Yıllığı, 23: 418-431, Ankara.
- Ülgen, N., Yurtsever, N., 1974. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Teknik Yayın No: 28, Ankara.
- Wallwork, H., 2000. Cereal root and crown diseases. SARDİ, Adelaide, 58 p.
- Wiese M.V., 1991. Compendium of Wheat Diseases. St. Paul, Minnesota, USA. American Phytopathology, 112 p.
- Wolf, B., 1971. The Determination of Boron in Soil Experiment on The Application of Slow-Release Boron Extracts, Plant Materials, Composts, Manures, Water Fertilizer: Part II: Behavior of Boron in The Soil. In: and Nutrient Solutions. Soil Sci. Plant Anal., 2: 363.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar. (Mülga) Köy Hizmetleri Genel Md.lüğü Toprak ve Gübre Araşt. Enst. Md.lüğü Yay. No: 121, Teknik Yay. No: 56, Ankara.
- Yürür, N., Tosun, O., Eser, D. ve Geçit, H.H., 1981. Buğdayda Ana Sap Verimi ile Bazı Karakterler Arasındaki İlişkiler. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. No: 775, Ankara.
- Zhou, W.C., Eudes, F. and Laroche, A., 2006. Identification of differentially regulated proteins in response to a compatible interaction between the pathogen *Fusarium graminearum* and its host in *T. aestivum*. Proteomics, 6: 4599-4609.

The Effect of Emotional Commitment on Innovative Business Behavior in Agricultural Enterprises

Tarım İşletmelerinde Duygusal Bağlılığın Yenilikçilik İş Davranışına Etkisi

Kemalettin AĞIZAN¹, Zeki BAYRAMOĞLU²

Abstract


The main purpose of this study is to examine the relationship between emotional commitment and innovative business behavior in agricultural enterprises. In this context, a survey was conducted with 76 agricultural enterprises operating in Çumra district of Konya province and determined according to stratified random sampling method. Within the scope of the research, socio-economic characteristics of agricultural enterprises were determined, and emotional work and innovative business behaviors were graded according to the Likert Question Scale. The validity and reliability tests of the scales prepared within this scope were performed. Both scales were found to be highly reliable and Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test showed that both scales were suitable for factor analysis. As a result of factor analysis, 4 factor dimensions were determined, 2 of which were emotional commitment and innovative work behavior. Correlation analysis was performed to determine the relationship between the dimensions obtained. In addition, with Path analysis, the effects of the relationship between the dimensions were determined and effect degrees were calculated. As a result of the analysis, it was determined that all other hypotheses were accepted except for the generalized loyalty and task of the individual and the dimensions of creating support for the idea. According to the results, a policy proposal was made.


Key words: Emotional Commitment, Factor Analysis, Path Analysis, Agricultural Enterprises, Innovative Business Behavior

Öz

Bu çalışmanın temel amacı tarım işletmelerinde duygusal bağlılık ile yenilikçi iş davranışı arasındaki ilişkiyi incelemektir. Bu kapsamda Konya ili Çumra ilçesinde faaliyet gösteren ve tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre belirlenen 76 tarım işletmesiyle anket yapılmıştır. Araştırma kapsamında tarım işletmelerinin sosyo-ekonomik özellikleri ortaya konulmuş ve duygusal bağlılık ile yenilikçi iş davranışları 5'li likert soru ölçeğine göre ölçeklendirilerek puanlandırılmıştır. Bu kapsamda hazırlanan ölçeklerin geçerlilik ve güvenilirlik testleri yapılmıştır. Her iki ölçeğinde güvenilirliği yüksek düzeyde bulunmuş ve Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) testi sonucunda her iki ölçeğin faktör analizi için uygun olduğu belirlenmiştir. Faktör analizi sonucunda ise duygusal bağlılık ve yenilikçi iş davranışı 2 boyut olmak üzere toplamda 4 faktör boyutları belirlenmiştir. Elde edilen boyutlar arasında ilişki olup olmadığını belirlemek için korelasyon analizi yapılmıştır. Ayrıca Path analizi ile de boyutlar arasındaki ilişkinin nedenleri ortaya konularak etki dereceleri hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonucunda bireyin genelleştirilmiş sadakati ve görevi ile fikir için destek yaratma boyutları dışında diğer tüm hipotezlerin kabul edildiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre de politika önerisinde bulunulmuştur.

Anahtar kelimeler: Duygusal Bağlılık, Faktör Analizi, Path Analizi, Tarım İşletmeleri, Yenilikçi İş Davranışı

¹*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Kemalettin Ağızan, Selcuk University, Agricultural Faculty, Department of Agricultural Economics, Konya/Turkey. E-mail: agizankemalettin@gmail.com  OrcID: 0000-0002-2340-2614

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

Atıf/Citation: Ağızan, K., Bayramoğlu, Z. 2020. The effect of emotional commitment on innovative business behavior in agricultural enterprises, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 162-171.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019

The main objectives of agricultural enterprises are profit, sustainability and social benefit. While the profit target stands out in the short-term planning of enterprises; in the long term the sustainability is emphasized. Although there are many factors that affect sustainability in agricultural enterprises, it is important to use new technologies and to adapt to innovative production activities. As a matter of fact, in many studies, the importance of using innovative production methods to ensure the sustainability of agricultural enterprises is mentioned (Yener, 2013). In agriculture, enterprises, there are many economic, social and environmental factors that affect innovative business behavior, especially psychological in other words personal factors play an important role. In the studies carried out to date, it has been stated that innovative business behaviors in agricultural enterprises are generally affected by economic factors such as age and education as well as demographic factors such as income and capital. (Bayav, 2007; Öztürk, 2010; Öztürk and Yalçın, 2014; Yener, 2017). However, the most important factors that affect decision making in agricultural enterprises are the psychological behaviors and behaviors of the entrepreneurs. Due to the participation of the managers and employees in the same position in the agricultural enterprises, the attitudes and behaviors of the managers to the job will be measured and the loyalty of the managers will be determined. Commitment is generally defined as affection and loyalty to an individual, organization or institutional structure. (Anonim, 2019). The concept of commitment is first mentioned by Whyte in 1956 and the literature of commitment is shaped by Becker in 1960 (Kayasandık, 2013). The concept of loyalty has been conceptually differentiated since these years, and different forms of commitment have emerged in these years. These forms occur in a variety of ways such as professional commitment, commitment to work, commitment to the work group, commitment to the manager, commitment to the union, or organizational commitment (Seymen, 2008). The organizational commitment, which is among the types of loyalty, is focused on the organizational commitment due to the psychological status of the managers or employees. Organizational commitment has many definitions in the literature and is generally defined as the individual's willingness to remain in the organization and internalizing itself with that organization. The establishment of organizational commitment in a business depends on human factors. As a matter of fact, the importance of human resources is high in agricultural enterprises to continue their production activities successfully and sustainability. Because in these periods when physical and monetary factors are changing very rapidly, one of the most important conditions of sustainable competition is the effective use of human resources. With the effective use of human resources in agricultural enterprises, organizational commitment will increase. In terms of organizational commitment, there are three different classifications in the literature, the most important being emotional commitment the degree of emotional commitment indicates the degree of integration or convergence of the business manager to the enterprise. The business manager with this attitude and behavior develops a sense of belonging and can work in line with the objectives and objectives of his business. This is the most desired type of loyalty in the business because of the desire of the business managers with high sense of desire to attend and continue to the business. Therefore, emotional commitment is emphasized within the scope of the study With the increase of emotional loyalty, the performance of the employees in the industry, service and construction sectors will increase and thus the profitability of the enterprises will increase as the labor productivity increases. However, there is a possibility of business managers having an emotional commitment in agricultural enterprises, which may affect the achievements of enterprises negatively. In fact, the managers of agricultural enterprises have the emotional commitment to lead them to move away from innovative production approaches. Because psychological factors such as commitment to the land brought by emotional commitment suppress the use of innovative means of production in production. For this reason, determining the effect of emotional commitment on innovative business behaviors in agricultural enterprises constitutes the main purpose of the study. When the international and national studies are examined for this purpose, it is seen that there is no study on the emotional commitment in agricultural enterprises. There is some evidence that emotional commitment, in the studies on social sciences, develops innovative work behavior (Çekmecelioğlu, 2006; Demirel, 2009; Gürsel and Eröz, 2017). In this context, the theoretical explanation of the emotional commitment in the agricultural sector is made and the effect of all aspects of emotional commitment, which is a component of organizational commitment, on innovation business behavior was investigated.

Theoretical Framework

Emotional Commitment

Emotional commitment is considerably debated in the literature and has many definitions. With the most general definition, emotional commitment is defined as the emotional closeness to the job opportunities and positions of the people (Allen and Meyer, 1990). In addition, individual and organizational effort in

emotional commitment is intermingled and expresses the synergy between employees and employers (Wiener, 1982). According to another definition, emotional commitment is seen as the success of the employees' willingness to stay in the business they work in and the tasks they undertake (DeCotiis and Summers, 1987). As it is understood from these definitions, the most important type of commitment that employers want to see in the employees is emotional commitment. As a matter of fact, a strong emotional commitment will increase the productivity of the employees and complement their operations in line with the objectives of the enterprise (Porter Steers Mowday Boulian, 1974).

When the studies carried out to date are examined, a relationship has been found between emotional commitment and many socio-economic characteristics. For example; One study found no relationship between age and emotional commitment (Kabiraj Walke Yousaf, 2014), but a positive relationship was found in other studies (Meyer and Allen, 1984; Mathieu and Zajac, 1990; Wang Weng McElroy Ashkanasy Lievens, 2014). Again, there are different results between gender and emotional commitment, while in some studies there is a higher emotional commitment in women, while in some studies there is no significant relationship (Mathieu and Zajac, 1990; Kacmar Carlson Brymer, 1999; Madison Ward Royalty, 2012). In addition, the work done with emotional commitment is usually tourism (Coleman Irving Cooper, 1999; Yalçın and İplik, 2005; Namasivayam and Zhao, 2007; Ağca and Ertan, 2008; Karatepe and Magaji, 2008; Karatepe and Kilic, 2009), public staff (Lambert Pasupulet iCluse-Tolar Jennings Baker, 2006) in the textile and automotive sector (Gürbüz, 2006), in the health sector (Demirel and Akça, 2008; Benligiray and Sönmez, 2011), households (Zhang Griffeth Fried, 2012) and family companies (Memili Zellweger Fang, 2013). As it is seen in the literature review, the fact that there is no study related to an inclusive emotional commitment of the agricultural sector increases the specificity of the study.

Innovative Business Behavior

Innovative business behavior is the attitude that is necessary to create useful thinking for businesses and to ensure the applicability of this idea (Çıtak, 2017). Attention should be paid to the need for innovative business behavior to include both creativity and innovative processes. As a matter of fact, this process, which starts with the discovery of this idea, requires the creation of added value. So many definitions have been done for this concept in many studies performed to date. In this context, innovative business behavior is all individual efforts to develop and implement an innovation in any business (West and Farr, 1989). These individual efforts include, for example, the use of new methods and technologies, the creation of resources and identification of new strategies. According to another definition, innovative business behavior is defined as defining the problems in the enterprises, developing the appropriate strategies, creating infrastructures and applying the ideas as a result (Scott and Bruce, 1994). When the literature on innovative business behavior is examined, it is seen that there is a positive relationship between the business performance of managers and employees and the success of the enterprise. As a matter of fact, this situation has been revealed in many studies. (Chang and Liu, 2008; Akkoç Turunç Çalışkan, 2011; Hannemann-WeberKessel Budych Schultz, 2011; Erdoğan and Güneş, 2013). In addition, it has been shown that innovative business behaviors in enterprises reduce operating costs and that innovations should be applied in this direction (Schimansky, 2014).

Material and Methods

Research Universe and Sampling

Because of 80.7's% of Turkey's agricultural enterprises under 100 decares and 99% of the agricultural enterprises under 500 hectares %99 of the enterprises is defined as small business according to international standards. Due to the nature of small-scale enterprises, employers and employees are generally the same person; there is no distinction between employer and employee within the scope of the study. Therefore, survey is conducted with the agricultural entrepreneurs in the study. The surveyed area is determined as the purpose of Çumra district of Konya province. In the study, stratified random sampling method is used as the coefficient of variation in the sampling from the main frame is more than 33% and 76 sample enterprises are interviewed with a 5% error margin within the 90% confidence limits. The following formula is used in sample determination (Yamane, 1967; Oğuz and Karakayacı, 2017).

Research Hypotheses

These issues should be studied since the adoption of innovations in agriculture enterprises and the implementation period is long. For this reason, it is aimed to determine the degree and direction of the

relationship between the emotional commitment of business manager in the spread of innovative business behavior in agricultural enterprises. The hypotheses to be tested in this study for this purpose are given below.

H₁= There is a significant relationship between identifying the identity of the individual with the organization and creating support for the idea.

H₂= There is a significant relationship between identifying the identity of the individual with the organization and awareness and idea creation.

H₃= There is a significant relationship between the generalized loyalty and task of the individual and the creation of support for the idea.

H₄= There is a significant relationship between the generalized loyalty and task of the individual and awareness and idea creation.

Data Analysis

The reliability and validity tests of the scales used with the data sets have been done which obtained by the scope of the study. Reliability tests generally show whether the results of the institutional structure are correct, and that the results of the measurements are objective results. According to the results of this test, it is foreseen that the scale which formed by as a result of institutional structure can be applied in agriculture or not. In addition, the reliability test shows how accurate the scale is and its productivity (Çakmur, 2012). Although there is a lot of reliability analysis in the literature, Cronbach's alpha value is used especially on likert type scales. This value, which is a reliability index, takes into account the compatibility of the items in the scale and gives the degree of the relationship between these substances (Şencan, 2005; Çakmur, 2012).

However, a valid test as well as a reliable test, a reliable scale may not be reliable. Therefore, it is necessary to determine a scale valid or not. In literature, maximum factor analysis is used to test the structural valid. Factor analysis is defined as subdividing multiple variables in order to facilitate to understand them. In this study, factor analysis is performed on both scales in order to determine the effect of emotional commitment on innovative business behavior. According to the factor analysis, 4 factor dimensions are determined in total for two scales under 2 factor dimensions and correlation analysis is performed to determine the degree of bilateral changes between the dimensions. Path analysis is performed to determine causality among these factor dimensions.

Research Results

Validity and Reliability Tests of the Scales

Within the scope of the research, a total of 76 agricultural enterprises were surveyed and it was aimed to determine the relationship between emotional commitment and innovative business behaviors. For this purpose, the 5-point Likert scale is used to determine the relationship, and the emotional commitment and innovative work behaviors of the agricultural business managers are scaled. In this context, reliability tests are conducted to determine whether both the emotional commitment and the scales of innovative business behaviors are suitable for the study. Within the scope of the study, the scale prepared by Allen Meyer (1990) is used as emotional commitment scale and the Cronbach's Alpha value of the scale is determined 0.863. Cronbach's alpha value is the weighted change average which obtained by the ratio of variances of substances in scale to the total variance. (Özdamar, 2001). Cronbach's Alpha basically shows the total reliability of that survey for all questions. If this value is greater than 0.8, it is known that the survey has high reliability (Kalaycı, 2010). In other studies, Cronbach's Alpha is determined as 0.924 (Dinçel, 2012). Another scale in the study, the innovative work behavior scale, is prepared by Scott and Bruce (1994) and the Cronbach's Alpha value of this scale is determined as 0.941. This value is greater than 0.9 indicates that the survey questions has excellent reliability. In other studies, Cronbach's Alpha value is determined as 0.935 (Orhan, 2012).

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test should be performed before factor analysis. The KMO test shows whether the observation values obtained as a result of the survey study are sufficient. If the result of the KMO test is above 0.50, it is not a drawback in the fact that factor analysis is performed; in contrast it is mentioned that data for factor analysis are not suitable. Within the scope of the study, KMO and Bartlett test results of both scales are given in Table 1. Accordingly, it is seen that sampling adequacy is appropriate in both scales.

In addition, it is observed that the data is normally distributed as the significance level of the Bartlett's test is less than 1% on both scales.

Table 1. Emotional Commitment and Innovative Business Behavior KMO and Bartlett Test

KMO and Bartlett's Test	Emotional Commitment	Innovative Business Behavior
Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Value for Sampling Capability	0.845	0.928
Bartlett's Sphericity Test Results		
Chi-Square Value	396.699	922.534
Degree of Freedom (df)	55	120
Significance Value (Sig.)	0.000	0.000

In Table 2, after the factor analysis, the emotional dependence scale is reduced to 2 dimensions in order to better understand it. In determining these two dimensions, the study of Wiener in 1982 is taken into consideration. In his study in 1982, Wiener stated that the basis of the organizational commitment is the individual's self-determination with organization and the generalized loyalty of the individual (Wiener, 1982). This is also stated by Meyer Allen (1991) that they form the basis of their normative commitment. The power of these factor dimensions to explain emotional commitment was determined as 58.93%.

Table 2. Emotional Commitment Scale Factor Structure and Reliability Coefficient

		Factor Loads	Variance Rate	Reliability Coefficients
Identifying the identity of the individual with the organization.	I work in the enterprise myself and love it very much.	0.842	35.15	Cronbach's Alpha (0.852)
	I love doing my job.	0.797		
	It makes me happy to spend the rest of my career in the company I'm working with.	0.753		
	I like the employees and family members.	0.753		
	I really feel the problems of this enterprise like my own problems.	0.665		
	This enterprise has a very personal meaning for me.	0.658		
	I proudly talk about my enterprise to the people outside.	0.538		
	I have a lot of work choice, but I still work here.	0.396		
Generalized loyalty and duty of the individual	I perceive the problems facing the enterprise as my own problems.	0.863	23.78	Cronbach's Alpha (0.732)
	The values that I care for enterprise are very similar to my values.	0.831		
	I feel "emotionally connected" to my enterprise.	0.626		
Total Variance Explained			58.931	0.863

In Table 3, there are 16 items related to innovative work behavior and it is reduced to 2 dimensions in order to be easy to explain. The first of these dimensions is "Creating Support for the Idea" and this dimension has been prepared by taking into account the studies such as (Scott and Bruce, 1994; Janssen, 2000; De Jong and Den Hartog, 2010). The second dimension is called "Awareness and Idea Formation" and at this point studies such as (Kanter, 1988; Scott and Bruce, 1994; Janssen, 2000; Kleysen and Street, 2001; De Jong and Den Hartog, 2010) are considered. As a result of the factor analysis, the variance rate of these 2 dimensions, which has the explanatory power of innovative work behavior, is calculated as 67.25%.

Table 3. Innovative Business Behavior Scale Factor Structure and Reliability Coefficient

		Factor Loads	Variance Rate	Reliability Coefficients
Creating Support for Idea	I try to find original solutions for problems.	0.879	36.16	Cronbach's Alpha (0.925)
	I product new ideas.	0.847		
	I provide all kinds of support for innovative ideas.	0.841		
	I seek support for the acceptance of innovative ideas.	0.741		
	I ensure the important members of the organization are being excited about innovative ideas.	0.732		
	I try to persuade others to support innovative ideas.	0.687		
	I implement innovative ideas in a systematic way while doing business.	0.675		
	I contribute to the fulfillment, processing or implementation of new ideas.	0.674		
	I endeavor to develop something new at the stage of implementation.	0.496		
Awareness and Idea Formation	I endeavor to research new products and services.	0.831	31.08	Cronbach's Alpha (0.906)
	Although I am not a part of my daily work, I am indirectly interested in issues that may affect my work.	0.817		
	I look for opportunities to develop something.	0.796		
	I think about what kind of innovative opportunities may be.	0.757		

I wonder how to develop something.	0.721
I investigate new working methods, techniques or instruments / tools for my work.	0.714
I implement innovative ideas in a useful way.	0.593
Total Variance Explained	67.25 0.941

Correlation Analysis

The results of the factor analysis revealed that the emotional commitment and innovative work behavior scales are reduced to two dimensions, and the correlation analysis is performed to determine the degree and direction of the change in the relationship between the dimensions. It is known in the correlation analysis which direction and how independent variables will affect the dependent variable. As a result of the analysis, the correlation coefficient between the identity of the individual and the generalized loyalty and task of the individual is calculated to be 0.51 (Table 4). Since the sign of the coefficient is positive, it can be said that there is a linear relationship. It is seen that there is a linear relationship between the identity of the individual with the organization and the dimensions of creating support for the idea at %1 importance level. Likewise, it is seen that there is a strong, positive and meaningful relationship between the identifying the identity of the individual with the organization and the dimension of awareness and creation idea. Between dimensions, because of just the generalized loyalty of the individual and create support for idea with the task dimension has acceptable level of significance in social science, there is no significant relationship is determined. This situation is also confirmed by Path analysis.

Table 4. Correlation Between Emotional Commitment Dimensions and Innovative Business Behavior Dimensions

		Correlation			
		Identifying the identity of the individual with the organization	Generalized loyalty and duty of the individual	Creating Support for the Idea	Awareness and Idea Creation
Identifying the identity of the individual with the organization	Pearson Correlation	1	.510	.487	.674
	Significance Level		0.000	0.000	00.000
	Number of Observations(N)	76	76	76	76
Generalized loyalty and duty of the individual.	Pearson Correlation	.510	1	0.161	.334
	Significance Level	0.000		0.166	0.003
	Number of Observations(N)	76	76	76	76
Creating support for the idea	Pearson Correlation	.487	0.161	1	.678
	Significance Level	0.000	0.166		0.000
	Number of Observations(N)	76	76	76	76
Awareness and Idea Creation	Pearson Correlation	.674	.334	.678	1
	Significance Level	0.000	0.003	0.000	
	Number of Observations(N)	76	76	76	76

Path Analysis

Correlation analysis is only important in determining the direction and the direction of the relationship of dimensions, while the first step of the structural equation model path (path) analysis is important in terms of the causality between the variables and the degree of effectiveness. By using correlation analysis we can just determine the direction and the degree of relationship belongs to dimensions; but with path analysis which is the first step of the structural equation model is important in terms of the causality between the variables and the degree of effectiveness. In addition, with this analysis, it is also possible to determine the indirect and direct effects of independent variables on dependent variables. When evaluated in this respect, path analysis provides significant advantages to the researcher. Before the path analysis factor loads are determined with factor analysis and statistical analysis is made by taking them into the model. In fact, path analysis is an extension of regression and is an important analysis to reveal the relationship between multiple dependent variables and independent Variables (Figure 1).

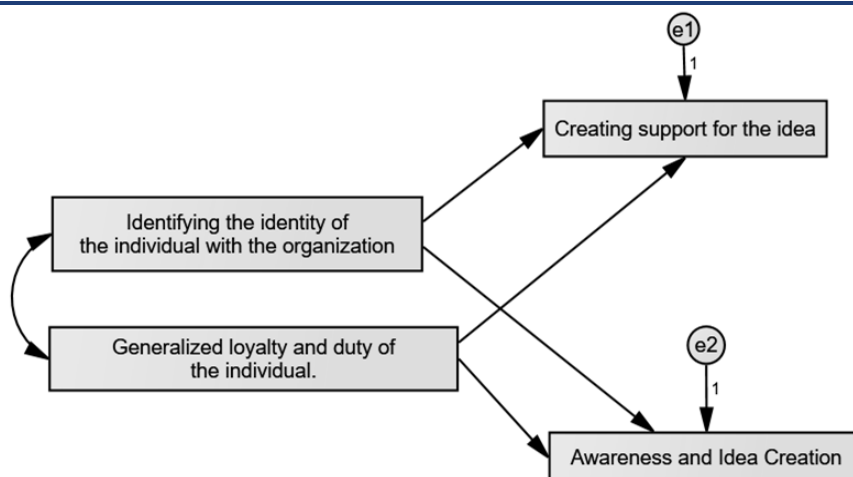


Figure 1. Path Model

The Chi-square value of the model is determined as 3.019 in the path analysis and it is determined that the model fits the data since the significance level is greater than 5%. As a result of the analysis, the results of the model should be compared with some index values. These indices are expressed as path analysis fit indices (Albright and Park, 2009).

The normal, acceptable and analysis values of these compliance indices are given in Table 5. Accordingly, it is decided whether the model's t-test result is accepted; the value of p is taken into consideration. At the end of the analysis, p value is determined as 0.082 and value is accepted because it is above the normal value. When the results of the analysis obtained from the model are compared with the other fit indices, it is seen that all the index results are consistent.

Table 5. Path Analysis Compliance Indices

Indice	Normal Value	Acceptable Values	Analyse
χ^2 "p" Değeri	p>0.05	-	0.082
χ^2/sd	<2	<5	3.01
GFI	>0.95	>0.90	0.98
AGFI	>0.95	>0.90	0.90
CFI	>0.95	>0.90	0.94
RMSEA	<0.05	<0.08	0.06
RMR	<0.05	<0.08	0.04

Resource: Kalaycı (2010)

In Table 6, the values of the estimation and significance level of the model are commented. The identification of the individual's identity with the organization affects the creation of support for the idea according to their importance level. Here, a unitary change in the identification of the individual's identity with the organization leads to an increase of 0.296 units in creating support for the idea. Likewise, as a result of a one-unit increase in the identification of the identity of the individual with the organization, there will be an increase of 0.539 units in raising awareness and idea. The last meaningful relationship is between the generalized loyalty and task dimension of the individual and the dimension of awareness and idea formation. As a matter of fact, it is estimated that a one-unit increase in the generalized loyalty of the individual will increase the awareness and the idea to increase by 0.302. No significant relationship was found between support creation for the idea and the generalized loyalty and task of the individual. A similar result was found in the correlation analysis and both analyzes support each other.

Table 6. Path Analysis Regression Weights

	Guess	Standard Error	C.R.	Importance Level	Hypothesis
--	-------	----------------	------	------------------	------------

Creating support for the idea	<---	Identifying the identity of the individual with the organization.	0.296	0.11	2.684	0.007	Accepted
Awareness and Idea Creation	<---	Identifying the identity of the individual with the organization.	0.539	0.091	5.927	0.000	Accepted
Awareness and Idea Creation	<---	Generalized loyalty and duty of the individual.	0.302	0.091	3.319	0.000	Accepted
Creating support for the idea	<---	Generalized loyalty and duty of the individual.	-0.034	0.11	-0.306	0.760	Rejected

Conclusion

In today's competitive conditions, the most important production factor of an enterprise is human. Of course, it is not possible to install and operate a production unit without the human factor. For this reason, the most important requirement for production is the people's ability to work, who are qualified as labor force or labor force. In addition to the actual power, this ability is also classified as mental and heart power. Heart power, which is among of these powers, mention the commitment to enterprise and to work of a human. Agricultural entrepreneurs have an emotional commitment to their businesses thanks to the heart power they have. For this reason, the effect of the emotional commitment which agricultural entrepreneurs have, on innovative business behavior which is one of the most important functions of sustainable competition is examined within the scope of the study.

3 of the 4 hypotheses established within the scope of the study are accepted and according to the results it is determined that if the commitment of the agricultural entrepreneurs increase "who provides the production of the basic raw material for the nutrition" it will increase the efficiency, productivity and performance of the enterprise. And thus, increasing the profitability. As a matter of fact, according to the results obtained, as the emotional commitment increases, the possibility of adopting innovative business behaviors will increase. According to this, the technology that will be used in order to get more efficiency from the unit area or the unit animal will be used, and the productivity of the production factors will be increased.

As a result, emotional commitment, which is one of the most important factors affecting innovative business behavior, is closely related to the personal characteristics of individuals. In addition to the technical or vocational trainings of agricultural business managers on this subject, it is also necessary to invest in people in order to achieve efficiency by applying an education system for the attitudes and behaviors of individuals. After realizing this investment, giving vocational training information and giving power of representation is important for the sustainability of enterprises.

Kaynakça/References

- Ağca, V. and Ertan, H. 2008. Duygusal bağlılık içsel motivasyon ilişkisi: Antalya’da beş yıldızlı otellerde bir inceleme.
- Akkoç, İ., Turunç, Ö. and Çalışkan, A. 2011. Gelişim kültürü ve lider desteğinin yenilikçi davranış ve iş performansına etkisi: İş-aile çatışmasının aracılık rolü, *ISGUC The Journal of Industrial Relations and Human Resources* 13 (4), 83-114.
- Albright, J. J. and Park, H. M. 2009. Confirmatory factor analysis using amos, LISREL, Mplus, SAS/STAT CALIS.
- Allen, N. J. and Meyer, J. P. 1990. The measurement and antecedents of affective, continuance and normative commitment to the organization, *Journal of occupational psychology* 63 (1), 1-18.
- Anonim, 2019. Bağlılık, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts&view=bts&kategori=1=veritbn&kelimesec=32217: [21.01.2019].
- Bayav, A., 2007. Isparta ilinde elma işletmelerinde yeniliklerin ve araştırma sonuçlarının benimsenme düzeyleri ve etki değerlendirmeleri, *Adnan Menderes Üniversitesi*.
- Benliğiray, S. and Sönmez, H. 2011. Hekimlerin ve hemşirelerin örgütsel bağlılıklarını artırmayı sağlayan faktörler, *ISGUC The Journal of Industrial Relations and Human Resources* 13 (3), 49-64.
- Chang, L.-C. and Liu, C.-H. 2008. Employee empowerment, innovative behavior and job productivity of public health nurses: A cross-sectional questionnaire survey, *International journal of nursing studies* 45 (10), 1442-1448.
- Coleman, D. F., Irving, G. P. and Cooper, C. L. 1999. Another look at the locus of control–organizational commitment relationship: It depends on the form of commitment, *Journal of Organizational Behavior* 20 (6), 995-1001.
- Çakmur, H. 2012. Araştırmalarda Ölçme-Güvenilirlik-Geçerlilik, *TAF Preventive Medicine Bulletin* 11 (3).
- Çekmecelioğlu, H. G. 2006. Örgüt iklimi, duygusal bağlılık ve yaratıcılık arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi: bir araştırma, *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 20 (2), 295-310.
- Çıtak, S., 2017. Duygusal Zeka ile Yenilikçi İş Anlayışı Arasındaki İlişki Üzerine Bir Araştırma Mersin İli Örneği, *Toros Üniversitesi*, 132.
- De Jong, J. and Den Hartog, D. 2010. Measuring innovative work behaviour, *Creativity and innovation management* 19 (1), 23-36.
- DeCotiis, T. A. and Summers, T. P. 1987. A path analysis of a model of the antecedents and consequences of organizational commitment, *Human relations* 40 (7), 445-470.
- Demirel, Y. and Akça, F. 2008. İşe bağlı stresin duygusal bağlılık üzerine etkisi: Sağlık sektörü çalışanlarına yönelik bir araştırma, *İletişim Fakültesi Dergisi* 33, 43-55.
- Demirel, Y. 2009. Örgütsel bağlılık ve üretkenlik karşıtı davranışlar arasındaki ilişkiye kavramsal yaklaşım, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (15), 115-132.
- Diñçel, G., 2012. Kurumsal İtibar ile Örgütsel Kıvanç, Duygusal Bağlılık ve Örgütsel Vatandaşlık Davranışı Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi: Bir Araştırma, 159.
- Erdoğan, D. G. and Güneş, D. Z. 2013. The relationship between individual innovativeness and change readiness conditions of students attending faculty of education, *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 106, 3033-3040.
- Gürbüz, S. 2006. Örgütsel vatandaşlık davranışı ile duygusal bağlılık arasındaki ilişkilerin belirlenmesine yönelik bir araştırma, *AİBÜ-İİBF Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*.
- Gürsel, Ü. and Eröz, S. 2017. Örgütsel Bağlılık Ve Yenilik Yönetimi İlişkisi: Mutfak Personeli Üzerine Bir Araştırma, *Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Turizm İşletmeciliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli*.
- Hannemann-Weber, H., Kessel, M., Budysh, K. and Schultz, C. 2011. Shared communication processes within healthcare teams for rare diseases and their influence on healthcare professionals' innovative behavior and patient satisfaction, *Implementation Science* 6 (1), 40.
- Janssen, O. 2000. Job demands, perceptions of effort-reward fairness and innovative work behaviour, *Journal of Occupational and organizational psychology* 73 (3), 287-302.
- Kabiraj, S., Walke, R. and Yousaf, S. 2014. The need for new service innovation in halal marketing, *Indian Journal of Marketing* 44 (2), 5-14.
- Kacmar, K. M., Carlson, D. S. and Brymer, R. A. 1999. Antecedents and consequences of organizational commitment: A comparison of two scales, *Educational and Psychological Measurement* 59 (6), 976-994.
- Kalaycı, Ş., 2010. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Ankara, Turkey, p. 1-426.
- Kanter, R. M. 1988. Three tiers for innovation research, *Communication Research* 15 (5), 509-523.
- Karatepe, O. M. and Magaji, A. B. 2008. Work-family conflict and facilitation in the hotel industry: A study in Nigeria, *Cornell Hospitality Quarterly* 49 (4), 395-412.
- Karatepe, O. M. and Kilic, H. 2009. The effects of two directions of conflict and facilitation on frontline employees' job outcomes, *The Service Industries Journal* 29 (7), 977-993.
-

- Kayasandık, A., 2013. İş-Aile Çatışması Ve Duygusal Bağlılık İlişkisinde Algılanan Örgütsel Adaletin Düzenleyici Rolü.
- Kleysen, R. F. and Street, C. T. 2001. Toward a multi-dimensional measure of individual innovative behavior, *Journal of Intellectual Capital* 2 (3), 284-296.
- Lambert, E. G., Pasupuleti, S., Cluse-Tolar, T., Jennings, M. and Baker, D. 2006. The impact of work-family conflict on social work and human service worker job satisfaction and organizational commitment: An exploratory study, *Administration in Social Work* 30 (3), 55-74.
- Madison, T. F., Ward, S. and Royalty, K. 2012. Corporate social responsibility, organizational commitment, and employer-sponsored volunteerism, *International Journal of Business and Social Science* 3 (1).
- Mathieu, J. E. and Zajac, D. M. 1990. A review and meta-analysis of the antecedents, correlates, and consequences of organizational commitment, *Psychological Bulletin* 108 (2), 171.
- Memili, E., Zellweger, T. M. and Fang, H. C. 2013. The determinants of family owner-managers' affective organizational commitment, *Family Relations* 62 (3), 443-456.
- Meyer, J. P. and Allen, N. J. 1984. Testing the "side-bet theory" of organizational commitment: Some methodological considerations, *Journal of Applied Psychology* 69 (3), 372.
- Meyer, J. P. and Allen, N. J. 1991. A three-component conceptualization of organizational commitment, *Human Resource Management Review* 1 (1), 61-89.
- Namasivayam, K. and Zhao, X. 2007. An investigation of the moderating effects of organizational commitment on the relationships between work-family conflict and job satisfaction among hospitality employees in India, *Tourism Management* 28 (5), 1212-1223.
- Oğuz, C. and Karakayacı, Z. 2017. Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklem Metodolojisi, *Konya, Atlas Akademi*, 1-183.
- Orhan, N. 2012. Bankacılık Sektöründe Duygusal Zekâ ve Yenilikçi İş Davranışlarının İş Tatmini Üzerine Etkileri, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı İşletme Bilim Dalı, İstanbul*.
- Özdamar, K. 2001. Paket programlar ve istatistiksel veri analizi (çok değişkenli analizler), (4. Baskı), *Eskişehir: Kaan Yayınları*.
- Öztürk, F. 2010. Isparta İlinde Kiraz İşletmelerinde Yeniliklerin Benimsenme ve Etki Değerlemesi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, 106s, Konya*.
- Öztürk, F. and Yalçın, M. 2014. İzmir ve Manisa İllerinde Zeytin Yetiştiren İşletmelerde Yeniliklerin ve Ar-Ge Çalışmalarının Benimsenme Düzeyleri ve Etki Değerlendirmeleri.
- Porter, L. W., Steers, R. M., Mowday, R. T. and Boulian, P. V. 1974. Organizational commitment, job satisfaction, and turnover among psychiatric technicians, *Journal of Applied Psychology* 59 (5), 603.
- Schimansky, S., 2014. The effect of a high-commitment work system on innovative behavior of employees, *University of Twente*.
- Scott, S. G. and Bruce, R. A. 1994. Determinants of innovative behavior: A path model of individual innovation in the workplace, *Academy of Management Journal* 37 (3), 580-607.
- Seymen, O. A., 2008. Örgütsel bağlılığı etkileyen örgüt kültürü tipleri üzerine bir araştırma, Detay Yayıncılık, p.
- Şencan, H. 2005. Sosyal ve davranışsal ölçümlerde geçerlilik ve güvenilirlik, *Ankara: Seçkin Matbaası*.
- Wang, Q., Weng, Q., McElroy, J. C., Ashkanasy, N. M. and Lievens, F. 2014. Organizational career growth and subsequent voice behavior: The role of affective commitment and gender, *Journal of Vocational Behavior* 84 (3), 431-441.
- West, M. A. and Farr, J. L. 1989. Innovation at work: Psychological perspectives, *Social Behaviour*.
- Wiener, Y. 1982. Commitment in organizations: A normative view, *Academy of Management Review* 7 (3), 418-428.
- Yalçın, A. and İplik, F. N. 2005. Beş yıldızlı otellerde çalışanların demografik özellikleri ile örgütsel bağlılıkları arasındaki ilişkiyi belirlemeye yönelik bir araştırma: Adana ili örneği, *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 14 (1), 395-412.
- Yamane, T. 1967. Elementary sampling theory, *Prentice Hall* 1st Edition, 405.
- Yener, A., 2013. Konya ili Ereğli ilçesi süt işletmelerinin ekonomik faaliyetleri ve yenilikleri benimseme düzeyleri, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Yener, A., 2017. Konya ilinde süt sığırcılığı yapan aile işletmelerinde yeniliklerin benimsenmesi ve yayılmasına etki eden faktörler, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Zhang, M., Griffeth, R. W. and Fried, D. D. 2012. Work-family conflict and individual consequences, *Journal of Managerial Psychology* 27 (7), 696-713.

Laboratuvar Koşullarında *Tetranychus urticae* Koch ve Avcı Akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot 'e Bazı Pestisitlerin Etkilerinin İncelenmesi

Effects of Some Pesticides on *Tetranychus urticae* and Predatory Mite *Phytoseiulus persimilis* in Laboratory Conditions

Mustafa Hakan BALCI^{1a} Mehmet Ali İNANICI^{1b} Recep AY^{1*}

Öz


İki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* Koch örtüaltı sebzelerinde, süs bitkilerinde ve birçok meyvede anahtar zararlıdır. Üreticiler bu türü kontrol etmede genellikle kimyasal svaşımı tercih etmektedirler. Ancak bu tür sahip olduğu biyolojik özellikleri nedeniyle birçok ilaca direnç geliştirmektedir. Bu nedenle bu türün kontrolünde biyolojik savaş veya entegre savaşım yöntemi önerilmektedir. Bu çalışmada bazı pestisitlerin *Tetranychus urticae* ve *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot 'e etkileri incelenmiştir. Çalışmada etoxazole, bifenthrin, cyromazine ve acequinocyl aktif maddelerine sahip ilaçlar kullanılmıştır. İlaçlar her iki akar türüne de tarla uygulama dozunda larva ve ergin dönemlerine petri kabı-ilaçlama kulesi yöntemi ile uygulanmıştır. Elde edilen verilerden yararlanarak ilaçların etkisi Abbott formülüne göre hesaplanmıştır. Farklı aktif maddeye sahip ilaçların *T. urticae* ve *P. persimilis*'e karşı etkileri karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bifenthrin ve acequinocyl *T. urticae* ve *P. persimilis*'in her iki dönemine de %90–100 arasında etki göstermiştir. Etoxazole ve cyromazine ise *P. persimilis*'nin her iki döneminde %90' ın üzerinde ölüm meydana getirmiştir. Etoxazole uygulanan *T. urticae* larvalarında %100 oranında ölüm gözlenirken, *T. urticae*'nin her iki döneminde de cyromazine'in önemli bir etkisi olmamıştır.


Anahtar Kelimeler: *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*, yan etki, cyromazine, etoxazole, bifenthrin, acequinocyl

Abstract

The two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch is key pest in greenhouse vegetables, ornamental plants and many fruits. Farmers generally prefer chemical control to suppress this species. However, due to its biological properties, resistance to many pesticides develops For this reason, biological control or integrated control method are recommended for suppress of this species. In this study, the effects of some pesticides against *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* was investigated. Pesticides having active ingredients such as etoxazole, bifenthrin, cyromazine, acequinocyl were used. Recommended dosages of all pesticides were applied to larvae and adult of both mite species by petri dish spray tower method. According to the mortality data, the effect of the pesticides was calculated using the Abbott formula. Effect of the pesticides having various active agents on *T. urticae* and *P. persimilis* were compared regarding their efficiency. According to the results, bifenthrin and acequinocyl showed efficiency between 90-100% on both life stages of *T. urticae* and *P. persimilis*. Etoxazole and cyromazine caused more than 90% in both life stages of *P. persimilis* to die. While 100% mortality was observed in *T. urticae* larvae treated with etoxazole, cyromazine had no significant effect on both stages of *T. urticae*.

Key Words: *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis*, side effect, cyromazine, etoxazole, bifenthrin, acequinocyl

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Recep AY, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260 Isparta/Turkey. E-mail: recepay@isparta.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9483-7255

Mustafa Hakan Balci, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 32260 Isparta/Turkey. E-mail: recepay@isparta.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9483-7255

Atıf/Citation: Balci, M H., Inanici, M A, Ay, R .2020. Laboratuvar koşullarında *Tetranychus urticae* Koch ve avcı akar *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot'e bazı pestisitlerin etkilerinin incelenmesi *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2),172-179.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019

Extendend Summary

Tetranychus urticae is one of the most important pests in many agricultural production areas (Helle and Sabelis, 1985; Duchovskienė et al., 2009). Common methods for controlling this pest are cultural, chemical and biological methods (Powell and Lindquist, 1997; Bethke et al., 2001; Attia et al., 2013). Chemical applications are still the most extensively used method for this pest, but these chemicals can be side effect to the environment, crops and human (Nicastro et al., 2010; Meyer et al., 2009; Marsaro Júnior et al., 2012; Maciel et al., 2019). *T. urticae* develops resistance to pesticides because of repeated and non-selective pesticide applications; hence its outbreaks are seen often (Helle and Sabelis, 1985; Duchovskienė et al., 2009). Biological and chemical control methods are two important parts of integrated pest management, so the use of pesticides must be combine with other control methods. Most insecticides with different chemical classes have a broad mechanism of action, hence they affect the predator as well as the prey (Croft, 1990; Talebi et al., 2008). *Phytoseiulus persimilis* is one of the most important phytoseid species known to be a very effective biological control agent to many mite species (Helle and Sabelis, 1985; Alipour et al., 2016; Maleknia et al., 2016; Fathipour et al., 2017). *P. persimilis* is known as the key predaor mite to control against to *T. urticae* which causes damage in many agricultural crops (Helle and Sabelis, 1985; Duso et al., 2008). This species has a type 1 lifestyle and is only feeds by spider mites that produce webs (McMurtry et al., 2013; Fathipour et al., 2017). *P. persimilis* is found naturally in Mediterranean region; however commercial strains are used in vegetables, ornamentals and other plants around the world (McMurtry and Croft, 1997; Gerson and Weintraub, 2007; Duso et al., 2008).

In this study, the effects of some pesticides on *T. urticae* and predator mite *P. persimilis* were investigated. Predator mites are known to play an effective role in the combat against spider mites, so it is desirable that the pesticides used in such cases be specific to the pest and have no side effects to the predator. Etoxazole, bifenthrin, cyromazine and acequinocyl were used in this study. Insecticides were applied to the larval and adult stages of both mites by field application dose by using petri dish-spray tower method. The bean leaf disc with a diameter of 4 cm was placed on the wet cotton in 9 cm diameter petri. Following this, 25 adult or 0-24 hours larvae were transferred to each petri dishes and 2 ml pesticide was applied at 1 atm pressure with spraying tower. Mortality were evaluated 3 days after spraying in adult trials and 5 days after larval trials. Using the data obtained, the effects of pesticides on different mite populations was evaluated according to Abbot (1925). The effects of pesticides on *P. persimilis* individuals are classified according to the (Hassan 1992 and Sterk et al., 1999) classification.

As a result of the study, etoxazole was effective on larvae of *T. urticae*, while it was not effective on adult stage. Etoxazole was effective in both periods of *P. perisimilis*, so etoxazole was classified as harmful to *P. persimilis* according to IOBC classification. Acequinocyl was effective on both larvae and adult stage of *T. urticae*. Acequinocyl was moderately effective in both periods of *P. perisimilis* therefore, according to IOBC classification, acequinocyl was classified as moderately harmful to *P. persimilis*. Bifenthrin was effective on both larvae and adult stage of *T. urticae*. Bifenthrin was effective in the adult period of *P. perisimilis* and moderately effective in the larval period. According to the IOBC classification bifenthrin was classified as harmful adult stage of *P. persimilis* while it was moderately harmful group for the larval period of *P. persimilis*. Cyromazine was ineffective in both adults and larvae of *T. urticae*. It was moderately effective in adult stages of *P. perisimilis* but it was effective in larval stage of *P. persimilis*. According to the IOBC classification, cyromazine was moderately harmful on adult stages of *P. persimilis* while it was classified as harmful larval stages of *P. persimilis*.

İki noktalı kırmızı örümcek *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) bitkilerde zararlı ve polifag bir zararlı tür olup içerisinde toksik bileşik üreten bitkilerinde dahil olduğu 140'dan fazla bitki familyasına ait 1100'den fazla bitki üzerinde beslenir (Grbic ve ark., 2011). Bu akar hem sera hem tarla üretiminde tek yıllık ve çok yıllık bitkilere zarar veren başlıca zararlılardan birisidir (Grbic ve ark., 2011). Bu fitofag tür yüksek sıcaklık ve düşük nispi nem koşullarında gelişir ve popülasyonları hızlı bir büyüme gösterir (Hussey ve Scopes, 1985; Numa ve ark., 2015). Bu akarlar rüzgarla dağılmalarının yanı sıra giysilerle ve bitki üzerinde kullanılan ekipmanlarla da taşınır (Hussey ve Scopes, 1985; Numa ve ark., 2015). *T. urticae* larva döneminden ergin döneme kadar yaprakların alt yüzeylerinde beslenmeyi tercih eder (Jhonson ve Lyon, 1991; Attia ve ark., 2013). Eğer sayıları ekonomik zarar eşiğinin altında tutulmaz ise bu akarlar sadece beslenmeleriyle değil aynı zamanda bitki patojenlerini taşıyarak da bitkisel üretimde ciddi bir tehdit oluşturabilirler (Jeppson ve ark., 1975; Gyuris ve ark., 2018). Geleneksel olarak bu akarların kontrolünde akarisitler kullanılır (Heinz ve ark., 2004). Ancak bu kimyasallara karşı hızlı bir şekilde direnç geliştirebilmektedirler (Kropczynska ve Tomczyk, 1966; Sarwar, 2013). Akarlar omurgasız zararlılar arasında insektisitlere direnç geliştirme potansiyeli yüksek canlılar olarak bilinirler (Whalon ve ark., 2014; Van Leeuwen ve ark., 2015). Akarların kısa yaşam döngüleri ve yüksek üreme kapasiteleri nedeniyle, kontrollerinde sık sık akarisit kullanılır ki bu sebeple de akarisitlere hızlı bir şekilde direnç geliştirmeleri söz konusudur (reviewed in Van Leeuwen ve ark., 2010; Van Leeuwen ve ark., 2015).

Phytoseiulus persimilis Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) gibi avcı akarların biyolojik kontrol ajanı olarak kullanılması, zararlı yönetiminde pestisitlerin kullanılmasına alternatif olan güvenli yöntemlerden biri olarak gözükmektedir (Blümel ve Walzer, 2002; Skirvin ve ark., 2002; Bresch ve ark., 2015). *P. persimilis* çeşitli akarların etkili bir biyolojik kontrol ajanı olarak bilinen en önemli phytoseid türlerinden birisidir (Helle ve Sabelis, 1985; Alipour ve ark., 2016; Maleknia ve ark., 2016; Fathipour ve ark., 2017). *P. persimilis* yüksek avlanma kapasitesi (Chacón-Hernández ve ark., 2017; Chacón-Hernández ve ark., 2018) ve yüksek popülasyon artış oranına sahip olması nedeniyle *Tetranychus urticae* popülasyonlarını hızlı bir şekilde azaltmasıyla bilinen en etkili olan türlerdendir (Escudero ve Ferragut, 2005; Chacón-Hernández ve ark., 2018). Bu avcı akarlar type 1 yaşam stiline sahiptir ve yalnızca ağ üreten akarlar ile beslenirler (McMurtry ve ark., 2013; Fathipour ve ark., 2017). *P. persimilis* akarları kontrol etme yeteneği sayesinde birçok ticari biyolojik kontrol şirketi tarafından kitle halinde üretilip satılmaktadır (McMurtry ve ark., 2013; Fathipour ve ark., 2017).

Yukarıda da bahsedildiği üzere kullanılan tarım ilaçlarına karşı zararlı akarlar direnç kazanabilmektedir. İlaç kullanılan alanlarda zararlı popülasyonunun yanı sıra yararlı akarlarda bulunabilmektedir. Avcı akarlar kırmızı örümcek mücadelesinde etkili bir rol oynadığı için kullanılan ilacın zararlı akar türüne spesifik olması ve yararlı türlere karşı yan etkisinin bulunmaması gereklidir. Bu çalışmada bazı aktif maddelerin *T. urticae* ve avcı akar *P. persimilis* üzerine etkileri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada ana materyal olarak *Tetranychus urticae*, *Phytoseiulus persimilis* ve konukçu bitki olarak barbunya (*Phaseolus vulgaris* L.) ve Integrated Pest Management (IPM) kuralları çerçevesinde önerilen aktif maddesi; acequinocyl (Kanemite SC), etoxazole (Zoom 10 SC), cyromazine (Bestgard 75 WP) ve bifenthrin (Omstar 100 EC) olan ruhsatlı akarisit, insektisit ve insektisit - akarisitler kullanılmıştır. Akar üretiminde kullanılacak olan 10 cm boyunda, 15 cm çapındaki saksılarda üretilen barbunya bitkileri hastalık ve zararlılardan arındırılmış olarak iklim odalarında yetiştirilmiştir. Kullanılan *T. urticae*'nin hassas popülasyonu (German Susceptible Strain, (GSS) 2001 yılında Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi (ISUBÜ), Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümüne Rothamstad Experimental Station (İngiltere)'den getirilmiş ve herhangi bir pestisit uygulaması yapılmaksızın üretimleri (26±1 °C'de %60±5 orantılı nemde, 16:8 aydınlık:karanlık koşullara sahip akar yetiştirme kabinlerinde) devam ettirilmiştir. *P. persimilis* popülasyonu 2008 yılında Ankara Üniversitesinden sağlanmıştır, 2008 yılından itibaren de ISUBÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü'nde ilaçsız ortamda yetiştirilmektedir. *P. persimilis* popülasyonu; 26±2 °C sıcaklık, %55-65 nem ve 16-8 saat aydınlık:karanlık koşullarında iklim odalarında barbunya bitkileri üzerinde üretilmiş, *P. persimilis* popülasyonlarına düzenli olarak *T. urticae* verilerek beslenmeleri sağlanmıştır.

Yöntem

Biyoassay denemeleri

İlaçların larva dönemine uygulanması. Pestisitlerin uygulanmasında Ay (2005)'den alınan ilaçlama kulesi –petri kabı yöntemi kullanılmıştır. Akarların ilaç uygulaması ve uygulama sonrası etkilerinin izlenebilmesi için 9 cm çapında plastik petri kapları kullanılmıştır. Denemelerde kullanılacak olan aynı dönem bireyleri elde etmek amacıyla 9 cm çapındaki petrilere ıslatılmış pamuklar ve üzerlerine 4 cm çapında barbutya yaprakları alt yüzeyi üstte olacak biçimde konulmuştur. Bu yaprakların üzerine aynı dönem larvaları elde etmek için 10 adet ergin dişi bireyler aktarılmış ve 24 saat sonra dişi bireyler uzaklaştırılmıştır. Bırakmış oldukları yumurtalar her gün gözlenerek larva çıkışı belirlenmiştir. Yumurtalardan çıkan 0-24 saatlik larvalar denemede kullanılmıştır. Tabanı ıslatılmış pamukla kaplı 9cm çapındaki petri ler üzerinde hazırlanan 4 cm'lik yaprak diskleri üzerine yaklaşık 25 adet 0-24 saat yaştaki akar larvaları binoküler altında aktarılmıştır. Petri ler hazırlanan ilaç solüsyonları ile ilaçlama kulesi kullanılarak 1 bar basınç da ilaçlanmıştır. Her petriye 2 ml ilaç püskürtülmüştür. Kontrolde sadece saf su uygulanmıştır. Denemeler 1 kontrol + 1 doz, 4 tekerrür olacak şekilde kurulmuştur. Ölü-canlı değerlendirmesi 5. günde yapılmıştır. Avcı akarlar yapılan denemelerde avcılarının beslenmesi için yeterince av verilmiştir.

İlaçların ergin dönemine uygulanması. Pestisitlerin uygulanmasında Ay (2005)'den alınan ilaçlama kulesi – petri kabı yöntemi kullanılmıştır. Tabanı ıslatılmış pamukla kaplı 9 cm çapındaki petri üzerinde hazırlanan 4 cm'lik yaprak disklerine binoküler altında yaklaşık 25 adet ergin akar aktarılmıştır. Petri ler hazırlanan ilaç solüsyonları ile ilaçlama kulesi kullanılarak 1 bar basınç da ilaçlanmıştır. Her petriye 2 ml ilaç püskürtülmüştür. Kontrolde sadece saf su uygulanmıştır. Denemeler 1 kontrol + 1 doz, 4 tekerrür olacak şekilde kurulmuştur. Ölü-canlı değerlendirmesi 3. günde yapılmıştır.

İlaçların etkilerinin hesaplanması. Elde edilen verilerden yararlanarak akar popülasyonlarına ilaçların etkisi Abbott 1925'e göre hesaplanmıştır. Farklı aktif maddeye sahip ilaçların farklı biyolojik dönemlerinde uygulama yapılan *T. urticae* ve *P. persimilis*'e karşı etkinlikleri incelenmiştir. Abbott formülü; $Ma = \frac{(Mt - Mc)}{(100 - Mc)} \times 100$, $Ma = \text{Abbott'a göre gerçek ölüm oranı}$, $Mt = \text{Uygulamadaki ölüm oranı}$, $Mc = \text{Kontroldeki ölüm oranı}$.

Pestisitlerin yan etkilerinin değerlendirilmesi. Pestisitler Uluslararası Biyolojik Mücadele Organizasyonu (IOBC) "pestisitler ve faydalı organizmalar" çalışma grubu tarafından faydalılara etkileri bakımından dört sınıfa ayrılmaktadır; Ölüm oranı $< \%30$ ise zararsız (1), $\%30-79$ ise az zararlı (2), $\%80-99$ ise orta derece zararlı (3) ve $> \%99$ ise zararlı (4) kabul edilmektedir (Hassan, 1992 ve Sterk ve ark., 1999). Bu sınıflandırmaya göre *P. persimilis* bireylerine pestisitlerin etkisi sınıflandırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada kullanılan ilaçların *T. urticae* ve *P. persimilis*'e etkileri Çizelge 1'de verilmiştir. Etoxazole aktif maddesine sahip ilaç *T. urticae* erginlerine $\%16.19$ oranında etkili olurken, *P. persimilis* erginlerine $\%100$ etkili olmuştur. Aynı ilaç *T. urticae* larvalarına $\%100$ etki gösterirken, *P. persimilis* larvalarına $\%96.54$ etkili olmuştur. Etoxazole *T. urticae*'nin larvalarına etkili iken, ergin dönemine çok etkili olmamış. *P. persimilis*'in ise her iki dönemine de etkili olmuştur. Bu yüzden IOBC sınıflandırmasına göre etoxazole ilacı *P. persimilis* erginleri için zararlı larvaları için orta derece zararlı grubuna girmiştir (Çizelge 1). Niu ve ark. (2014), etoxazole ve bazı akarisitlerin *T. urticae*'ye karşı etkilerini sakı ve sera toprağında, sera koşullarında çilek üzerinde değerlendirmişlerdir. Buna göre sakı denemelerinde etoxazole'ün ergin öncesi dönemlerinin sayıları $\%72$ ile $\%91$ oranında düşürdüğünü, sera toprağındaki denemelerinde ise etoxazole'ün erginleri $\%62$ ile $\%87$ oranında ve ergin öncesi dönemlerindeki $\%91$ ile $\%97$ oranında düşürdüğünü bildirmişlerdir. Argolo ve ark. (2013) clementine mandarini yaprakları üzerine etoxazole ve bazı pestisitleri uygulayıp bu kalıntının *P. persimilis* ve başka türler üzerine etkisini pestisit uygulandığı gün, 7, 14 ve 21 günlük kalıntılarda değerlendirmişler ve etoxazole'ün *P. persimilis* üzerine aynı gün değerlendirmesinde $\%34$ lük ölüme yol açtığını ve IOBC kategorisine göre az zararlı gruba girdiğini, diğer yandan 7 günlük değerlendirmede zararsız gruba girdiğini bildirmişlerdir. Sáenz-de-Cabezón Irigaray ve ark. (2007) çalışmalarında çilek bitkisi üzerinde etoxazole aktif maddesine sahip ilaç kalıntısının *P. persimilis*'in ölüm oranı üzerine etkisini değerlendirmişler ve uygulamadan 3 gün sonra yapılan ölüm oranı değerlendirmesinde etoxazole ile kontrol arasında önemli bir fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Bizim çalışmamız ile literatürdeki sonuçların benzerlik göstermemesinin sebeplerinin; bizim çalışmamızda akarların pestisitlere doğrudan, literatürdeki çalışmalarda ise kalıntı ile

maruz kalması, uygulama sonrası yapılan değerlendirmelerin farklı günlerde yapılması, farklı konukçu bitkilerin kullanılmış olması ve deneme koşullarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Acequinocyl aktif maddesine sahip ilaç *T. urticae* erginlerine %100 etkili olurken, *P. persimilis* erginlerine %96.42 oranında etkili olmuştur. Aynı ilaç *T. urticae* larvalarına %100 etki gösterirken, *P. persimilis* larvalarına %94.64 değerinde etkili olmuştur. Acequinocyl *T. urticae*'nin hem larvalarına hem de ergin dönemine etkili olmuştur. *P. persimilis*'in de her iki dönemine orta derecede etkili olmuştur. IOBC sınıflandırmasına göre acequinocyl ilacı *P. persimilis*'e orta derece zararlı grubuna girmiştir (Çizelge 1). Sáenz-de-Cabezón Irigaray ve ark. (2007) çalışmalarında acequinocyl aktif maddesine sahip ilacı çilek bitkisi yapraklarına uygulayarak ilaç kalıntısının *P. persimilis* üzerine etkisini değerlendirmişler ve kalıntıya maruz kalan *P. persimilis* dişilerinin uygulamanın 3 gün sonrasındaki sayımda ölüm oranlarının önemli derecede arttığını gözlemlemişlerdir. Bulunan sonuçlar çalışmamızda elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Bifenthrin, aktif maddesine sahip ilaç *T. urticae* erginlerine %100 etkili olurken, *P. persimilis* erginlerine %96.35 etkili olmuştur. Aynı ilaç hem *T. urticae* larvalarına hemde *P. persimilis* larvalarına %100 oranında etkili olmuştur. Bifenthrin ilacı *T. urticae*'nin hem larvalarına hem de, ergin dönemine etkili olmuştur. *P. persimilis*'in ergin döneminde orta derece etkili larva dönemine de etkili olmuştur. IOBC sınıflandırmasına göre bifenthrin ilacı *P. persimilis*'e ergin dönemde orta derece zararlı larva döneminde zararlı grubuna girmiştir (Çizelge 1). Alzoubi ve Cobanoğlu, (2008) çalışmalarında bifenthrin'in lethal concentration (LC₅₀-LC₉₀) değerleri ve IOBC toksisite kategorisine göre *P. persimilis* için zararlı olduğunu, ovicidal / ovolarvicidal testlerine göre bifenthrin'in *T. urticae* yumurtaları ve larvaları için aşırı toksik olduğunu, nimfisidal teste göre Bifenthrin aktivitesinin *T. urticae* nimfleri üzerinde çok güçlü olduğunu ve *P. persimilis* nimfleri için orta derece zararlı olduğunu bildirmişlerdir. Ditillo ve ark. (2016) önerilen tarla dozunun 1, 0.5 ve 0.1 katı na denk olarak hazırlanan bifenthrin konsantrasyonlarının *P. persimilis* üzerindeki etkisine baktıklarında; yüksek konsantrasyonlarda uzaklaştırıcı ve üremeyi etkilediğini, ayrıca ölüm oranında artmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Alzoubi ve Çobanoğlu, (2007) çalışmalarında avcılar salındıktan sonra pestisitlerle avsız veya tavsiye edilen tarla uygulama dozunun 3'te 1'ini doğrudan düşük doz olarak uygulamışlardır. Çalışma sonucunda Bifenthrin'in *P. persimilis*'e karşı toksisitesinin zararlı olduğunu bildirmişlerdir. Cote ve ark., (2002) çalışmalarında akarisit kalıntılarının *P. persimilis* ve *T. urticae* üzerine etkisini test etmişler ve her iki türü de 24 saatlik 1, 3, 7 ve 14 günlük kalıntıya maruz bırakmışlar ve sonuç olarak bifenthrin kalıntısının tüm zamanlarda *P. persimilis* için toksik olduğunu diğer taraftan *T. urticae* için uygulamadan 1 hafta sonrasına kadarki zamanda zararlı olduğunu gözlemlemişlerdir. Bulunan sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile uyum içindedir.

Cyromazine aktif maddesine sahip ilaç *T. urticae* erginlerine %23.79 etkili olurken, *P. persimilis* erginlerine %92.43 oranında etkili olmuştur. Aynı ilaç *T. urticae* larvalarına %7.90 etki gösterirken, *P. persimilis* larvalarına %100 etkili olmuştur. Cyromazine *T. urticae*'nin hem erginlerinde hem de larvalarında etkisiz olmuştur. *P. persimilis*'in ergin döneminde orta derece etkili, larva döneminde ise etkili olmuştur. IOBC sınıflandırmasına göre Cyromazine *P. persimilis*'e ergin dönemde orta derece zararlı larva döneminde de zararlı grubuna girmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Aktif maddelerin abbott formülüne göre hesaplanan değerleri

Table 1. The calculated values of the active ingredient according to abbott formula

Aktif Madde Adı	% Etki			
	<i>Tetranychus urticae</i>		<i>Phytoseiulus persimilis</i>	
	Larva	Ergin	Larva	Ergin
Etoxazole	% 100	% 16.19	% 96.54 (3)	% 100 (4)
Acequinocyl	% 100	% 100	% 94.64 (3)	% 96.42 (3)
Bifenthrin	% 100	% 100	% 100 (4)	% 96.35 (3)
Cyromazine	% 7.90	% 23.79	% 100 (4)	% 92.43 (3)

Bifenthrin, aktif maddesine sahip ilaç *T. urticae* erginlerine %100 etkili olurken, *P. persimilis* erginlerine %96.35 etkili olmuştur. Aynı ilaç hem *T. urticae* larvalarına hemde *P. persimilis* larvalarına %100

oranında etkili olmuştur. Bifenthrin ilacı *T. urticae*'nin hem larvalarına hem de, ergin dönemine etkili olmuştur. *P. persimilis*'in ergin döneminde orta derece etkili larva dönemine de etkili olmuştur. IOBC sınıflandırmasına göre bifenthrin ilacı *P. persimilis*'e ergin dönemde orta derece zararlı larva döneminde zararlı grubuna girmiştir (Çizelge 1). Alzoubi ve Cobanoğlu, (2008) çalışmalarında bifenthrin'in lethal concentration (LC₅₀-LC₉₀) değerleri ve IOBC toksisite kategorisine göre *P. persimilis* için zararlı olduğunu, ovicidal / ovolarvicidal testlerine göre bifenthrin'in *T. urticae* yumurtaları ve larvaları için aşırı toksik olduğunu, nimfisidal teste göre Bifentrin aktivitesinin *T. urticae* nimfleri üzerinde çok güçlü olduğunu ve *P. persimilis* nimfleri için orta derece zararlı olduğunu bildirmişlerdir. Ditillo ve ark. (2016) önerilen tarla dozunun 1, 0.5 ve 0.1 katı na denk olarak hazırlanan bifenthrin konsantrasyonlarının *P. persimilis* üzerindeki etkisine baktıklarında; yüksek konsantrasyonlarda uzaklaştırıcı ve üremeyi etkilediğini, ayrıca ölüm oranında artmasına sebep olduğunu bildirmişlerdir. Alzoubi ve Çobanoğlu, (2007) çalışmalarında avcılar salındıktan sonra pestisitlerle avcısız veya avcılarla yalnız *T. urticae* popülasyonunu kontrol etmeyi karşılaştırmak için sera koşullarında pestisitlerin tavsiye edilen tarla uygulama dozunun 3'te 1'ini doğrudan düşük doz olarak uygulamışlardır. Çalışma sonucunda Bifenthrin'in *P. persimilis*'e karşı toksisitesinin zararlı olduğunu bildirmişlerdir. Cote ve ark., (2002) çalışmalarında akarisit kalıntılarının *P. persimilis* ve *T. urticae* üzerine etkisini test etmişler ve her iki türü de 24 saatlik 1, 3, 7 ve 14 günlük kalıntıya maruz bırakmışlar ve sonuç olarak bifenthrin kalıntısının tüm zamanlarda *P. persimilis* için toksik olduğunu diğer taraftan *T. urticae* için uygulamadan 1 hafta sonrasına kadarki zamanda zararlı olduğunu gözlemlemişlerdir. Bulunan sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ile uyum içindedir.

Cyromazine aktif maddesine sahip ilaç *T. urticae* erginlerine %23.79 etkili olurken, *P. persimilis* erginlerine %92.43 oranında etkili olmuştur. Aynı ilaç *T. urticae* larvalarına %7.90 etki gösterirken, *P. persimilis* larvalarına %100 etkili olmuştur. Cyromazine *T. urticae*'nin hem erginlerinde hem de larvalarında etkisiz olmuştur. *P. persimilis*'in ergin döneminde orta derece etkili, larva döneminde ise etkili olmuştur. IOBC sınıflandırmasına göre Cyromazine *P. persimilis*'e ergin dönemde orta derece zararlı larva döneminde de zararlı grubuna girmiştir (Çizelge 1).

Sonuç

Sonuçlar incelediğinde acequinocyl ve bifenthrin aktif maddeye sahip ilaçlar her iki türün larva ve erginlerine %90–100 oranında etki göstermiştir. Etoxazole *T. urticae*'nin erginlerine %16.19 etki gösterirken *T. urticae*'nin larva ve *P. persimilis*'in larva ve erginine %90'ın üzerinde etki göstermiştir. Etoxazole ilacı *T. urticae* ergininde düşük oranda etkili olmuştur. Cyromazine *T. urticae* larvalarında %7.90 ve erginlerinde %23.79 oranında etki göstermiştir. Hassan (1992), sınıflandırmasına göre *P. persimilis* erginlerine cyromazine, bifenthrin ve acequinocyl aktif maddeli ilaçlar orta derece zararlı iken etoxazole zararlı grubuna girmiştir. *P. persimilis* larvalarına etoxazole ve acequinocyl aktif maddeli ilaçlar orta derece zararlı iken cyromazine ve bifenthrin zararlı grubuna girmiştir. Cyromazine'in *T. urticae*'ye akarisit özelliği zayıf bulunmuştur. Ancak *P. persimilis*'e etkisi olduğundan *P. persimilis* kullanılacağı yerlerde diğer zararlılara da tavsiye edilmemelidir. Diğer ilaçlar ise *P. persimilis*'e etkili olduğundan bu türün kullanıldığı veya bulunduğu yerlerde uygulanmamalıdır.

Teşekkür

Bu çalışma TÜBİTAK 2209/A Üniversite Öğrencileri Yurtiçi Araştırma Projeleri Tarafından Desteklenmiştir.

Kaynakça/References

- Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(2) : 256–267. doi:10.1093/jee/18.2.265a
- Alipour, Z., Fathipour, Y., & Farazmand, A. (2016). Age stage predation capacity of *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae) on susceptible and resistant rose cultivars. *International Journal of Acarology*, 42(4), 224-228. doi:10.1080/01647954.2016.1171797
- Alzoubi, S., & Cobanoglu, S. (2007). Effects of sublethal dose of different pesticides on the two-spotted spider mite " *Tetranychus urticae* Koch" and its predatory mites under greenhouse conditions. *World Journal of Agricultural Sciences*, 3(6), 764-770.
- Alzoubi, S., & Cobanoglu, S. (2008). Toxicity of some pesticides against *Tetranychus urticae* and its predatory mites under laboratory conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 3(1), 30-37.
- Argolo, P. S., Jacas, J. A., & Urbaneja, A. (2013). Comparative toxicity of pesticides in three phytoseiid mites with different life-style occurring in citrus: *Euseius stipulatus*, *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis*. *Experimental and applied acarology*, 62(1), 33-46. doi:10.1007/s10493-013-9726-2
- Attia, S., Grissa, K. L., Lognag, G., Bitume, E., Hance, T., & Mailleux, A. C. (2013). A review of the major biological approaches to control the worldwide pest *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with special reference to natural pesticides. *Journal of Pest Science*, 86(3), 361-386. doi:10.1007/s10340-013-0503-0
- Ay, R. (2005). Determination of susceptibility and resistance of some greenhouse populations of *Tetranychus urticae* Koch to chlorpyrifos (Dursban 4) by the petri dish–Potter tower method. *Journal of Pest Science*, 78(3), 139-143. doi:10.1007/s10340-005-0084-7
- Bethke, A., Siapno, O., & Redak, R. (2001). The latest miticides. *Greenhouse Product News*, 14:54–56
- Blümel, S., & Walzer, A. (2002). Efficacy of different release strategies of *Neoseiulus californicus* McGregor and *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Acari: Phytoseiidae) for the control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on greenhouse cut roses. *Systematic and Applied Acarology*, 7(0), 35. doi:10.11158/saa.7.1.5
- Bresch, C., Ruiz, G., Poncet, C., & Parolin, P. (2015). Predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* chose plants with domatia. *Journal of Mediterranean Ecology*, 13:13-20.
- Chacón-Hernández, J. C., Cerna-Chávez, E., Reyes-Zepeda, F., Gaona-García, G., Rocandio-Rodríguez, M., & Landeros-Flores, J. (2017). Respuesta funcional de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot sobre cuatro estados de desarrollo de *Tetranychus urticae* Koch sobre discos de rosal. *Southwestern Entomologist*, 42(2), 485-492. doi:10.3958/059.042.0218
- Chacón-Hernández, J. C., Camacho-Aguilar, I., Cerna-Chavez, E., Ordaz-Silva, S., Ochoa-Fuentes, Y. M., & Landeros-Flores, J. (2018). Effects Of *Tetranychus urticae* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae) on the chlorophyll of rosal plants (*Rosa* sp.). *Agrociencia*, 52(6), 895-909.
- Cote, K. W., Lewis, E. E., & Schultz, P. B. (2002). Compatibility of acaricide residues with *Phytoseiulus persimilis* and their effects on *Tetranychus urticae*. *HortScience*, 37(6), 906-909. doi:10.21273/hortsci.37.6.906
- Croft, B. A. (Ed) (1990). *Arthropod Biological Control Agents and Pesticides*. Wiley-Interscience, New York, 723 pp
- Ditillo, J. L., Kennedy, G. G., & Walgenbach, J. F. (2016). Effects of insecticides and fungicides commonly used in tomato production on *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). *Journal of economic entomology*, 109(6): 2298–2308. doi:10.109/jee/tow234
- Duchovskienė, L., Raudonis, L., Karklelienė, R., & Starkutė, R. (2009). Toxicity of insecticides to predatory mite *Phytoseiulus persimilis* in cucumber. *Scientific Works of the Lithuanian Institute of Horticulture and Lithuanian University of Agriculture. Sodrininkystė Ir Daržininkystė*, 28(3), 41-46.
- Duso, C., Malagnini, V., Pozzebon, A., Buzzetti, F. M., & Tirello, P. (2008). A method to assess the effects of pesticides on the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acari Phytoseiidae) in the laboratory. *Biocontrol Science and Technology*, 18(10), 1027-1040. doi:10.1080/09583150802521251
- Escudero, L. A., & Ferragut, F. (2005). Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, 32: 378-384. doi:10.1016/j.biocontrol.2004.12.010
- Fathipour, Y., Karimi, M., Farazmand, A., & Talebi, A. A. (2017). Age-specific functional response and predation capacity of *Phytoseiulus persimilis* (Phytoseiidae) on the two-spotted spider mite. *Acarologia*, 58(1), 31-40. doi:10.24349/acarologia/20184225
- Gerson, U., and Weintraub, P.G. (2007). Mites for the control of pests in protected cultivation. *Pest Management Science*, 63(7), 658-676. doi:10.1002/ps.1380
- Grbic, M., Van Leeuwen, T., Clark, R. M., Rombauts, S., Rouze, P., Grbic, V., ... Van de Peer, Y. (2011). The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479(7374), 487-492. doi:10.1038/nature10640
- Gyuris, E., Szép, E., Kontschán, J., Hettyey, A., & Tóth, Z. (2018). Efficiency against the Two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and prey-age-related choice of three predatory mites. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 64(1), 75-90. doi:10.17109/azh.64.1.75.2018

- Hassan, S. A. (1992). Side Effect Tests for Phytoseiids and Their Rearing Methods. Meeting of the Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. *IOBC/WPRS Bulletin*, 15(3), 61–74.
- Heinz, K. M., Driesche, R.V. & Parrella, M. P. (2004). *Biocontrol in protected culture*. Chicago, IL: Chicago Review Press.
- Helle, W., & Sabelis, M. W. (1985). *Spidermites, their biology, natural enemies and control*. (Vol.1P.458)— Amsterdam: Elsevier.
- Hussey, N. W., & Scopes, N. (1985). *Biological Pest Control The Glasshouse Experience*. Cornell University Press, Ithaca, pp 50–51.
- Jeppson, L. R., Keifer, H. H. & Baker, E. W. (1975): *Mites injurious to economic plants*. – University of California Press, California, 528 pp
- Jhonson, W. T., Lyon, H. H. (1991). *Insects that feed on trees and shrubs*. Cornell University, Ithaca
- Kropczynska, D. & Tomczyk, A. (1996). Development of *Tetranychus urticae* Koch and *Tetranychus cinnabarinus* Boisd. populations on sweet pepper and *Phytoseiulus persimilis* (AH.) effectiveness in their control. *IOBC WPRS Bulletin* 19(1), 71-74.
- Maciel, A. D., Trindade, R. C., Júnior, I. D. B., Santana, A. E. G., da Silva, J. P., Santos, L. A. T., ... & do Nascimento, T. G. (2019). Microencapsulation of *Annona squamosa* L.(Annonaceae) seed extract and lethal toxicity to *Tetranychus urticae* (Koch, 1836)(Acari: Tetranychidae). *Industrial crops and products*, 127, 251-259. doi:10.1016/j.indcrop.2018.10.084
- Maleknia, B., Fathipour, Y., & Soufbaf, M. (2016). Intraguild predation among three phytoseiid species, *Neoseiulus barkeri*, *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius swirskii*. *Systematic and Applied Acarology*, 21(4), 417-426. doi:10.11158/saa.21.4.4
- Marsaro Júnior, A.L., Sato, M.E., Aguiar, R.M., Vieira, G.B., Silva Júnior, R. D., & Mineiro, J. D. (2012). Efeito de acaricidas sobre *Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst) (Acari: tetranychidae) e ácaros predadores em citros no estado de Roraima, Brasil. Arquivos do Instituto Biológico, (Sao Paulo) 79 (1), 75–83. doi.org/10.1590/S1808-16572012000100011.
- McMurtry, J. A., & Croft, B. A. (1997). Life-styles of Phytoseiid Mites and their Roles in Biological Control. *Annual Review of Entomology*, 42(1), 291-321. doi:10.1146/annurev.ento.42.1.291
- McMurtry, J. A., De Moraes, G. J., & Sourassou, N. F. (2013). Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. *Systematic and Applied Acarology*, 18(4), 297-320. doi:10.11158/saa.18.4.1
- Meyer, G.A., Kovaleski, A., Valdebenito-Sanhueza, R.M., 2009. Seletividade de agrotóxicos usados na cultura da macieira a *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: phytoseiidae). Revista Brasileira de Fruticultura, 31(2), 381–387. doi:10.1590/S0100-29452009000200011
- Nicastro, R. L., Sato, M. E., & Da Silva, M. Z. (2010). Milbemectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): selection, stability and crossresistance to abamectin. *Experimental and Applied Acarology*, 50(3), 231-241. doi:10.1007/s10493-009-9304-9
- Niu, Z. M., Xie, P., Yu, L., & Bi, J. L. (2014). Efficacy of selected acaricides against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberries in greenhouse production. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 3(1), 235-239.
- Numa, S., Rodríguez, L., Rodríguez, D., & Coy-Barrera, E. (2015). Susceptibility of *Tetranychus urticae* Koch to an ethanol extract of *Cnidioscolus acotifolius* leaves under laboratory conditions. *SpringerPlus*, 4(1), 338. doi:10.1186/s40064-015-1127-z
- Powell, C., & Lindquist, R. (1997). *Spider mites (Acari-Tetranychidae)*. Ball Publishing, Batavia
- Sáenz-de-Cabezón Irigaray, F. J., Zalom, F. G., & Thompson, P. B. (2007). Residual toxicity of acaricides to *Galendromus occidentalis* and *Phytoseiulus persimilis* reproductive potential. *Biological Control*, 40(2), 153-159. doi:10.1016/j.biocontrol.2006.10.012
- Sarwar, M. (2013). Influence of host plant species on the development, fecundity and population density of pest *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and predator *Neoseiulus pseudolongispinosus* (Xin, Liang and Ke) (Acari: Phytoseiidae). *New Zealand journal of crop and horticultural science*, 42(1), 10-20. doi: 10.1080/01140671.2013.817444
- Skirvin, D. J., De Courcy Williams M., Fenlon K., Sunderland J. (2002). Modelling the effects of plants on biocontrol effectiveness in ornamental nursery crops. *Journal of Applied Ecology*, 39(3), 469–480. doi:10.1046/j.1365-2664.2002.00728.x
- Sterk, G., Hassan, S. A., Baillod, M., Bakker, F., Bigler, F., Blümel S., ...& Vogt, H. (1999). Results of the seventh joint pesticide testing programme carried out by the IOBC/WPRS-Working Group 'Pesticides and Beneficial Organisms'. *BioControl* 44: 99–117
- Talebi, K., Kavousi, A., & Sabahi, Q. (2008). Impacts of pesticides on arthropod biological control agents. *Pest Technology*, 2(2), 87-97.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., & Tirry, L. (2010). Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect biochemistry and molecular biology*, 40(8), 563-572. doi:10.1016/j.ibmb.2010.05.008
- Van Leeuwen, T., Tirry, L., Yamamoto, A., Nauen, R., & Dermauw, W. (2015). The economic importance of acaricides in the control of phytophagous mites and an update on recent acaricide mode of action research. *Pesticide biochemistry and physiology*, 121, 12-21. doi:10.1016/j.pestbp.2014.12.009
- Whalon, M. E., Mota-Sanchez, R. M., Hollingworth, R. M., & Duynslager, L. Arthropods Resistant to Pesticides Database (ARPD). <http://www.pesticideresistance.org>, 2014 (accessed 30.10.14).

**POTASYUM VE ÇİNKOLU GÜBRELEMENİN ENGİNARDA VERİM VE VERİM
UNSURLARINA ETKİLERİ****EFFECTS OF POTASSIUM AND ZINC FERTILIZATION ON THE YIELD AND YIELD
COMPONENTS OF ARTICHOKE****Bilgehan ÖZTÜRK^{1*} Mehmet ZENGİN² Fatma GÖKMEN YILMAZ³****Öz**

Bu çalışma, 2018-2019 enginar yetiştirme döneminde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Türkmenköy deneme arazisinde yetiştirilen Kıbrıs erkenci enginar çeşidine uygulanan potasyum (0, 6, 12 ve 18 kg K₂O da⁻¹; K₂SO₄; %50 K₂O) ve çinkonun (0 ve 3 kg ZnSO₄.7H₂O da⁻¹; ÇS; %22 Zn) bitki boyu, ana baş ağırlığı, baş sayısı, yaprakların potasyum ve çinko kapsamı ve verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, bitki boyu kontrole (85.3 cm) göre %6.64 (6 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹; 90.8 cm) ile %19.9 (12 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹; 101.2 cm) arasında artmıştır. Uygulamalara bağlı olarak değişmekle birlikte bitkinin ana baş ağırlığı, bitki başına düşen baş sayısı kontrole göre artmıştır. Enginar yapraklarının potasyum konsantrasyonu kontrole (%0.44) göre %5 ile %65 arasında değişen oranlarda artarken çinko konsantrasyonu sadece ÇS uygulamasıyla kontrole göre %9 oranında yükselmiştir. En yüksek verim (8.972 kg da⁻¹) '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' muamelesi ile elde edilmiştir. Bu uygulama ile verim kontrole göre %40.9 oranında artmıştır. Enginar bitkisi benzer toprak ve iklim koşullarında yetiştirilecekse verim ve birçok verim unsurlarını artırması nedeniyle '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' uygulaması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Enginar, çinko, potasyum, verim, KKTC

Abstract

This study was carried out to determine the effects of potassium (0, 60, 120 and 180 kg K₂O ha⁻¹; K₂SO₄; 50% K₂O) and zinc (0 and 30 kg ZnSO₄.7H₂O ha⁻¹; ZS; 22% Zn) applied on plant height, main head weight, numbers of head, concentrations of potassium and zinc in leaves and yield of early artichoke variety in Turkmen Village trial area of Agricultural Research Institute of Turkish Republic of Northern Cyprus during 2018-2019 artichoke growing period. According to the results, plant height increased 6.64% (60 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹; 90.8 cm) compared to the control (85.3 cm) and 19.9% (120 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹; 90.8 cm). Although the main head weight of the plant and the number of head per plant increased depending on the applications, an increasing was determined compared to the control. While the potassium concentrations of leaves increased between 5% and 65% compared to the control (0.44%), zinc concentrations increased by 9% compared to the control with only ZS application. The highest yield (89.720 kg ha⁻¹) was obtained by '180 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹' treatment. With this application, the yield increased by 40.9% compared to the control. If the artichoke plant will be grown under similar soil and climatic conditions, '180 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹ kg' may be recommended because it increased the properties examined.

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Bilgehan Öztürk, Tarım ve Orman Bakanlığı AB ve Dış İlişkileri Genel Müdürlüğü, E-mail: bilgehan65@gmail.com
ORCID: 0000-0001-2345-6789

²Mehmet Zengin, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya. E-mail: mzengin@selcuk.edu.tr ORCID: 0000-0001-9330-0253

³Fatma Gökmen Yılmaz, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Konya. E-mail:fgokmen@selcuk.edu.tr ORCID: 0000-0001-8523-1825

Atıf/Citation: Öztürk, B., Zengin, M., Gökmen-Yılmaz, F. 2020. Potasyum ve çinko gübrelemenin enginar verim ve verim unsurlarına etkileri, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 180-190.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019

Keywords: Artichoke, zinc, potassium, yield, TRNC.

Extended Summary

The experiment was carried out in TRNC, in randomized blocks with 4 replications according to a 2 factor trial design, in order to determine the effects of increasing doses of potassium (0, 60, 120 and 180 kg K₂O ha⁻¹; K₂SO₄) and zinc (0 and 30 kg ZnSO₄.7H₂O ha⁻¹; ZS) on early artichoke varieties, in plant height, main head weight, head number, concentrations of leaves in terms of potassium and zinc and yield. Potassium sulphate (K₂SO₄) is a white colored, 100% water soluble fertilizer containing 50% K₂O and contains SO₄ sulfur 16-20%. Zinc sulfate fertilizer (ZnSO₄.7H₂O) is a white colored, crystalline fertilizer containing 22% Zn and is 100% water soluble. Potassium doses were given with potassium sulfate fertilizer, half was used on the base for planting and the other half in the top dressing with 150 kg AN (33% N) ha⁻¹. Zinc sulfate was added to the base with 250 kg DAP ha⁻¹ fertilizer in planting. Irrigation was made by drip irrigation system, especially when the artichoke started to come to head water amount was increased since more water was needed. Generally snails are seen as pests, therefore 8-9 pieces of Helimacide medicine per plant were used twice in different periods. Weed control was done by hand. Harvesting was started in early January. According to the results of the research, plant height increased between 6.64% (60 kg K₂O da⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹; 90.8 cm) and 19.9% (120 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹; 101.2 cm) compared to the control with increasing amounts of potassium and zinc applications. The lowest main head weight was control (400 g) and the highest head weight was (568 g) obtained by '120 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹' and '180 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹' applications. The lowest number of heads per plant was obtained by control (13.3 heads) and the highest number (15.5 heads) of heads was obtained by '180 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹' treatment. With this application, there was an increase of 14.9% in the number of head in the plant compared to the control. The K concentrations of the artichoke leaves increased between 5% (only 60 kg K₂O ha⁻¹) and 65% (180 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹) compared to the control (%0.44) with increasing amounts of K and ZS applications. The highest K concentrations (0.73%) of the plant leaves was obtained by 180 kg K₂O ha⁻¹ and '180 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹' applications. Zn concentrations of plant leaves increased by 9% compared to the control (9.14 mg kg⁻¹) only with ZS treatment to the artichoke plant without K application. Likewise, Zn content of plant leaves increased by 3% (60 kg K₂O ha⁻¹) to 8% (180 kg K₂O ha⁻¹) compared to the control with only increasing amount of K treatment without any ZS application. The highest Zn concentrations that was obtained by 180 kg K₂O ha⁻¹ application was 9.84 mg kg⁻¹. In addition, the lowest artichoke yield was (53.040 kg ha⁻¹) in the control, the highest yield (89.720 kg ha⁻¹) was obtained by 180 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹ treatment. With this treatment, yield increased by 40.9% compared to the control. If the same artichoke type is to be grown in similar soil and climatic conditions, application '180 kg K₂O ha⁻¹ + 30 kg ZS ha⁻¹' may be recommended to farmers since it increases yield and many yield components.

Enginar (*Cynara scolymus*) *Asteraceae* (*Compositae*) familyasına ait olup dördüncü yüzyıldan beri sebze ya da ilaç olarak bilinmektedir. Günümüzde özellikle Akdeniz ülkeleri ile Kuzey ve Güney Amerika'da popüler olan enginar üretiminde dünyada en çok Mısır (387.704 ton), İtalya (364.871 ton) ve İspanya (199.100 ton) ilk üç sırada yer alırken Türkiye 32.173 ton ile 11. sırada yer almaktadır (FAO, 2018). KKTC'de narenciye ve patatesten sonra enginar önemli bir ihraç ürünüdür. Ülkenin iklim şartları enginar üretimi için son derece uygundur. Buna rağmen bazı yıllar don zararının yaşanması, üretimde erkenciliğin vermiş olduğu avantajdan faydalanılmasını kısıtlamaktadır. Enginar üretim alanı 2006 yılında 1.098 da iken, 2016 yılında 4.202 da'a ulaşmıştır. Üretim miktarı ise yıllara göre artış göstermiş olup 2006 yılında 3.719 ton iken 2016 yılında 12.099 tona ulaşmıştır. 2016 yılında üretim alanlarının %66'sını Gazimağusa, %15'ini Güzelyurt, %11'ini İskele ve %8'ini ise Lefkoşa yöreleri oluşturmuş olup bu alanlardan toplam 12.099 ton ürün alınmıştır (Anonim, 2017).

Ghoneim (2005), enginar bitkisine artan dozlarda potasyum uygulamalarının (0, 11.42, 17.14 ve 22.85 kg da⁻¹) farklı hasat dönemlerinde (ekimden sonra 120, 150 ve 180 gün) bitkinin bitki boyu, ağırlığı ve yumru verimi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, bitki boyu ve bitki ağırlığının potasyum uygulaması ile arttığını ve 96 kg K₂O 4.2 da⁻¹ uygulaması ile edildiğini, 180. günde ise yumru veriminin en fazla olduğunu bildirmişlerdir. Anwar ve ark. (2011), 2009 ve 2010 yıllarında azot ve potasyum uygulamalarının (önerilen N dozunun %0.05 ve %1 ile K dozunun %100, %75 ve %50'si) enginarın verim ve verim unsurlarına etkilerini araştırmışlar ve önerilen dozun %100'ü oranında N ve K uygulamalarının daha etkin olduğunu belirlemişlerdir. Çolpan ve ark. (2013), 2010 yılında Antalya'da sera koşullarında sırık domates bitkisinin verim ve verim unsurlarına artan dozlarda potasyum (0, 4, 8, 12 ve 18 kg K₂O da⁻¹) uygulamalarının etkilerini araştırdıkları çalışma sonucunda, en yüksek bitki boyunun 18 kg K₂O da⁻¹ uygulaması ile elde edildiğini, en yüksek verimin (19.57 t da⁻¹) ise 12 kg K₂O da⁻¹ uygulaması ile belirlendiğini ifade etmişlerdir. Shahab ve ark. (2016), mısır bitkisine topraktan (0.5 ve 5 kg Zn ha⁻¹) ve yapraktan (0.1 ve 0.5 kg Zn ha⁻¹) uygulamalarının verime etkilerini araştırdıkları bir çalışmada en yüksek verimin hektara topraktan 5 kg ve yapraktan 0.5 kg çinko uygulaması ile elde edildiğini bildirmişlerdir. Potasyum toprak alkali kanyonlarından biri olup kumlu topraklarda ve fazla kireçli topraklarda yetiştirilen bitkilerde, Ca⁺⁺ ve Mg⁺⁺ ile antagonistik etkileşim içerisinde olduğundan özellikle sebze ve meyvelerde noksanlığı görülen bir makro besin elementidir. Birçok bitki fosfordan, hatta azottan daha fazla potasyum kaldırmakta ve tohumdan, meyveden ziyade yaprak ve sapta birikmektedir (Zengin ve ark., 2009).

Zohra ve ark. (2007), enginar bitkisine artan dozlarda potasyum uygulamalarının (0, 17.14, 22.85 ve 28.57 kg da⁻¹) farklı sulama dönemlerinde (ekimden sonra 5, 10 ve 15 gün) bitkinin yumru verimi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, verimin potasyum uygulaması ile arttığını ve 4.2 da başına 10 gün sulama ile 96 kg K₂O uygulaması ile en yüksek elde edildiğini bildirmişlerdir. Ertiftik ve Zengin (2015), Konya İli tarla koşullarında 2009 ve 2010 yıllarında yetiştirilen yağlık ayçiçeğine topraktan ayrı ayrı ve birlikte uygulanan potasyum sülfat (%50 K₂O; 0, 4, 8 ve 12 kg K₂O da⁻¹) ve magnezyum sülfat (%16 MgO; 0, 2, 4 ve 6 kg MgO da⁻¹) gübrelerinin yaprağın bazı makro (N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro besin element (Fe, Zn, Mn, Cu, B) içeriklerine etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, artan miktarlarda potasyum uygulaması yaprağın besin elementleri miktarını artırırken K ile Fe ve Mn arasında sinerjik ilişkiler belirlenmiştir.

Keskin ve ark.(2013), Konya ekolojik koşullarında domateste bazı organik gübrelerin verim ve verim unsurları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla Selçuk Üniversitesi Sarayönü Meslek Yüksekokuluna ait uygulama arazisinde yaptıkları çalışmada 5 ton/da çiftlik gübresi, 25 kg/da humik asit, kimyasal gübre (N, 12 kg/da, P 12 kg/da ve K 14 kg/da) ve bunların kombinasyonlarını uygulamıştır. Bitki materyali olarak F₁ domates çeşidi kullanılmışlardır. Yapılan araştırma sonucunda Konya koşullarında humik asit +NPK uygulamalarının domateste verim ve kaliteyi olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Ertiftik ve Zengin (2016), Konya İli tarla koşullarında 2009 ve 2010 yıllarında yetiştirilen yağlık ayçiçeğine artan miktarlarda (0, 4, 8 ve 12 kg K₂O da⁻¹ ve 0, 2, 4 ve 6 kg MgO da⁻¹) topraktan uygulanan potasyum sülfat ve magnezyum sülfatın verim ve verim unsurlarına etkilerini araştırmışlar ve artan miktarlarda potasyum uygulamasının verim unsurlarını, artan miktarlarda magnezyum uygulamasının kine göre daha fazla artırdığını, potasyum ve magnezyumun birlikte uygulanmasının verim unsurlarını maksimum düzeylere çıkardığını, en yüksek tane veriminin ilk yılda (731.3 kg da⁻¹) K₄Mg₄ uygulamasında, ikinci yılda ise (651.0 kg da⁻¹) Mg₆ uygulamasında elde edildiğini bildirmişlerdir. Ertiftik ve Zengin (2017), Konya İli tarla koşullarında 2009 ve 2010 yıllarında yetiştirilen Pioneer-3394 tanelik mısır çeşidine artan dozlarda (0, 4, 8, 12 kg K₂O da⁻¹

ve 0, 2, 4, 6 kg MgO da⁻¹) uygulanan potasyumlu ve magnezyumlu gübrelere (K₂SO₄; %51 K₂O ve MgSO₄; %16 MgO) tane verimi ve verim unsurlarına etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri bir çalışmada, potasyum uygulamalarının tane verimini magnezyumunkinden daha yüksek etkilediğini, en yüksek tane veriminin ilk yılda 1.811 kg da⁻¹ ile K₄MgO, ikinci yılda ise 1.823 kg da⁻¹ ile K₈Mg₀ dozlarında elde edildiğini bildirmişlerdir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, 2018-2019 enginar yetiştirme döneminde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ait Türkmenköy deneme arazisinde yetiştirilen Kıbrıs erkenci enginar çeşidine uygulanan potasyum (0, 6, 12 ve 18 kg K₂O da⁻¹; K₂SO₄) ve çinkonun (0 ve 3 kg ZnSO₄.7H₂O da⁻¹; ÇS; %22 Zn) bitki boyu, ana baş ağırlığı, baş sayısı, yaprakların potasyum ve çinko kapsamı ve verim üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Bu amaçla, araştırma öncesinde deneme toprağının verimlilik analizleri için 0-30 cm'lik üst katmanı temsilen toprak örnekleri alınarak Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Gübre Bitki Besleme Araştırma Laboratuvarı'nda bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Deneme Toprağının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Table 1. Some Physical and Chemical Properties of the Testing Soil

Parametreler	Birimler	Sonuçlar	Yorumlar	Normal Değerler	
1	Tekstür (Bünye)	Kil Silt Kum	% % %	- - -	- - -
	Tekstür Sınıfı	Saturasyon	Killi tın	Normal	Tınlı
2	pH (1:2.5, Toprak:Su)	-	7.20	Nötr	6.5-7.5
3	EC (Tuzluluk) (1:5, T:S)	µS/cm	306	Düşük, iyi	< 400
4	Kireç(Toplam CaCO ₃)	%	22.9	Fazla kireçli	5-15
5	Organik madde	%	1.21	Az	3-6
6	İnorg. azot (NH ₄ -N+ NO ₃ -N)	mg/kg	36.4	Az	> 70
7	Fosfor (Yarayışlı P)	mg/kg	13.3	Orta	8-25
8	Potasyum (ekstrakte ed. K)	mg/kg	313 (0.80)	Fazla	110-290
9	Kalsiyum (ekstrakte ed. Ca)	mg/kg	5.494 (27.47)	Fazla	1.150-3.500
10	Magnezyum (ekstrakte ed. Mg)	mg/kg	487 (4.05)	Fazla	160-480
11	Sodyum (ekstrakte ed. Na)	mg/kg	178 (0.77)	-	-
12	Değişebilir Na Yüzdesi	%	2.33	Alkalilik tehlikesi yok	< 15
13	Demir (Yarayışlı Fe)	mg/kg	5.61	Yeterli	4.5-10
14	Çinko (Yarayışlı Zn)	mg/kg	0.38	Az	0.7-2.4
15	Mangan (Yarayışlı Mn)	mg/kg	13.6	Yeterli	7.5-15
16	Bor (Yarayışlı B)	mg/kg	0.82	Yeterli	0.5-2.4
17	Bakır (Yarayışlı Cu)	mg/kg	1.16	Yeterli	> 0.2

(0.80): me/100 g, ekstrakte edilebilir katyonlar miktarı

Ekstrakte edilebilir katyonların birbirlerine oranları:

Oranlar Sonuçlar İdeali Öneriler

Ca/K = 34.3 12 (Potasyum verilmeli)

Ca/Mg = 6.8 6 (Normal)

Mg/K = 5.1 2 (Potasyum verilmeli)

Deneme toprağı Manual (1951)'e göre, nötr reaksiyonlu olup, Ünal ve Başkaya (1981)'nın belirttiğı sınır değerlerine göre az seviyede organik madde içermektedir. Bitkiye yararlı K, Ca ve Mg miktarları fazla, Fe, Mn, B ve Cu miktarları yeterli, fosfor miktarı ise orta seviyede olup yetersiz düzeyde Zn içermektedir. Denemede materyal olarak Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ne özgü erkenci enginar çeşidi kullanılmıştır. Yetiştirme dönemi 4-5 ay olan bu çeşit %94-95 oranında su içermekte ve ortalama baş uzunluğu 12,7 cm, çapı 11,6 cm, ortalama taze baş ağırlığı iç piyasada tüketilen dolmalık tür için 250-300 g, ihracatta kullanılan için ise 550-650 g civarındadır. Deneme 1 enginar çeşidi x 4 potasyum dozu (0, 6, 12 ve 18 kg K₂O da⁻¹) x 2 çinko dozu (0 ve 3 kg ÇS da⁻¹) ve interaksyonları olmak üzere 4 tekerrürlü olarak toplam 32 parselde yapılmıştır. Her bir parselde 40 bitki dikilmiştir. Sıra arası ve sıra üzeri 1x1 m'dir. Toprak özellikleri Çizelge 1'de verilen deneme tarlasında temel gübreleme olarak dikimde tabana 25 kg DAP (%18 N + %46 P₂O₅; 4,5 kg N da⁻¹, 11,5 kg P₂O₅ da⁻¹), ilk üst gübrelemede dekara 11 kg üre (5 kg N da⁻¹), ikinci üst gübrelemede ise dekara 15 kg amonyum nitrat (%33 N; 5 kg N da⁻¹) verilmiştir. Potasyum dozları, potasyum sülfat gübresi ile yarısı dikimde tabana, kalan yarısı da ikinci üst gübrelemede AN-33 ile birlikte, çinko sülfat ise dikimde DAP gübresiyle beraber tabana uygulanmıştır. Denemede yapılan ölçümler; bitki boyu şeritmetre yardımıyla, ana baş ağırlığı hassas terazide tartılarak, baş sayısı uygulamalardaki bitki başına düşen başların sayılması şeklinde, verim parselden elde edilen verimlerin toplanıp dekardaki verime çevrilmesiyle, bahar döneminde her bir parseli temsilen toplanan yaprakların potasyum ve çinko kapsamı ise gerekli ön işlemlerden sonra 5 ml HNO₃ ile yüksek sıcaklık (210 °C) ve yüksek basınç (200 PSI) altında mikrodalga cihazında (CEM Mars 5) çözüldürülerek ICP-OES (Varian-Vista model) cihazı ile belirlenmiştir.

Tarla koşullarında Tesadüf Bloklarında 2 Faktörlü Deneme Desenine göre kurulan ve yürütülen denemede elde edilen veriler MSTAT ve JMP.5.0.1a istatistik paket programlarına göre analiz edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Kıbrıs erkenci enginar çeşidine uygulanan potasyum (0, 6, 12 ve 18 kg K₂O da⁻¹) ve çinkonun (0 ve 3 kg ÇS da⁻¹) bitki boyu, ana baş ağırlığı, baş sayısı, yaprakların potasyum ve çinko kapsamı ve verim üzerine etkileri aşağıda alt başlıklar halinde verilmiştir.

Bitki Boyu

Artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarının erkenci enginar bitkisinin bitki boyu, ana baş ağırlığı, baş sayısı, yaprağın K ve Zn konsantrasyonu ile verime etkileriyle ilgili varyans analiz sonuçları Çizelge 2'de, bitki boyuna ilişkin ortalama değerler ve oluşan gruplar ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Artan miktarlarda k ve zn uygulamalarının enginarlarda verim ve bazı verim unsurları ile yaprağın k ve zn konsantrasyonlarına etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçları

Table 2. Variance analysis results of increasing amounts of k and zn applications on the yield and yield components and k and zn concentrations of leaves in the artichoke

Varyans kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı					
		Bitki boyu	Ana baş ağırlığı	Bitkide baş sayısı	Potasyum	Çinko	Verim
Genel	21	--	--	--	--	--	--
Tekerrür	3	6.37	7508	1.03	0.0001	0.007	173399
Potasyum (K)	3	196.8**	19468**	2.03*	0.026**	1.588**	2269965**
Çinko (Zn)	1	205.1**	12207**	3.78**	0.186**	7.382**	57287808**
'K x Zn' int.	3	46.37**	5403**	1.37*	0.001	0.184**	143867
Hata	21	6.04	942	0.44	0.001	0.002	93992
C. V. (%)		4.67	8.12	7.45	6.74	5.59	7.4

*p<0.01; **p<0.01

Varyans analizi sonuçlarına göre (Çizelge 2) K, Zn ve 'K x Zn' interaksyonunun bitki boyuna etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bitki boyu üzerine 'K x Zn' interaksyonunun önemli çıkması bitki boyunun artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Bitki

boyu artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarıyla kontrole (85.3 cm) göre %5 (6 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹) ile %19.9 (12 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹) arasında değişen oranlarda artmıştır (Çizelge 3). En yüksek bitki boyu (102.3 cm) '12 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' uygulaması ile elde edilmiş olup bunu istatistiki bakımdan aynı gruptaki '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' uygulaması takip etmiştir (Çizelge 3). Benzer şekilde Ghoneim (2005) ve Çolpan ve ark (2013) yaptıkları çalışmalar sonucunda da çinko uygulamalarının bitki boyunu artırdığını belirtmişlerdir.

Çizelge 3. Artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarının enginarlarda bitki boyuna (cm) etkileri

Table 3. Effects of increasing amounts of K and Zn applications on the plant height (cm) in the artichoke

kg K ₂ O da ⁻¹	kg ÇS da ⁻¹		
	0	3	Ort.
0	85.3 d	86.8 cd	86.1 C
6	89.5 bcd	90.8 bc	90.2 B
12	90.8 bc	102.3 a	96.6 A
18	92.8 b	98.8 a	93.7 A
Ort.	89.6 a	94.6 b	92.1

Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

Ana Baş Ağırlığı

Artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarının enginarın ana baş ağırlığına etkileriyle ilgili varyans analiz sonuçlarına göre, K, Zn ve 'K x Zn' interaksiyonu ana baş ağırlığını istatistiki olarak %1 düzeyinde etkilemiştir (Çizelge 2). Ana baş ağırlığı üzerine 'K x Zn' interaksiyonunun önemli çıkması ana baş ağırlığının artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Enginarlarda en düşük ana baş ağırlığı (400 g) kontrol, en yüksek ana baş ağırlığı (568 g) ise '12 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' ve '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' uygulamalarıyla elde edilmiştir (Çizelge 4). Bu uygulamalarla kontrole göre %42.0'lik bir verim artışı olmuş ve söz konusu muameleleri kontrol uygulaması hariç, diğer tüm uygulamalar takip etmiş ve aynı grupta yer almışlardır. Yağmur ve ark., (2003), farklı potasyumlu gübre dozlarının savoy lahanasında bitki verime etkilerini inceledikleri çalışmada 10 kg/da potasyum uygulamasından en yüksek verim değerinin elde edildiğini bildirmiş olup çalışmamızla benzerlik göstermektedir. Keskin ve ark.(2013), yaptıkları araştırmada 5 ton/da çiftlik gübresi, 25 kg/da humik asit, kimyasal gübre (N, 12 kg/da, P 12 kg/da ve K 14 kg/da) ve bunların kombinasyonlarını uygulamışlardır. Bitki materyali olarak F₁ domates çeşidi kullanılmışlardır. Açık arazide yapılan bu araştırmada humik asit+kimyasal gübre uygulamaları en yüksek verim değerine 11.396 kg/da, en düşük verim değeri 7.997 kg/da kontrol grubunda belirlenmişlerdir.

Çizelge 4. Artan Miktarlarda K ve Zn uygulamalarının enginarlarda ana baş ağırlığına (g) etkileri

Table 4. Effects of increasing amounts of K and Zn applications on main head weight (g) in the artichoke

kg K ₂ O da ⁻¹	kg ÇS da ⁻¹		
	0	3	Ort.
0	400 b	513 a	456 B
6	544 a	545 a	544 A
12	528 a	568 a	548 A
18	565 a	568 a	567 A
Ort.	509 a	548 b	529

Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

Enginarlarda bitki başına en düşük baş sayısı (13.3 adet) kontrol, en yüksek baş sayısı (15.5 adet) ise '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' muamelesiyle elde edilmiştir (Çizelge 5). Bu uygulama ile bitkideki baş sayısında kontrole göre %16.5'lük bir artış meydana gelmiştir. Sadece ÇS uygulaması (15.0 adet) ile bitkideki baş sayısı kontrole (13.3 adet) göre %13 oranında artmıştır. Diğer taraftan, sadece 6 kg K₂O da⁻¹ muamelesi (15.3 adet) bitkideki baş sayısını kontrole (13.3 adet) göre %12.8 oranında artırmış olup Zn etkisi ile hemen hemen aynı düzeydedir. Ancak 'K x Zn' interaksyonu (%14.3) tekli uygulamaların etkilerinden daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 5. Artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarının bitkide baş sayısına (adet) etkileri
Table 5. Effects of increasing amounts of K and Zn applications on number of heads (number) in the artichoke

kg K ₂ O da ⁻¹	kg ÇS da ⁻¹		
	0	3	Ort.
0	13.3 c	15.0 ab	14.1B
6	15.3 ab	15.0 ab	15.1A
12	14.5 ab	15.3 ab	14.9A
18	15.0 ab	15.5 a	15.2A
Ort.	14.5 b	15.2 a	14.86

Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir

Yaprağın potasyum konsantrasyonu

Artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarının yaprağın K konsantrasyonuna etkileriyle ilgili varyans analiz sonuçlarına (Çizelge 2) göre, hem K hem de Zn uygulamalarının etkileri istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Enginar bitkisine hiç K uygulanmaksızın sadece ÇS uygulaması ile yaprağın K konsantrasyonu kontrole (%0.44) göre, %39 oranında artmıştır (Çizelge 6). Aynı şekilde hiç ÇS uygulaması yapılmaksızın sadece artan miktarda K uygulamasıyla da bitki yapraklarının K konsantrasyonu kontrole (%0.44) göre %42 (6 kg da⁻¹ K₂O) ile %65 (18 kg da⁻¹ K₂O) arasında değişen oranlarda artmış olup en yüksek K konsantrasyonu (%0.73) 18 kg K₂O da⁻¹ uygulamasıyla elde edilmiştir (Çizelge 6). Bu veriler, K uygulamasının yaprağın K konsantrasyonu üzerinde sağladığı artışın ÇS uygulamasına göre daha fazla etkilediğini göstermektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre, K uygulamalarının ortalamaları dikkate alındığında yaprağın K konsantrasyonu en yüksek %0.66 olarak belirlenirken, ÇS uygulamalarının ortalamaları dikkate alındığında ise yaprağın K içeriği %0.65 olarak belirlenmiştir. Yapılan benzer bir çalışmada da (Ertiftik ve Zengin, 2015) benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 6. Artan Miktarlarda K ve Zn uygulamalarının enginar yaprağının K konsantrasyonu (%) etkileri

Table 6. Effects of increasing amounts of K and Zn applications on the K concentration (%) of the artichoke leaf

kg K ₂ O da ⁻¹	kg ÇS da ⁻¹		
	0	3	Ort.
0	0.44	0.61	0.53 D
6	0.46	0.62	0.54 C
12	0.52	0.66	0.59 B
18	0.58	0.73	0.66 A
Ort.	0.50 b	0.65 a	0.58

Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

Yaprağın çinko konsantrasyonu

Artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarının yaprağın Zn içeriklerine etkileri ile ilgili varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 2), K, Zn ve 'K x Zn' interaksiyonunun yaprağın çinko konsantrasyonuna etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yaprağın Zn konsantrasyonuna 'K x Zn' interaksiyonunun önemli çıkması yaprağın Zn içeriklerinin artan miktarlarda K ve ÇS uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 7'nin incelenmesiyle de görülebileceği gibi, yaprağın Zn konsantrasyonu artan miktarlarda K ve ÇS uygulamalarıyla kontrole (9.14 mg kg⁻¹) göre %3 (sadece 6 kg K₂O da⁻¹) ile %21 (18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹) arasında değişen oranlarda artış göstermiştir. Yaprağın Zn konsantrasyonu en fazla 11.05 mg kg⁻¹ olup, '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' uygulaması ile elde edilmiştir.

Çizelge 7. Artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarının enginar yaprağının Zn konsantrasyonuna (mg kg⁻¹) etkileri

Table 7. Effects of increasing amounts of K and Zn applications on the Zn concentration (mg kg⁻¹) of the artichoke leaf

kg K ₂ O da ⁻¹	kg ÇS da ⁻¹		
	0	3	Ort.
0	9.14 h	9.94 d	9.62 D
6	9.45 g	10.06 c	9.80 C
12	9.74 f	10.96 b	10.11 B
18	9.84 e	11.05 a	10.37 A
Ort.	9.54 b	10.50 a	9.97

Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

Enginara hiç K uygulanmaksızın sadece ÇS uygulaması (9.94 mg kg⁻¹) ile yaprağın Zn konsantrasyonu kontrole (9.14 mg kg⁻¹) göre %9 oranında artmıştır (Çizelge 7). Aynı şekilde hiç ÇS uygulaması yapılmaksızın sadece artan miktarlarda K uygulamasıyla da yaprağın Zn konsantrasyonu kontrole göre %3 (6 kg K₂O da⁻¹) ile %8 (18 kg K₂O da⁻¹) arasında değişen oranlarda artmış olup en yüksek Zn konsantrasyonu 9.84 mg kg⁻¹ olup 18 kg K₂O da⁻¹ uygulamasıyla elde edilmiştir. Bu veriler, Zn uygulamasının yaprağın Zn konsantrasyonunu K uygulamasına göre daha fazla etkilediğini göstermektedir. Yaprağın Zn konsantrasyonunu 'K x Zn' interaksiyonu önemli etkilemiş olup en yüksek Zn konsantrasyonu (11.05 mg kg⁻¹) '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' uygulanması ile elde edilmiştir (Çizelge 7). Bazı araştırmacılar (Ertiftik ve Zengin, 2015; Shahab ve ark., 2016) tarafından yapılan çalışmalarda da değişik bitkilerde K ve Zn uygulamalarının yaprağın çinko konsantrasyonunu artırdığını bildirilmiştir.

Verim

Artan miktarlarda K ve ÇS uygulamalarının enginar verimine etkileriyle ilgili varyans analiz sonuçlarına göre (Çizelge 2), K ile Zn'nun ayrı ayrı uygulamalarının verime etkileri istatistiki bakımdan %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu durum verimin uygulamalara bağlı olarak değiştiğini göstermektedir.

Enginar verimi artan miktarlarda K ve ÇS uygulamalarıyla kontrole (5.304 kg da⁻¹) %7 (6 kg K₂O da⁻¹) ile %69 (18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹) arasında değişen oranlarda artış göstermiştir. En yüksek verim 8.972 kg da⁻¹, '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' uygulaması ile elde edilmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Artan miktarlarda K ve Zn uygulamalarının enginar verimine (kg da⁻¹) etkileri
Table 8. Effects of increasing amounts of K and Zn applications on the artichoke yield (kg da⁻¹)

kg K ₂ O da ⁻¹	kg ÇS da ⁻¹		
	0	3	Ort.
0	5.304	7.630	6.467 C
6	5.661	8.636	7.149 B
12	6.174	8.911	7.543 AB
18	6.308	8.972	7.640 A
Ort.	5.861 b	8.537 a	

Aynı sütunda aynı harflerle gösterilen değerler arasındaki fark istatistiki olarak önemsizdir.

Enginar bitkisine hiç potasyum uygulanmaksızın sadece ÇS uygulaması ile bitki verimi kontrole (5.403 kg da⁻¹) göre %44 oranında artmıştır (Çizelge 8). Aynı şekilde hiç ÇS uygulaması yapılmaksızın sadece artan miktarda K uygulamasıyla da verim kontrole göre %7 (6 kg K₂O da⁻¹) ile %19 (18 kg K₂O da⁻¹) arasında değişen oranlarda artmış olup en yüksek verim (6.308 kg da⁻¹) 18 kg K₂O da⁻¹ uygulamasıyla elde edilmiştir. İstatistiki olarak 'K x Zn' interaksyonu verimde önemli olmamakla birlikte, en yüksek verim '18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹' uygulaması ile elde edilmiştir. Ancak verim üzerine, K uygulamalarının etkisi önemli olup en yüksek verim 7.640 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. Zn uygulamalarının ortalamaları dikkate alındığında ise en yüksek verimin 8.537 kg da⁻¹ olduğu belirlenmiştir. Bu da verim üzerine Zn uygulamalarının K uygulamalarına göre daha etkili olduğuna işaret eder (Çizelge 8). Nitekim yapılan diğer bazı çalışmalarda da K ve Zn uygulamaları ile farklı ürün verimlerinin olumlu etkilendiği rapor edilmiştir (Ghoneim, 2005; Zohra ve ark., 2007; Zengin ve ark., 2008; Anwar ve ark., 2011; Çolpan ve ark., 2013 ve Shahab ve ark., 2016).

Sonuç ve Öneriler

Kıbrıs erkenci enginar çeşidinin bitki boyu, ana baş ağırlığı, baş sayısı, yaprağın K ve Zn konsantrasyonları ile verimi üzerine K ve Zn uygulamalarının etkilerinin belirlenmesi amacıyla KKTC’de tarla denemesi olarak yapılan bu çalışmada ‘K x Zn’ interaksiyonunun enginarda bitki boyu, ana baş ağırlığı, bitkide baş sayısı ve yaprağın Zn konsantrasyonuna etkileri istatistiki olarak %1 seviyesinde önemli ($p<0.01$) bulunmuştur. Bu ilişkilerin önemli olması bu parametrelerin K ve Zn uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Ayrıca yaprağın K konsantrasyonu ile verimine K ve Zn uygulamalarının etkileri istatistiki olarak %5 seviyesinde önemli ($p<0.05$) bulunmuştur.

En yüksek bitki boyu (102.3 cm) ‘12 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹) uygulaması ile elde edilmiştir. Ayrıca ‘18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹’ uygulaması ile en yüksek ana baş ağırlığı (568.3 g), bitkide baş sayısı (16 adet), yaprağın Zn konsantrasyonu (11.05 mg kg⁻¹) belirlenmiştir. ÇS uygulanmaksızın sadece ‘18 kg K₂O da⁻¹’ uygulaması ile yaprağın en yüksek K konsantrasyonu (%0.58) belirlenmiştir. K uygulanmaksızın sadece ‘3 kg ÇS da⁻¹’ uygulaması ile ise yaprağın K konsantrasyonu %0.61 olarak saptanmıştır. Hiç K uygulanmaksızın sadece ÇS uygulaması ile verim kontrole (5.403 kg da⁻¹) göre %44 oranında artarken, benzer şekilde hiç ÇS uygulaması yapılmaksızın sadece artan miktarlarda K uygulamasıyla da verim kontrole göre %7 (6 kg K₂O da⁻¹) ile %19 (18 kg K₂O da⁻¹) arasında değişen oranlarda artmış olup en yüksek verim (6.308 kg da⁻¹) 18 kg K₂O da⁻¹ uygulamasıyla elde edilmiştir. İstatistiki olarak ‘K x Zn’ interaksiyonu önemli olmamakla birlikte, en yüksek verim ‘18 kg K₂O da⁻¹ + 3 kg ÇS da⁻¹’ uygulaması ile belirlenmiştir. Verime K uygulamalarının ortalama etkileri dikkate alındığında, uygulamalar arasında istatistiki olarak farkın olması nedeniyle en yüksek verim 7.640 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. ÇS uygulamalarının ortalama etkileri dikkate alındığında ise en yüksek verim 8.537 kg da⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Bu da verime Zn’nun K’a göre daha etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle verimde belirlenen bu artışlar oldukça önemli artışlar olup ülke genelinde o yılda çiftçilerin ürettiği toplam 32.173 ton enginar verimini hayli artıracak bir uygulama olarak gözükmektedir. Ülkemizde ve KKTC’de enginarda potasyum ve çinkolu gübreleme ile ilgili araştırmalar hemen hemen hiç olmadığından bu araştırma sonuçlarına göre, enginar bitkisi yetiştiriciliğinde önemli olan parametreler (bitki boyu, baş ağırlığı, verim, yaprak potasyum ve çinko kapsamı) potasyum ve çinkolu gübrelemelerle önemli düzeylere kadar artırılabilir.

Ancak KKTC’de bu konuda yapılan ilk çalışma niteliğinde olması nedeniyle ileriki çalışmalarda aynı enginar çeşidinde farklı toprak ve iklim koşullarında veya farklı enginar çeşitlerinde K ve Zn uygulamalarının etkileri araştırılmalıdır.

Kaynakça/References

- Anonim, 2017. KKTC Tarım Master Planı. S: 478-479.
- Anwar, R.S.M., E.M.M. Awad and, I.A.S. Al., 2011. Effect of Different Rates of Nitrogen and Potassium Fertilization on Growth, Yield and Quality of Jerusalem Artichoke Plants Under Sandy Soil Conditions. J. Plant Production, Mansoura Univ., 2(8): 983-993.
- Çolpan, E., Zengin, M. and Özbahçe, A., 2013. The Effects of Potassium on the Yield and Fruit Quality Components of Stick Tomato'. Hort. Environ. Biotechnol. 54(1): 20-28.
- Ertiftik, H., Zengin, M., 2015. Effects of Increasing Rates of Potassium and Magnesium Fertilizers on the Nutrient Contents of Sunflower Leaf. Selcuk J. of Agric. and Food Sci., 29(2): 51-61.
- Ertiftik, H., Zengin, M., 2016. Changes in Nutrient Concentrations of Maize (*Zea mays* var. *intendata*) Leaves under Potassium and Magnesium Applications in Central Anatolia. Tarım Bilimleri Derg. - J. of Agricultural Sci., 22(4): 606-616.
- Ertiftik, H. and Zengin, M., 2017. Response of Maize for Grain to Potassium and Magnesium Fertilizers in Soils With High Lime Contents. J. of Plant Nutrition, 40(1): 93-103.
- FAO, 2018. Food and Agriculture Organization İstatistikleri. <http://www.fao.org>. (Erişim Tarihi: Eylül 2018)
- Ghoneim, I.M., 2005. Effect of Harvesting Dates and Potassium Fertilization Levels On Vegetative Growth, Tuber Yield and Quality of Jerusalem Artichoke. J. Agric. & Env. Sci. Alex. Univ., Egypt, 4(2): 58-77
- Keskin, L., Temirkaynak, M., Paksoy, M., Türkmen, Ö. (2013). Effects of Some Organic Fertilizers On the Yield and Yield Components in Tomato. 1 Central Asia Congress On Modern Agricultural Techniques and Plant Nutrition, Soil-Water Journal Volume 2 number 2(1) ISSN: 2146-7072.
- Shahab, Q., Afzal, M., Hussain, B., Abbas, N., Hussain, S.W., Qandeel, Z., Hussain, A., Hussain, Z., Ali A. and Abbas, Y., 2016. Effect of Different Methods of Zinc Application On Maize. International Journal of Agronomy and Agricultural Research (IJAAAR Vol. 9, No. 3, p. 66-75.
- Ünal. H ve Başkaya. H.S., 1981. Toprak Kimyası. A.Ü. Ziraat Fak. Yay. 759. Ders Kitabı: 218. A.Ü. Basımevi, Ankara.
- Yağmur, B., Kavak, S., Uğur, A., Bozokalfa, M. K. ve Eşiyok, D., 2003. Potasyum Uygulamalarının Savoy Lahanasında (*Brassica oleracea* L. Var. Sabauda) Verim Ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 40(2): 113-120, İzmir. Zengin, M., Gökmen, F., Yazıcı, M. A. and Gezgin, S., 2009. Effects of Potassium, Magnesium and Sulphur Containing Fertilizers on Yield and Quality of Sugar Beets (*Beta vulgaris* L.). Turkish J. of Agric. and Forestry, 33, 495-502.
- Zohra, A. El-Sharkawy and El-Zohiri, S.S.M., 2007. Effect of Irrigation Intervals and Potassium Fertilization On Jerusalem Artichoke. Annals of Agric. Sc., Moshtohor, 45(4): 1635-1649.

Determination of Physicochemical Properties and Antioxidant Capacity of Artichoke (*Cynara cardunculus* var. *Scolymus* L.) Jam Produced from Different Cultivars

Farklı Çeşitlerden Üretilen Enginar (*Cynara cardunculus* var. *Scolymus* L.) Reçellerinin Fizikokimyasal Özellikleri ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi

Feride DURMUS¹, Gulsah OZCAN-SINIR¹, Kubra Gizem SAHİN¹, Omer Utku ÇOPUR^{1*}

Abstract


Artichoke jam was prepared from three cultivars; ‘Bayrampaşa’, ‘Sakız’ and ‘Imported’ (Cypriot). Jams were analyzed for physicochemical properties (total dry matter, total soluble solids (°Brix), pH, total acidity, reducing sugars (%), total sugars (%), hydroxymethylfurfural, ascorbic acid and colour), antioxidant capacity (DPPH, FRAP, CUPRAC), total phenolic content and sensory properties (color, appearance, odor, taste, consistency and overall acceptability). Water-soluble dry matter and total dry matter contents of artichoke jams were determined between 69.75 – 70.80 g/100 g and 73.36 – 74.36 g/100 g, respectively. As a result of the colour analysis, it was observed that L values were decreased, a values were increased and b values had no significant changes in all samples after the jam-making process. Results of the antioxidant capacity methods were 10.21 – 22.99 µmol Trolox/g dry weight in CUPRAC method, 7.41 – 7.67 µmol Trolox/g dry weight in DPPH method and 6.47 – 14.12 µmol Trolox / g dry weight range in FRAP method, respectively. ‘Bayrampaşa’ sample showed the highest total antioxidant activity according to FRAP and CUPRAC methods and also it had the highest total phenolic content (183.36 mg GAE/100 g). In addition, sensory analyzes including colour, odour, taste, consistency and appearance characteristics of the jam samples were performed using ‘Hedonic Test’ method and jam made with ‘Imported’ sample was determined as the most preferred sample. Consequently, the industry should consider using ‘Bayrampaşa’ cultivar for jam production because of its antioxidant activity as well as ‘Imported’ cultivar had better sensorial properties it can also be contemplated.


Key words: Artichoke (*Cynaracardunculus* var. *scolymus* L.), jam, antioxidant capacity, total phenolic content, color


Öz

Bu çalışmada ‘Bayrampaşa’, ‘Sakız’ ve ‘İthal’ (Kıbrıs) olmak üzere üç farklı enginar çeşidinden enginar reçelleri üretilmiş ve reçel örnekleri fizikokimyasal özellikler (toplam kuru madde, suda çözünür kuru madde (°Briks), pH, toplam asitlik, indirgen şeker (%), toplam şeker (%), hydroxymethylfurfural, askorbik asit ve renk), antioksidan kapasitesi (DPPH, FRAP, CUPRAC), toplam fenolik bileşik içeriği ve duyuşal özellikler (renk, görünüş, koku, tat, kıvam ve genel kabul edilebilirlik) bakımından incelenmiştir. Enginar reçellerinde suda çözünür kuru madde miktarlarının 69.75 ile 70.8 g/100 g, toplam kuru madde miktarlarının ise 73.36 ile 74.36 g/100 g arasında değiştiği

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Omer Utku COPUR, Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 16059, Nilüfer, Bursa. E-mail: ucopur@uludag.edu.tr  ORCID: 0000-0002-1951-7937

Feride DURMUS, Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 16059, Nilüfer, Bursa. E-mail: feridedurmus@gmail.com  ORCID: 0000-0002-6431-1428

Gulsah OZCAN-SINIR, Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 16059, Nilüfer, Bursa. E-mail: gulsahozcan@uludag.edu.tr  ORCID: 0000-0003-3954-0058

Kubra Gizem SAHİN, Uludag University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 16059, Nilüfer, Bursa. E-mail: k.gizem.sahin@hotmail.com  ORCID: 0000-0003-0298-0615

Atıf/Citation: Durmus, F, Ozcan-Sinir, G, Sahin, K G, Copur, O U. 2020. Determination of physicochemical properties and antioxidant capacity of artichoke (*Cynara cardunculus* var *Scolymus* L.) jam produced from different cultivars. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 191-202.

*Bu çalışma Yüksek Lisans tezinden hazırlanmıştır.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019

belirlenmiştir. Renk analizleri sonucunda reçele işleme sırasında hammadde ile kıyaslandığında reçel örneklerinin *L* değerlerinin azaldığı, *a* değerlerinin artış gösterdiği ve *b* değerlerinde ise önemli bir değişiklik olmadığı saptanmıştır. Antioksidan kapasite tayin yöntemlerinden elde edilen sonuçlar sırasıyla CUPRAC yönteminde 10.21 – 22.99 µmol troloks/g kuru ağırlık, DPPH yönteminde 7.41 – 7.67 µmol troloks/g kuru ağırlık, FRAP yönteminde ise 6.47 – 14.12 µmol troloks/g kuru ağırlık aralığında değişiklik göstermiştir. CUPRAC ve FRAP yöntemlerine göre en yüksek antioksidan aktiviteye sahip örneğin Bayrampaşa enginarından üretilen reçel örneği olduğu gözlemlenmiştir. Toplam fenolik bileşik içeriği bakımından da yine Bayrampaşa enginarından üretilen reçellerin (183.36 mg GAE/100 g) daha yüksek değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz işleminin gerçekleştirilmesinde “Hedonik Test” yöntemi kullanılmıştır. Yapılan istatistiksel değerlendirmeler sonucunda kıvam bakımından Bayrampaşa örneğinin daha çok tercih edildiği belirlenmiştir. Renk, görünüş ve genel kabul edirlilik bakımından ise ‘İthal’ enginardan üretilen reçel örneğinin diğer reçel örneklerine kıyasla daha yüksek oranda tercih edildiği saptanmıştır. Araştırma sonuçları hem nütrasetik hem de tüketici tercihleri açısından değerlendirildiğinde enginarın reçele işlenmesinin piyasaya yeni bir ürün kazandırmak amacıyla uygun olacağı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Enginar (*Cynaracardunculus* var. *scolymus L.*), reçel, antioksidan kapasitesi, toplam fenolik bileşen, renk

Artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus* L.) is a vegetable from Asteraceae family with the Mediterranean origin, which has good sensory characteristics (flavour, taste, smell, etc.) and rich in nutrients. It contains 86.5% water, 2.3-3% protein, 0.2-0.3% lipid, and 7.8% carbohydrate, and several minerals (K, P, Fe, Na, and Ca), vitamins (A, B1, B2, B6, and C) and phenolic compounds (Lattanzio et al., 2009, Eser, 2002). The artichoke plant is cultivated for its head (flower) which is rich in bioactive phenolic compounds, inulin, fibre and minerals. In addition, the leaves of artichoke also contain a significant amount of phenolic compounds (chlorogenic acid, 1,5- and 3,4-di-caffeoylquinic acids, and cynarin) and therefore have been used for herbal therapy as a choleric, diuretic, liver-protective and fat-reducing agent since ancient times (Lattanzio et al., 2009). It was proven with many pharmacological studies that in addition to its hepatoprotective, anti-carcinogenic, antioxidant, antibacterial, anti-HIV activities, artichoke extract is effective in removing bile fluid from the liver and reducing cholesterol biosynthesis and LDL oxidation (Wang et al., 2003; Ciancolini et al., 2013).

Globe artichoke has a wide place especially in agricultural areas of Mediterranean countries. It is mostly produced in Italy (365.991 tonnes), Egypt (236.314 tonnes), Spain (185.801 tonnes), China (85.532 tonnes) and France (45.914 tonnes). As well as it is grown in ear-east countries like Turkey and Iran, Northern Africa region (such as Morocco, Algeria, Tunisia) and South America (FAO, 2018). Bayrampaşa and Sakız cultivars are widely grown in Turkey since artichoke production is carried out by vegetative methods. Also, native and imported (Cypriot) artichoke cultivars are consumed as canned or frozen. Izmir (11.845 tonnes/year), Bursa (5.724 tonnes/year), Aydın (6.291 tonnes/year) and Sakarya (6.217 tonnes/year) are most popular cities for artichoke production because of their suitable climate (TUIK, 2018).

Nowadays increase in demand for food in parallel with the increase in the population, preservation and storage of food, and extension in shelf life are an important issue for consumers. Because long-term storage of fruit and vegetables is difficult, they can be preserved by using various techniques (cold storage, freezing, canning, processing into jam etc.). As a result of the high respiration rate of artichoke plant after harvesting, it is subjected to a rapid loss of weight and nutrients with mechanical, biochemical, physiological and microbial degradation. For this reason, studies on artichoke were mainly focused on extending its shelf life. One of the conservation methods used for this aim is jam making. The main purpose of this method is to prevent microbial activities by decreasing the water activity of artichoke (Shinvari and Rao, 2018; Wolf, 2016, Muratore et al., 2015). Foods that have high sugar content such as jam and marmalade, keeps the water activity around 0.8. By this way, spoilage caused by osmophilic and osmotolerant microorganisms is substantially prevented (Cemeroğlu et al. 2001). Sakız, Bayrampaşa and imported (Cypriot) cultivars were chosen for jam production in the present study since they are most consumed cultivars in Turkey.

The objective of the present study was to produce artichoke jam from three different cultivars (Bayrampaşa, Sakız, and Cypriot) and compare their physicochemical properties, antioxidant capacity and total phenolic content as well as their sensorial acceptance.

Materials and Methods

Material

Bayrampaşa (BP) and Sakız (S) artichokes used in the research were procured as fresh in harvest period from manufacturers in Bursa and Aydın provinces, vacuum-packed, and stored at -18°C until processed into jam. The import (I) artichoke was purchased from a local market as peeled, cleaned and frozen. The artichoke hearts were smooth round tray shaped (average diameter between 7-12 cm) and were processed into jam before browning occurred due to polyphenol oxidase enzyme.

Jam Production

Artichoke hearts were cut into 1x1 cm cubes and kept in 0.2% citric acid solution until jam production in order to prevent enzymatic activity, then they rinsed with drinking water to cleanse from residual citric acid.

Sugar, cinnamon sticks, clove and drinking water were added on chopped artichoke cubes placed in open stainless steel kettle and cooked without stirring. In the formulation, 350 g of artichoke heads, 350 g of sugar, 2 g of cinnamon sticks, 0.1 g of clove, 0.8 g of citric acid and 297.1 g of drinking water were used for the production of 1 kg of jam. After boiling started, Brix was checked at certain intervals and citric acid was added when the Brix reached 72° (Tamer, 2011). After this process, jams were cooked for 5 more minutes and rapidly cooled to $80-85^{\circ}\text{C}$ for filling. After filling into glass jars, lids were tightly closed and pasteurization was carried on 98°C for 15 minutes (Jawaheer et al., 2003). Jam samples were produced with 3 parallels and 3 jars for every parallel of each cultivar (BP, I, and S).

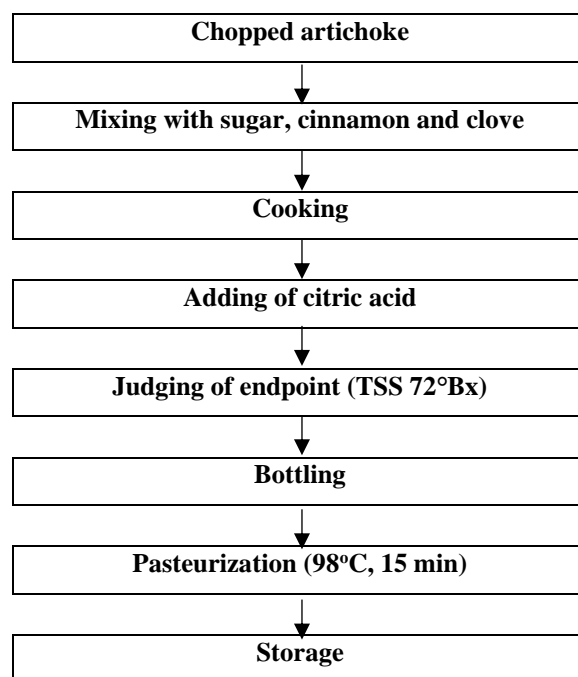


Figure 1: Jam production from frozen artichoke heart

Analyzes of Jam

Analyzes were applied on jam samples as 3 parallels for every sample (BP, I, and S).

Raw materials (frozen artichokes) were subjected to moisture, ascorbic acid, colour (*L*, *a*, *b*), antioxidant capacity (DPPH, FRAP, and CUPRAC), and total phenolic content analysis. Artichoke jams were subjected to water-soluble dry matter (Brix), total acidity, pH, ascorbic acid, colour (*L*, *a*, *b*), antioxidant capacity (DPPH, FRAP, and CUPRAC), and total phenolic content analyzes. Sensorial analysis (hedonic test) including colour, smell, appearance, taste, and consistency were performed in jams.

Physicochemical Analysis

Determination of water-soluble dry matter (Brix)

Water-soluble dry matter (Brix) was determined at 20°C with a refractometer (RA-500 model KEM digital refractometer) as “g/100g” (AOAC, 1980).

Determination of pH

Frozen artichoke and jam samples were mashed and pH values were determined by measuring at room temperature by using pH meter (Sevencompact pH/Ion Mettler Toledo) (Cemeroğlu, 2007).

Determination of total acidity

Jam samples were mashed and total acidity was determined by potentiometric method. Samples were titrated to pH 8.1 with 0.1 N NaOH and total acidity values were calculated in g/100 g citric acid (AOAC, 1996).

Colour determination

Colour analysis of the artichoke jam samples was carried out using the Konica Minolta CR-5 (Japan) colour analyzer. Hunter *L*, *a*, *b* values were analyzed (Bakirci et al., 2016).

Determination of sugar (Lane-Eynon Method)

Determination of reducing Sugar

5 g of the sample was weighed and transferred to 250 mL volumetric flask, and the flask was filled with distilled water to its half-point. 10 mL of Carrez I and 10 mL of Carrez II solutions were added thereon for clarification. The flask was filled to its line with distilled water, left for 10 minutes and filtered. Then, the obtained filtrate was filled in a burette. 5 mL Fehling A and 5 mL Fehling B solutions were added in an Erlenmeyer and boiled swiftly on high heat. After boiling, 2-3 drops of 1% methylene blue were added in 2 minutes and titration was performed with the filtrate in the burette. Filtrate consumption was recorded and the amount of degraded sugar was calculated with the associated formula (AOAC, 1984).

Determination of total sugar

50 mL was taken from the filter prepared for determination of invert sugar and transferred to 100 mL measuring flask. 5 mL of concentrated HCl (37%) was added and the lid of the flask was sealed and kept in a 67°C water bath for 5 minutes. The filtrate removed from the water bath was rapidly cooled under cold water flow and neutralized with 5 N NaOH. After completed to the level 100 mL with distilled water, it was used for titration like the invert sugar determination process. Sugar amounts were expressed in g/100 g (AOAC, 1984).

Determination of HMF

5 g of the homogenized test sample was taken and transferred to the 100 mL labelled measuring flask and 50 mL of distilled water was added. 2 mL of Carrez I and Carrez II were added respectively. The measuring flask was diluted to the marked point with distilled water, mixed and filtered. 2 mL of the test solution was added to each of the four test tubes (A, B, C, and D) by means of a pipette. 5 mL of p-toluidine reagent was added to each of the tubes, the lids were closed and shaken and rested for 2 minutes. Unlike other tubes, 1 mL of distilled water was added to the content of tube A, and the tube was shaken. The cuvette was filled with this solution. 1 mL of barbituric acid solution was added to the contents of the tubes B, C and D, and the tubes were shaken. Cuvettes were filled with these solutions and the absorbance was measured at 550 nm against the reference solution (distilled water) within 3-4 minutes after the addition of barbituric acid solution (AOAC, 1983).

Determination of total dry matter

Approximately 3-5 g of crushed jam samples were added to the nickel containers containing sand + baguette which were counterweighted in drying oven at 65-67°C and the processed samples were weighted periodically until they reach fixed weight (Kirk ve Sawyer 1991).

Determination of ascorbic acid

10 g of jam sample was weighed and mixed with 70 mL of 4% oxalic acid solution and then filtered. As the control solution, 1 mL of the oxalic acid solution and 9 mL of dye solution (2,6-dichlorophenol indophenol) were mixed and spectrophotometer was used to read the transmission values (L1) at 520 nm. The same procedure was applied for 1 mL of filtrate and 9 mL of dye solution mixture (L2), as a result, two transmission values were determined and the difference of two values was taken and the amount of ascorbic acid (mg / 100 g) was determined (Tamer, 2012).

Antioxidant capacity and total phenolic content analysis

Extraction for total phenolic content and antioxidant activity analysis

20 mL of extraction solution (HCl: methanol: water, 1:80:10) was added on 2 g of artichoke and artichoke jam samples (Beta et al., 2016; Vitali et al., 2005). Samples were kept in shaking water bath at 20°C for 2 hours (Memmert WNB 22). After then, samples were centrifuged at 3500 rpm for 10 min (Sigma 3K30). The supernatants obtained after centrifugation were used for total phenolic content and antioxidant capacity analyzes.

Determination of total phenolic content

0.25 mL extract, 2.3 mL distilled water and 0.15 mL Folin-Ciocalteu (FC) reagent (1 unit of FC: prepared using 5 units of distilled water) were used for the analysis. The mixture was then vortexed for 15 seconds. Saturated Na₂CO₃ (35%) was added thereon and the content of the tube was shaken and kept in dark for 2 hours. After 2 hours, the absorbance of the sample taken from the tube was compared to the blank sample prepared with distilled water at 725 nm and the result was calculated by means of the formula obtained from prepared gallic acid curve (R²=0.9835) as “mg gallic acid equivalent/100g” (Zhang and Hamauzu, 2004).

Determination of antioxidant capacity

DPPH (2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Katalinic et al., 2006), FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) (Benzie and Strain, 1996) and CUPRAC (Copper (II) reducing antioxidant capacity) (Apak et al., 2005) methods were used for the determination of antioxidant capacity. All of the results were given as µmol TE (Trolox equivalent)/g in frozen artichoke and artichoke jam by using equation obtained from calibration curves. R² values of curves were determined as 0.99, 0.97 and 0.99 for DPPH, FRAP and CUPRAC methods, respectively.

DPPH

3.9 mL DPPH (6×10^{-5} M) was added on 0.1 mL extract and after being kept for 30 minutes in dark, absorbance was performed on 515 nm. For the calibration curve, 0.0256 g Trolox (1×10^{-3} M) was weighed and completed to 100 mL with pure methanol.

CUPRAC

1 mL of Cu (II) chloride solution (1×10^{-2} M), 1 mL of neocuproin alcohol solution (7.5×10^{-3} M) and 1 mL of ammonium acetate solution (1 M) were mixed. X mL extract and (1-x) mL of distilled water are added thereon. After 30 min, the absorbance values were measured at 450 nm.

FRAP

In the FRAP method, 3 mL was taken from daily prepared FRAP solution (25 mL 0.3 mol/L acetate buffer solution (pH 3.6), 2.5 mL 20 mmol/L, $\text{Fe}_3\text{Cl} \times 6\text{H}_2\text{O}$ and 2. mL 10 mmol/L TPTZ solution) (37°C) and mixed with 300 μL distilled water and 100 μL of sample to be tested (or with extraction solution for the control group). Samples to be analyzed and the control sample were placed in a water bath (37°C) for 60 minutes. At the end of the incubation, reading was carried out at 595 nm without any delay.

Sensory Analysis

Hedonic test was applied to determine which jam of the artichoke species used will be preferred the most (Basu and Shivhare, 2011). In the hedonic test conducted with a group of 10 trained-panelists, the products were evaluated in terms of colour, appearance, taste, smell and consistency.

Statistical analysis

The data obtained in the study were subjected to variant analysis three times in accordance with "Randomized Block Design". LSD test in the level of 5% probability was used for calculation of the difference between the averages. Calculations were conducted with "JMP 14" statistics software.

Results and Discussion

Physicochemical Analysis

The results of the physicochemical analysis of artichoke jams are shown in Table 1 and Table 2. Total dry matter amount was determined between 73.36 and 74.36 g/100g in artichoke jams and 14.01 g/100g in the raw material. Water-soluble dry matter amounts of jam samples were determined between 69.75 and 70.8 g/100 g. Water-soluble dry matter of product is generally between 65% or 68% with the addition of sugar to prevent microbiological degradation of the product (Basu and Shivhare, 2010). In the Turkish Food Codex (Anonymous, 2006), it is specified that water-soluble dry matter amount determined by means of refractometer in traditional and extra-traditional jams must be minimum 68% and pH range must be between 2.8 and 3.5. The total acidity values of artichoke jams were found to be between 0.08 and 0.11 g/100 mL, and the pH values were found to be between 3.40 and 3.81. The reason for the pH value determined in the study to be different from the Turkish Food Codex is the fact that acidity of the artichoke plant was low compared to many other plants.

Ascorbic acid values of the jams were found to be 1.42 and 4.07 mg/100 g. Ascorbic acid content and the rate of exposure to heat treatment may vary depending on the variety of artichoke. In frozen artichoke, the ascorbic acid value was detected as 11.98 mg/100g and compared to this ascorbic acid content of the jams was determined significantly low. It is known that loss of ascorbic acid occurs in heat treatment processes. In a study conducted by Jawaheer et al. (2003), stated that after the jam-making process, the ascorbic acid content of guava fruit reduced by 39%. Even though the raw materials used in these two studies are different, this can

be associated with the fact that ascorbic acid is the vitamin that is the most prone to oxidation and that oxidation speed increases directly proportional to ambient temperature (Dauthy, 1995).

Table 1: Physicochemical properties of artichoke jam samples

	I	BP	S	DE
Total dry matter (g/100 g)	74.36±0.44 ^a	74.19±1.78 ^a	73.36±0.09 ^a	14.01±0.99 ^b
Water soluble dry matter (g/100g)	69.75±0.25 ^b	70.8 ± 0.3 ^a	69.92±0.22 ^b	
Total acidity (g/100 g)*	0.09 ± 0.00 ^b	0.08±0.00 ^a	0.11±0.01 ^b	0.05±0.00 ^d
pH	3.40±0.02 ^b	3.49±0.23 ^a	3.81 ± 0.12 ^c	4.66±0.01 ^a
Ascorbic acid (mg/100 g)	4.07±0.15 ^b	1.42±0.55 ^c	4.07±0.25 ^b	11.98±0.36 ^a
Colour				
<i>L</i>	30.88±0.22 ^b	22.48±0.02 ^c	27.24±0.69 ^{bc}	64.9±4.82 ^a
<i>a</i>	7.18 ± 0.10 ^c	10.93±0.11 ^a	9.78 ± 0.42 ^b	0.41±0.04 ^d
<i>b</i>	26.89±0.00 ^a	26.55±0.00 ^a	23.69±0.17 ^b	24.13±0.63 ^b
HMF (mg/kg)	51.79±0.32 ^b	36.09±6.95 ^b	39.97±1.17 ^a	
Sugar				
Total sugar (g/100 g)	69.92	63.17	59.51	
Reducing sugar (g/100 g)	35.84	43.69	15.75	

*: as citric acid,

I: Artichoke jam made from imported artichoke, BP: Sample of artichoke jam produced from Bayrampaşa artichoke, S: Sample of artichoke jam produced from Sakız artichoke the samples shown in different letters in the same row are statistically different ($p < 0.01$)

One of the most important characteristics that determine the visual quality of food products is colour. The *L*, *a*, and *b* values of the artichoke jams used in the study are provided in Table 1. Significant changes in the original fruit colour can occur during the production processes in jams (Iguar et al., 2014). It was determined that *L* value, which is an indicator of light and consistency, was 64.9 in frozen artichokes and it was found that it decreased in average 41.40% in jam samples compared to frozen artichokes. The decrease in *L* indicates that consistency is decreased. It was determined that *a* value, which expresses redness (+) and greenness (-), increased by 26 times by processing the artichoke into jam. Increase in *a* value could be caused by non-enzymatic browning reactions and other ingredients in jam samples such as cinnamon sticks and cloves. *b* values of yellowness (+) and blueness (-) were found to be 24.13 on frozen artichokes and no significant change was observed when compared to jam samples ($p < 0.01$). In particular, the decrease in *L* value is caused by the heat treatment applied during the jam processing causing browning. In addition, preparation and the open-kettle process could cause oxidation and degradation of colour pigments and this may cause changes in colour values during jam production.

HMF is an important quality index in jams. High and long heat treatment and high storage temperature are the main reason of HMF in jams. High HMF content gives off and burnt flavour, which causes a negative effect on consumer's preference. In the study, HMF amounts of artichoke jam were found to be between 36.09 and 51.79 mg/100 g. In the literature, it was suggested that the amount of HMF should not exceed 50 mg/kg in first-grade jams and 100 mg/kg in second-grade jams (Gülpek and Başoğlu, 1989; Bilişli, 1998) and the values determined in our study is in line with the literature.

The total sugar content of artichoke jams was found to be 59.51 and 69.92 g/100 g and reducing sugar amounts were within the range of 15.75 and 43.69 g/100 g. The time of heat treatment applied during cooking of the jam samples varied in each sample until the desired amount of water-soluble dry matter. Since the increase in reducing sugar ratio depends on the pH value, heating temperature and duration (Güzel and Mercan,

2004), the reducing sugar content of jam samples varied considerably. Sahu (2016) reported that the total sugar values in the jams produced from Aonla Fruit (*Emblia Officinalis Syn.*) ranged between 50.51 and 51.96 g/100 g and reducing sugar values were between 42.07 and 43.50 g/100 g. According to Cemeroglu & Acar (1986), in order to prevent the crystallization in jams, the proportion of reducing sugar should be between 3-43% for jams with a total dry matter ratio of 65%. The results obtained were consistent with the previous studies.

Table 2: Antioxidant capacity and total phenolic content of frozen artichoke and artichoke jam samples

	I	S	BP	DE
Antioxidant Capacity ($\mu\text{mol TE}^*/\text{g dw}$)				
DPPH	7.67 \pm 0.03 ^b	7.41 \pm 0.40 ^b	7.61 \pm 0.10 ^b	38.92 \pm 0.10 ^a
CUPRAC	10.21 \pm 0.06 ^c	12.86 \pm 0.82 ^c	22.99 \pm 1.62 ^b	110.78 \pm 3.54 ^a
FRAP	6.47 \pm 0.08 ^c	8.05 \pm 0.98 ^c	14.12 \pm 1.38 ^b	79.29 \pm 9.09 ^a
Total Phenolic Content (mg GAE** / 100 g)	142.09 \pm 18.21 ^b	145.37 \pm 5.64 ^b	183.39 \pm 4.06 ^b	814.70 \pm 58.98 ^a

* $\mu\text{mol TE}$ (Trolox equivalent) /g dw (dry weight) **GAE: Gallic acid equivalent, Samples shown in different letters in the same row are statistically different ($p < 0.01$)

I: Artichoke jam made from imported artichoke, BP: Sample of artichoke jam produced from Bayrampaşa artichoke, S: Sample of artichoke jam produced from Sakız artichoke, DE: Frozen Artichoke Heart

The antioxidants neutralize the free radicals that appear as secondary metabolites in the human body and prevent the negative effects caused by these molecules. The human body has various mechanisms to prevent damage to the cellular size caused by free radicals due to the high antioxidant containing nutrients (Oroian and Escriche, 2015).

The antioxidant capacity of frozen artichoke used as raw material was calculated as 38.92 $\mu\text{mol Trolox/g}$ dry weight with DPPH method. As a result of the analysis conducted with DPPH method, Rouphael et al. (2016) reported that antioxidant capacity of fresh artichoke heart was changed between 10.9 and 22.6 $\mu\text{mol Trolox/ 100 g}$ dry weight. When the results obtained in our study and the values obtained from the literature were compared, it was observed that the raw material used in jam-making had higher antioxidant capacity. The reason for this situation can be explained by the fact that the growing regions and variety of the artichoke heads analyzed are different and processes after the harvest may vary.

When antioxidant capacities of artichoke jams were evaluated according to the DPPH method, it was determined that the sample I had the highest antioxidant capacity with 7.67 $\mu\text{mol Trolox / g}$ dry weight. It was determined that this sample was followed by BP and S samples with 7.61 and 7.41 $\mu\text{mol TE/g DW}$ values respectively. In a study conducted by Lutz et al. (2011) antioxidant capacity was measured after cooking a mature artichoke heart. They determined the % inhibition value of mature and cooked artichoke hearts is reported as 34.56 with DPPH method.

The antioxidant capacity determined by the CUPRAC method in frozen artichoke was found to be 110.78 $\mu\text{mol TE/g dw}$. Antioxidant capacity values of I, S and BP varieties were determined as 10.21, 12.86 and 22.99 $\mu\text{mol TE/g dw}$ respectively. In comparison, the frozen artichoke sample had a high antioxidant capacity, while jam samples had lower. BP sample was observed to have a higher antioxidant value compared to the other two samples.

In the analysis using the FRAP method, the antioxidant capacity value of the frozen artichoke heart was 79.29 $\mu\text{mol TE/g dw}$. In the same method, it was observed that the BP sample had the highest antioxidant capacity with 14.12 $\mu\text{mol TE/g dw}$ followed by S and I samples with 8.05 and 6.47 $\mu\text{mol TE/g dw}$ respectively. In a study where Jiménez-Escrig et al. (2003) determined the antioxidant capacity in lyophilized artichoke heart samples with FRAP method, as 235 $\mu\text{mol TE/g dw}$. A clear difference can be seen between the values

determined in this study and the literature. The reason might be explained by the difference between the varieties of artichokes used and the jam-making processes.

In the comparisons made by DPPH, FRAP and CUPRAC methods, a significant decrease around 80-90% in antioxidant content was detected in artichoke jams from raw material. A study conducted on the antioxidant activity of 6 cultivars of raspberry and blackberry showed that 73.42-95.16% decrease in antioxidant activity between raw materials and jam samples (Tamer, 2011). Natural polyphenols included in the structure of the raw material deteriorate because of the heat treatment applied during jam production. Moreover, complex reactions of lipid oxidation products, ascorbic acid and polyphenolic components cause a reduction of antioxidant activity during both processing and storage (Frankel, 2007).

The total phenolic content of the frozen artichoke heart was found as 814.70 mg GAE/100 g dry weight. It was observed that the total phenolic component content was quite low in artichoke jams compared to the frozen artichokes. The decrease of total phenolic content was determined between 75-82% in total phenolic content from raw material to jam. The BP sample had the highest total phenolic content with 183.39 mg GAE/100 g dry weight value. S and I samples were found as close to each other with 145.37 and 142.09 mg GAE/100 g dry weight values, respectively. In a study, the total phenolic content of black carrot jam was analyzed; a reduced rate compared to raw material was 89.2 to 90.5%. It was explained by the fact that the heat treatment applied during jam production caused deterioration in cellular structure and the raw material becomes prone to non-enzymatic oxidation (Kamiloglu et al., 2015).

Sensory Analysis

The results of the sensory analysis of artichoke jams produced using the same formulation from three different artichoke varieties are given in Table 3. As a result of the sensory analysis, it was determined that colour, appearance, and consistency characteristics of jam samples are statistically significant and smell and taste characteristics were statistically non-significant. The sample I was found to have the highest average value in terms of colour and appearance and was found much desirable than other samples. In terms of consistency, the BP sample was found desirable much more than other jam samples. The overall acceptability values of the jam samples were changed between the range of 3.6-4.5 and the most preferred jam sample was found to be I with an average of 4.5.

Table 3: Sensory analysis of artichoke jam

Jam Sample	Colour	Appearance	Odour	Taste	Consistency	Overall Acceptability
S	3.30±0.82 ^{ab}	3.20±1.03 ^b	4.00±0.67 ^{ns}	4.20±0.63 ^{ns}	3.10±0.88 ^b	3.60±0.70 ^b
BP	2.90±0.89 ^b	3.60±1.07 ^{ab}	4.20±0.57 ^{ns}	4.20±0.92 ^{ns}	4.10±0.57 ^a	4.00±0.47 ^{ab}
I	4.10±0.87 ^a	4.30±0.68 ^a	4.10±0.99 ^{ns}	4.50±0.71 ^{ns}	3.7±0.82 ^{ab}	4.50±0.97 ^a

Samples shown in different letters in the same column are statistically different ($p < 0.01$): I: Artichoke jam made from imported artichoke, BP: Sample of artichoke jam produced from Bayrampaşa artichoke, S: Sample of artichoke jam produced from Sakız artichoke, DE: Frozen Artichoke Heart

Conclusion

The jam making process is one of the alternative methods to extend the self-life of artichokes in terms of physicochemical and microbiological. The ascorbic acid content in jams was observed to decrease compared to raw material. The highest reduction was observed in Bayrampaşa, while Sakız and Imported preserved ascorbic acid content compared to fresh artichoke.

According to CUPRAC and FRAP assays, the highest antioxidant capacity, as well as total phenolic content, was observed in jam samples produced from Bayrampaşa cultivar. Also, statistical analyzes of sensorial acceptability showed that it was preferred in terms of consistency more than other samples. The imported artichoke was preferred in terms of colour, appearance and overall acceptability. According to nutritional value and consumer preferences, it is suitable to apply the jam-making process to artichoke.

References

- Anonymous. 2006. Turkish Food Codex – Regulations for jams, jellies, marmalades and sweetened chestnut purée. Official Gazette 26392.
- Association of Analytical Communities – AOAC. 1980. Solids (soluble) in fruits and fruit products: 932.12. Rockville: AOAC International.
- Association of Analytical Communities – AOAC. 1996. Solids (soluble) in fruits and fruit products: 962.19. Rockville: AOAC International.
- Association of Analytical Communities – AOAC. 1984. Official methods of analysis: sugar and sugar products: 968.28. Rockville: AOAC International.
- Association of Analytical Communities – AOAC. 1983. Official methods of analysis: HMF in honey, Spectrophotometric method: 980.23. Rockville: AOAC International.
- Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M., Karademir, S.E., & Altun, M. 2005. Total antioxidant capacity assay of human serum using copper (II)-neocuproine as chromogenic oxidant: The CUPRAC method. *Free Radical Research* 39: 949-961.
- Bakirci, S., Dagdemir, E., Boran, O.S., & Hayaloglu, A.A. 2016. The effect of pumpkin fibre on quality and storage stability of reduced-fat set-type yoğurt. *International Journal of Food Science & Technology* 52:180-187.
- Basu, S., and Shivhare, U.S. 2010. Rheological, textural, microstructural and sensory properties of mango jam. *Journal of Food Engineering* 100:357-365.
- Basu, S., Shivhare, U.S., Singh, T.V., & Beniwal, V.S. 2011. Rheological, textural and spectral characteristics of sorbitol substituted mango jam. *Journal of Food Engineering* 105:503-512.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., & Sapirstein, H.D. 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry* 82:390-393.
- Benzie, I.F.F., & Strain, J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": The FRAP assay. *Analytical Biochemistry* 239:70-76.
- Bilişli, A. 1998. Reçel ve Benzeri Ürünler Teknolojisi. Tav Yayınları, Yalova.
- Cemeroğlu, B., & Acar, J. 1986. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No:6, Sanem Matbacılık, Ankara.
- Cemeroğlu, B., Yemencioğlu, A., Özkan, M. 2001. Meyve ve Sebzelelerin Bileşimi. Soğukta Depolanmaları (1). *Gıda*, 24(3):21-25.
- Cemeroğlu, B. 2007. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, Ankara.
- Ciancolini, A., Alignan, M., Pagnotta, M.A., Miquel, J., Vilarem, G., & Crino, P. 2013. Morphological characterization, biomass and pharmaceutical compounds in Italian globe artichoke genotypes. *Industrial Crops and Products* 49: 326-333.
- Dauthy, M.E. 1995. Fruit and Vegetable Processing. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Eser, B. 2002. Enginar Yetiştiriciliği. Retrieved from: www.agr.ege.edu.tr [15.07.2019]
- Frankel, E.N. 2007. Antioxidants in Food and Biology, Facts and Fiction. The Oily Press, Bridgwater.
- Gülpek, N., & Basoğlu, F. 1989. Taze ve dondurularak muhafaza edilmiş çilek kullanılarak yapılan reçellerin kalitesi üzerine bir araştırma. *Gıda* 14:121-128. Retrieved from: <http://dergipark.org.tr/gida/issue/6875/92053> [15.07.2019]
- Güzel, Y.M., & Mercan, T. 2004. Farklı Reçeteler Kullanılarak Üretilen Çilek Reçellerindeki Hidroksimetilfurfural (HMF) Oluşumu ve Depolama Süresindeki Değişimi. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi* 6:1-7.
- Igual, M., Contreras, C., & Martinez-Navarrete, N. 2014. Colour and rheological properties of non-conventional grapefruit jams: Instrumental and sensory measurement. *LWT-Food Science and Technology* 56:200-206.
- Jawaheer, B., Goburdhun, D., & Ruggoo, A. 2003. Effect of Processing and Storage of Guava Into Jam and Juice on the Ascorbic Acid Content. *Plant Foods for Human Nutrition* 58:1-12.
- Jiménez-Escrig, A., Dragsted, L.O., Daneshvar, B., Pulido, R., & Saura-Clixto, F. 2003. In Vitro Antioxidant Activities of Edible Artichoke (*Cynara scolymus* L.) and Effect on Biomarkers of Antioxidants in Rats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:5540-5545.
- Kamiloglu, S., Pasli, A.A., Ozcelik, B., Van Camp, J., & Capanoglu, E. 2015. Influence of different processing and storage conditions on *in vitro* bioaccessibility of polyphenols in black carrot jams and marmalades. *Food Chemistry* 186: 74-82.
- Katalinic, V., Milos, M., Kulisic, T., & Jukic, M. 2006. Screening of 70 medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry* 94: 550–557.
- Kim, D.P., & Padilla-Zakour, O.I. 2004. Jam Processing Effect on Phenolics and Antioxidant Capacity in Anthocyanin-rich Fruits: Cherry, Plum, and Raspberry. *Sensory and Nutritive Qualities of Food* 69: 395-400.
- Kirk, S., & Sawyer, R. 1991. *Pearson's composition and analysis of foods*. Teddington, Middlesex.

- Determination of physicochemical properties and antioxidant capacity of artichoke (*Cynara carduncus* var *Scolymus* L.) jam produced from different cultivars
- Lattanzio, V., Kroon, P.A., Linsalata, V. & Cardinali, A. 2009. Globe artichoke: A functional food and source of nutraceutical ingredients. *Journal of Functional Foods* 1:131-144.
- Lutz, M., Henriquez, C. & Escobar, M. 2011. Chemical composition and antioxidant properties of mature and baby artichokes (*Cynara scolymus* L.), raw and cooked. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24:49-54.
- Muratore, G., Restuccia, C., Licciardello, F., Lombardo, S., Pandino, G. & Mauromicale, G. 2015. Effect of packaging film and anti-browning solution on quality maintenance of minimally processed globe artichoke heads. *Innov Food Sci Emerg Technol* 31:97-104.
- Oroian, M. & Escriche, I. 2015. Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International* 74:10-36.
- Rouphael, Y., Bernardi, J., Cardarelli, M., Bernardo, L., Kane, D., Colla, G. & Lucini, L. 2016. Phenolic Compounds and Sesquiterpene Lactones Profile in Leaves of Nineteen Artichoke Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64:8540-8548.
- Sahu, G. 2016. Studies on utilization of aonla fruit (*Emblica Officinalis* Syn.) for preparation of jam and preservation of aonla fruit products. *Journal of Agriculture and Technology* 3:48-55.
- Shinvari, K.J. & Rao, P.S. 2018. Stability of bioactive compounds in fruit jam and jelly during processing and storage: A review. *Trends in Food Science and Technology* 75:181-193.
- Tamer, C.E. 2012. A research on raspberry and blackberry marmalades produced from different cultivars. *Journal of Food Processing and Preservation* 36:74-80.
- Vitali, D., Vedrina Dragojevic, I., & Sebecic, B. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry* 114: 1462-1469.
- Wang, M.F., Simon, J.E., Aviles, I.F., He, K., Zheng, Q.Y., & Tadmor, Y. 2003. Analysis of antioxidative phenolic compounds in artichoke (*Cynara scolymus* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:601-608.
- Wolf, B. (2016). Confectionery and Sugar-Based Foods. [Online]. Reference Module in Food Science. Retrieved from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780081005965034521> [15.07.2019].
- Zhang, D., & Hamazu, Y. 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry* 88: 503-509.

Yield and Quality of Two Soybean Cultivars in Response to Drought and N Fertilization**Oqba BASAL^{1*}, Dr. András SZABÓ²****Abstract**

Applying mineral fertilizers is one way of re-fertilizing soils being exploited in agricultural production. However, fertilization quantity should be controlled and pre-evaluated, as excessive amounts have negative influence on both the plants and the soil. Drought stress has negative effects on both the quantity (yield) and the quality (seed content) of crops, especially drought-sensitive crops such as soybean; however, fertilization, if adequately applied, can partially ameliorate those negative effects. An experiment was conducted in Debrecen, Hungary in 2017 and 2018 to study the effects of nitrogen fertilization application under drought stress on the yield and the seed protein and oil concentrations of two soybean cultivars. Three N fertilization rates; 0, 35 and 105 kg ha⁻¹ were applied under two irrigation regimes; Irrigated (control) and drought stressed (non-irrigated) regimes. Results showed that yield trait responded differently to fertilization and irrigation in the two cultivars. Protein concentration was enhanced by irrigation and by the high rate of N-fertilizer. Oil concentration decreased by irrigation and by high-rate fertilization under drought conditions, whereas increased by high-rate fertilization under irrigated regime. It was concluded that high rate of N-fertilizer is not always recommended for the studied cultivars, especially when drought conditions are not present.

Key words irrigation; nitrogen; oil; protein; soybean

^{2*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Oqba BASAL, Institute of Crop Sciences, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen, 4032 Debrecen/Hungary E-mail: oqbabasal@gmail.com  ORCID: 0000-0003-2396-6591

² **Andras Szabo** Institute of Crop Sciences, Faculty of Agricultural and Food Sciences and Environmental Management, University of Debrecen, 4032 Debrecen/Hungary . E-mail: szabo@agr.unideb.hu  ORCID: 0000-0001-9397-1188

Atıf/Citation: Basal, O., Szabo, A. 2020. Yield and quality of two soybean cultivars in response to drought and N fertilization.. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 203-210.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is the most seed legume grown globally; it is considered as a main source of vegetable protein and oil (Maleki et al., 2013; Mutava et al., 2015), and these two components are determined by the (genotype-environment) interaction (Wilson, 2004). It is generally accepted that high yield in soybean is negatively correlated with protein concentration (Liang et al., 2010); moreover, oil and protein concentrations are usually negatively correlated (Chung et al., 2003).

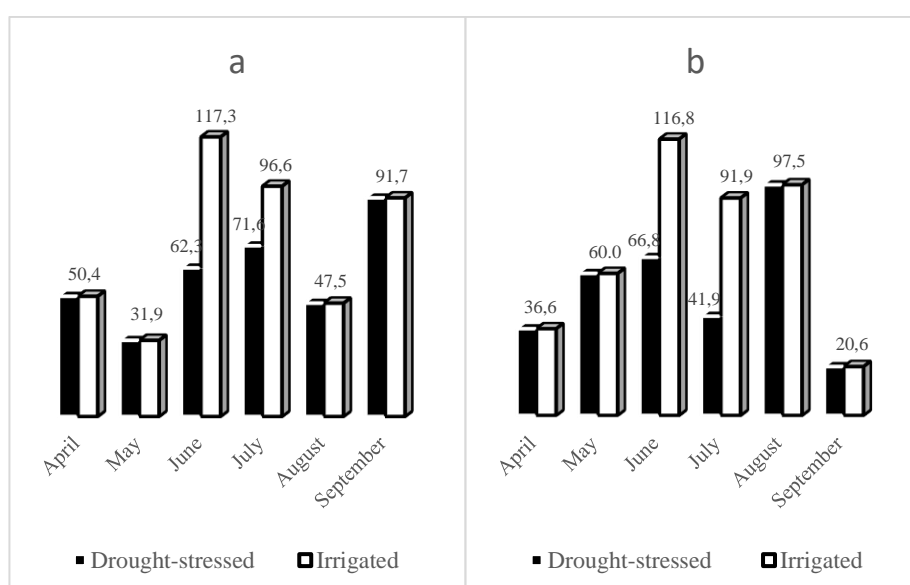
Soybean yield is highly affected by drought stress (Fan et al., 2013; Li et al., 2013) which increasingly had occurred recently and, threatening world's food security (Vurukonda et al., 2016). Not only yield, but also seed quality of soybean is affected by drought (Vurukonda et al., 2016) because of soybean's high sensitivity to drought stress (Maleki et al., 2013). However, yield decrease-levels differ among genotypes (He et al., 2017). It was previously reported that drought stress reduced protein (Boydak et al., 2002; Carrera et al., 2009) and oil (Bellaloui and Mengistu, 2008; Rotundo and Westgate, 2009) concentrations, whereas other reports reported increased protein (Kumar et al., 2006; Wang and Frei, 2011) and oil concentration (e.g. Boydak et al., 2002; Specht et al., 2001); these differences were explained by different severities and/or timings (stages) of drought stress applied (Carrera et al., 2009).

Nitrogen (N) is majorly important for plant growth and yield; it is vital for many processes like chlorophyll and protein synthesis. Fageria and Baligar (2005) reported that N is very important for soybean vegetative growth and optimum biomass. The two main sources of (N) for soybean plants are biologically-fixed N₂ and mineral (N) (Salvagiotti et al., 2008). N fertilization must be provided if a deficiency in fixed-N₂ occurs (Miransari, 2016), or else leaf-N will be remobilized to the seeds, leading to reduced photosynthesis and, eventually, reduced yield (Salvagiotti et al., 2008). N fertilization increases soybean drought tolerance by enhancing shoot nitrogen accumulation and shoot biomass (Purcell and King, 1996).

Our experiment aimed to determine the influence of applying different N-fertilizer rates on the yield and the seed quality of two soybean cultivars under drought stress in comparison to irrigated control.

Method

Two soybean cultivars; '*Boglár*' (00 maturity group) and '*Pannonia kincse*' (I maturity group) (Bonafarm company, Hungary) were sown in the experimental site of Debrecen University (Látókép) (N. latitude 47° 33', E. longitude 21° 27') in 2017 and 2018 growing seasons. The soil type was calcareous chernozem, the precipitation amounts during the growing season of both years of study are shown in Figure 1, and the soil nutrient content is presented in Table 1.



Graph 1 Water amounts in drought-stressed (DS) and irrigated (I) regimes in 2017 (a) and 2018 (b).

Table 1 Soil Nutrient Content in The Experimental Site.

Soil Depth (cm)	pH	CaCO ₃ (%)	Total N (%)	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (ppm)
0-25	6.46	0	0.150	133.4	239.8
25-50	6.36	0	0.120	48.0	173.6
50-75	6.58	0	0.086	40.4	123.0
75-100	7.27	10.25	0.083	39.8	93.6
100-130	7.36	12.75	0.078	31.6	78.0

Three N-fertilizer rates; 0, 35 and 105 kg ha⁻¹ N (using ammonium nitrate NH₄NO₃) (0 N, 35 N and 105 N, respectively) were applied under two irrigation regimes; drought stress (DS) regime (where the precipitation was the only source of irrigation water) and irrigated (control) (I) regime (where an additional 80 and 100 mm of irrigation water was supplied in 2017 and 2018, respectively) (Fig. 1). The experimental design was split-split-plot design, with cultivars as the main plots, irrigation treatments as the sub-plots and fertilization treatments as the sub-sub plots. The final plot number was 48 plots (2 cultivars * 3 fertilization rates * 2 irrigation regimes * 4 replications). The dimensions of each plot were 9.2 * 5.4 = 49.68 m² with 12 rows (45 cm row spacing) in each plot.

The yield was determined by harvesting the middle 4 rows of each plot. Both protein and oil concentrations were determined using NIR analyser Granolyser (Pfeuffer, Germany).

The analysis of variance (ANOVA) was conducted to compare the means of each treatment, and then tukey post-hoc test was conducted to indicate the statistically different means using SPSS (ver.25) software.

Findings

Yield (kg ha⁻¹)

For cultivar 'Pannonia Kincse', applying N fertilizer under drought stress conditions enhanced yield as compared to non-fertilized control;. When drought was waived off (I), 35 N insignificantly enhanced the yield, whereas 105N resulted in reducing the yield by 3.1% relative to 35N; however, it was slightly higher than control (table 2).

On the other hand, irrigation resulted in better yield for 0N and 35N treatments compared to drought-stressed (DS) counterparts, whereas it slightly decreased yield for 105N treatment. However, all differences were insignificant (table 2).

For cultivar 'Boglar', the high rate of N fertilizer measurably, yet not significantly, increased yield as compared to both 0N and 35N under drought stress conditions. On the contrary, 105N treatment resulted in less yield compared to 0N and 35N treatments when drought was waived off, revealing that high N rate is not recommended for both cultivars under no-drought conditions (table 3).

Drought had more obvious negative influence on this cultivar; it significantly decreased yield by 33.5 and 33.9% in 0N and 35N treatments, respectively, and insignificantly decreased it by 12.0% in 105N treatment (table 3).

Protein Concentration (%)

Both cultivars responded similarly to N fertilization regardless of irrigation regime; applying N-fertilizer in a small rate (35N) resulted in decreasing protein concentration as compared to control treatments,

however, this reduction was insignificant. On the other hand, the high rate (105N) significantly increased protein concentration; the increase percentage in 'Pannonia Kincse' was 7.7% and 9.5% under drought stress regime, and 4.0% and 4.2% under irrigated regime compared to control and 35N treatments, respectively, whereas for 'Boglar' it was 7.8% and 11.4% under drought stress regime and 2.7% and 3.0% under irrigated regime (tables 2 and 3).

Irrigation resulted in higher protein concentration for both cultivars, regardless of N application or rate. N35 treatment was significantly higher (by 5.6% and 9.6% for 'Pannonia Kincse' and 'Boglar', respectively) under irrigated regime compared to drought-stressed counterparts, whereas the increase of 105N treatment was very slight and insignificant (tables 2 and 3).

Oil Concentration (%)

Under drought stress regime, 35N treatment slightly increased oil concentration for 'Pannonia Kincse'; however, 105N treatment significantly reduced it as compared to both 0N and 35N treatments. However, under irrigated regime 105N treatment increased this trait relative to control and 35N treatments, respectively (table 2).

'Boglar' followed one trend under both irrigation regimes; applying N-fertilizer decreased oil concentration; moreover, 105N treatment reduced oil concentration more than did 35N treatment, and the reduction was significant under drought stress regime (by 3.4% as compared to control) but insignificant under irrigated regime (table 3).

For both cultivars, Irrigation reduced oil concentration regardless of N application or rate; however, the reduction was insignificant for 105N treatment, whereas it was significant for both control and 35N treatments (tables 2 and 3).

Discussion

Under both irrigation regimes, applying relatively-low rate of N fertilizer (35 kg ha⁻¹) to 'Pannonia Kincse' plants resulted in better yield as compared to the non-fertilized counterpart. Some researchers concluded that N-fertilizer addition increases yield (e.g. Norhayati et al., 1988; Takahashi et al., 1991) by reducing abortions of flowers and pods (Brevedan et al., 1978). However, a higher rate of N fertilizer resulted in higher yield as compared to the low N-rate only under drought conditions, whereas it resulted in yield reduction under well-watered treatment. It was previously reported that N-fertilizer is very important under drought stress conditions (Obaton et al., 1982). Previously, Purcell and King (1996) concluded that the application of N-fertilizer on soybean increased drought tolerance as it enhanced the accumulation of both shoot nitrogen and shoot biomass under drought stress conditions, whereas under well-watered conditions N-application decreased yield to 2597 kg ha⁻¹ relative to 2728 kg ha⁻¹.

On the contrary, the same low rate resulted in lower yield as compared to control in 'Boglar' plants, however, the higher rate increased the yield under drought stress as compared to low-rate treatment, whereas it reduced the yield under well-watered treatment. Kaschuk et al. (2016) concluded that N-fertilizer did not lead to more yield of two different soybean cultivar groups (determinate and indeterminate) whether N application was at sowing time, during reproductive stages or both; it even resulted in a slight, insignificant yield loss when it was applied at full flowering stage. Previously, many researchers reported N-fertilizer application to reduce soybean yield (e.g. Hungria et al., 2006; Mendes et al., 2008). The reasons for alteration in the response to N among cultivars are not accurately specified; however, initial soil fertility, nodulation capacity, inoculant presence in soil and pre-sowing inoculation and the timing of N application all have a role (Gault et al., 1984; Peoples et al., 1995).

Apart from a slight, insignificant increase in 105N treatment in 'Pannonia Kincse', drought resulted in reducing the yield of both cultivars, regardless of N application or rate. Many papers reported soybean seed yield to be decreased under drought stress conditions (e.g. Sadeghipour and Abbasi, 2012; Li et al., 2013). Garcia et al. (2010) reported that genotypes significantly differ in yield production under drought stress conditions and also within the interaction between drought stress and genotype; similar conclusions were reported (Maleki et al., 2013; He et al., 2017); our results are consistent with this conclusion (Table 2).

For both cultivars, the application of low N rate slightly reduced the protein concentration, whereas the higher rate significantly increased this trait, regardless of water availability. It was previously concluded that protein concentration increased when applied-N rate was increased (Bloom, 2006). N-fertilizer dose had a significant effect on seed protein concentration, as the dose of (100 kg ha⁻¹) increased seed protein just by (2%), whereas the dose of (200 kg ha⁻¹) resulted in (14%) increase in seed protein (Miransari, 2016). Rotundo and Westgate (2009) reported, in their meta-analysis study, that adding N-fertilizer increased protein concentration by about (8%) in field studies and by about (27%) in all study environments.

Concerning oil concentration, 'Pannonia Kincse' responded differently to different N rates under the different irrigation regimes; under drought stress conditions it slightly increased and noticeably decreased with applying low and high rates of N-fertilizer respectively, whereas it responded reversely under well-watered conditions. Boglar, on the other hand, followed one trend under both irrigation regimes; oil concentration was negatively correlated with N rate.

Regardless of N application or rate, drought stress resulted in reducing protein concentration. Few studies reported lower protein concentration (e.g. Boydak et al., 2002; Carrera et al., 2009) under drought stress conditions. Turner et al. (2005) reported a 24% decrease in seed protein concentration under stress conditions in chickpea plants; similar results were reported later on soybean by Rotundo and Westgate (2009) who demonstrated that water stress during the early reproductive stages resulted in a 16% decrease in seed protein.

Oil concentration of both cultivars responded similarly to drought stress, and in an opposite trend of protein concentration; drought stress increased oil concentration, regardless of N application and rate. Few reports showed increased oil content under water deficiency conditions (e.g. Boydak et al., 2002). Chung et al. (2003) reported soybean seed protein content to negatively correlate with the amount of seed oil, which supports our obtained results.

Table 2 Yield (kg ha⁻¹), Protein Concentration (%) and Oil Concentration (%) of 'Pannonia Kincse' Soybean Cultivar under Three N-fertilizer Rates and Two Irrigation Regimes in Debrecen, Hungary

Trait	Irrigation Regime	Fertilization Rate (kg ha ⁻¹)			LSD	CV (%)
		0N	35N	105N		
Yield (Kg ha⁻¹)	DS	4425	4460	4811	1010	13.37
	I	4698	4894	4740	849	
	Average	4562	4677	4776		
	LSD	620	1001	1179		
Protein Concentration (%)	DS	36.3 ^b	35.7 ^{b2}	39.1 ^a	1.6	4.38
	I	37.8 ^b	37.7 ^{b1}	39.3 ^a	1.5	
	Average	37.1	36.7	39.2		
	LSD	1.6	1.7	1.4		
Oil Concentration (%)	DS	22.9 ^{a1}	23.0 ^{a1}	22.3 ^b	0.6	3.65
	I	21.6 ²	21.4 ²	22.0	0.9	
	Average	22.3	22.2	22.2		
	LSD	0.7	1.0	0.7		

- different letter indicates significant differences at .05 level among fertilization rates within certain irrigation regime.
- different number indicates significant differences at .05 level between irrigation regimes within certain fertilization rate.

It could be concluded that soybean cultivars respond to drought stress differently in terms of both the yield and the seed quality. N-fertilizer application enhanced the yield under drought stress conditions, whereas it had low effect on 'Pannonia Kincse' plants under well-irrigated regime; moreover, high rate of N-fertilizer resulted in decreasing the yield under well-watered regime; however, it enhanced protein concentration under both irrigation regimes and oil concentration under irrigated regime. Irrigation enhanced protein concentration and decreased oil concentration. Whereas oil concentration decreased by irrigation and by high-rate fertilization under drought conditions.

Table 3 Yield (kg ha⁻¹), Protein Concentration (%) and Oil Concentration (%) of 'Boglar' Soybean Cultivar under Three N-fertilizer Rates and Two Irrigation Regimes in Debrecen, Hungary

Trait	Irrigation Regime	Fertilization Rate (kg ha ⁻¹)			LSD	CV (%)
		0N	35N	105N		
Yield (Kg ha ⁻¹)	DS	3677 ²	3648 ²	4037	781	16.03
	I	4807 ¹	4795 ¹	4587	667	
	Average	4242	4222	4312		
	LSD	791	662	785		
Protein Concentration (%)	DS	34.4 ^{b2}	33.3 ^{b2}	37.1 ^a	2.3	5.41
	I	36.6 ^{b1}	36.5 ^{b1}	37.6 ^a	1.0	
	Average	35.5	34.9	37.4		
	LSD	1.6	2.5	1.3		
Oil Concentration (%)	DS	23.5 ^{a1}	23.3 ^{a1}	22.7 ^b	0.9	3.82
	I	22.4 ²	22.1 ²	21.9	1.1	
	Average	23.0	22.7	22.3		
	LSD	0.8	1.0	1.2		

- different letter indicates significant differences at .05 level among fertilization rates within certain irrigation regime.
- different number indicates significant differences at .05 level between irrigation regimes within certain fertilization rate.

Acknowledgement

The publication is supported by the EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00008 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

Kaynakça/References

- Bellaloui, N., Mengistu, A. (2008). Seed composition is influenced by irrigation regimes and cultivar differences in soybean. *Irrigation Science*, 26(3), 261–268.
- Bloom, A.J. (2006). Rising carbon dioxide concentrations and the future of crop production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 1289–1291.
- Boydak, E., Alpaslan, M., Hayta, M., Gerçek, S., Simsek, M. (2002). Seed composition of soybeans grown in the Harran Region of Turkey as affected by row spacing and irrigation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(16), 4718–4720.
- Brevedan, R.E., Egli, D.B., Leggett, J.E. (1978). Influence of N nutrition on flower and pod abortion and yield of soybeans. *Agronomy Journal*, 70, 81–84.
- Carrera, C., Martinez, M.J., Dardanelli, J., Balzarini, M. (2009). Water deficit effect on the relationship between temperature during the seed fill period and soybean seed oil and protein concentrations. *Crop Science*, 49, 990–998.
- Chung, J., Babka, H.L., Graef, G.L., Staswick, P.E., Lee, D.J., Cregan, P.B., Shoemaker, R.C., Specht, J.E. (2003). The seed protein, oil, and yield QTL on soybean linkage group I. *Crop Science*, 43(3), 1053–1067.
- Fageria, N., Baligar, V. (2005). Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. *Advances in Agronomy*, 88, 97–185.
- Fan, X.D., Wang, J.Q., Yang, N., Dong, Y.Y., Liu, L., Wang, F.W., Li, H.Y. (2013). Gene expression profiling of soybean leaves and roots under salt, saline-alkali and drought stress by high throughput Illumina sequencing. *Gene*, 512(2), 392–402.
- Garcia y Garcia, A., Persson, T., Guerra, L.C., Hoogenboom, G. (2010). Response of soybean genotypes to different irrigation regimes in a humid region of the southeastern USA. *Agricultural Water Management*, 97(7), 981–987.
- Gault, R.R., Chase, D.L., Banks, L.W., Brockwell, J. (1984). Remedial measures to salvage unnodulated soybean crops. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*, 50, 244–246.
- He, J., Du, Y.L., Wang, T., Turner, N.C., Yang, R.P., Jin, Y., Li, F.M. (2017). Conserved water use improves the yield performance of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought. *Agricultural Water Management*, 179, 236–245.
- Hungria, M., Franchini, J.C., Campo, R.J., Crispino, C.C., Moraes, J.Z., Sibaldelli, R.N.R., Mendes, I.C., Arihara, L. (2006). Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and N fertilizer to grain yield. *Canadian Journal of Plant Sciences*, 86, 927–939.
- Kaschuk, G., Nogueira, M.A., De Luca, M.J., Hungria, M. (2016). Response of determinate and indeterminate soybean cultivars to basal and topdressing N fertilization compared to sole inoculation with Bradyrhizobium. *Field Crops Research*, 195, 21–27.
- Kumar, V., Rani, A., Solanki, S., Hussain, S.M. (2006). Influence of growing environment on the biochemical composition and physical characteristics of soybean seed. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(2–3), 188–195.
- Li, D., Liu, H., Qiao, Y., Wang, Y., Cai, Z., Dong, B., Liu, M. (2013). Effects of elevated CO₂ on the growth, seed yield, and water use efficiency of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) under drought stress. *Agricultural Water Management*, 129, 105–112.
- Liang, H., Yu, Y., Wang, S., Yun, L., Wang, T., Wei, Y., Gong, P., Liu, X., Fang, X., Zhang, M. (2010). QTL Mapping of Isoflavone, Oil and Protein Contents in Soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Agricultural Sciences in China*, 9, 1108–1116.
- Maleki, A., Naderi, A., Naseri, R., Fathi, A., Bahamin, S., Maleki, R. (2013). Physiological Performance of Soybean Cultivars under Drought Stress. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 2(6), 38–44.
- Mendes, I.C., Reis-Junior, F.B., Hungria, M., Sousa, D.M.G., Campo, R.J. (2008). Adubação nitrogenada suplementar tardia em soja cultivada em latossolos do Cerrado. *Pesq. Agropec. Bras.* 43, 1053–1060.
- Miransari, M. (2016). Soybeans, Stress, and Nutrients. in Mohammad Miransari (Eds.), *Environmental Stresses in Soybean Production. Soybean Production Volume 2* (273–298). Chippingham: Nikki Levy.
- Mutava, R.N., Prince, S.J.K., Syed, N.H., Song, L., Valliyodan, B., Chen, W., Nguyen, H.T. (2015). Understanding abiotic stress tolerance mechanisms in soybean: A comparative evaluation of soybean response to drought and flooding stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 86, 109–120.
- Norhayati, M., Mohd Noor, S., Chong, K., Faizah, A.W., Herridge, D.F., Peoples, M.B., Bergersen, F.J. (1988). Adaptation of methods for evaluating N₂ fixation in food legumes and legume cover crops. *Plant and Soil*, 108, 143–150.
- Obaton, M., Miquel, M., Robin, P., Conejero, G., Domenach, A., Bardin, R. (1982). Influence du déficit hydrique sur l'activité nitrate réductase et nitrégénase chez le soja. *Compte Rendue de Academie de Science* 294 (serie III), 1007–1011. (in French).
- Peoples, M.B., Herridge, D.F., Ladha, J.K. (1995). Biological nitrogen fixation: an efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production? *Plant and Soil*, 174, 3–28.
- Purcell, L.C., King, C.A. (1996). Drought and nitrogen source effects on nitrogen nutrition, seed growth, and yield in soybean. *Journal of Plant Nutrition*, 19(6), 969–993.

-
- Rotundo, J.L., Westgate, M.E. (2009). Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. *Field Crops Research*, 110(2), 147–156.
- Sadeghipour, O., Abbasi, S. (2012). Soybean response to drought and seed inoculation. *World Applied Sciences Journal*, 17(1), 55–60.
- Salvagiotti, F., Cassman, K.G., Specht, J.E., Walters, D.T., Weiss, A., Dobermann, A. (2008). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans: A review. *Field Crops Research*, 108(1), 1–13.
- Specht, J., Chase, K., Markwell, J., Germann, M., Lark, K., Graef, G., Macrander, M., Orf, J., Chung, J. (2001). Soybean response to water. *Crop Science*, 41, 493–509.
- Takahashi, Y., Chinushi, T., Nagumo, Y., Nakano, T., Ohyama, T. (1991). Effect of deep placement of controlled release nitrogen fertilizer (coated urea) on growth, yield, and nitrogen fixation of soybean plants. *Soil Science and Plant Nutrition*, 37, 223–231.
- Turner, N.C., Davies, S.L., Plummer, J.A., Siddique, K.H.M. (2005). Seed Filling in Grain Legumes Under Water Deficits, with Emphasis on Chickpeas. *Advances in Agronomy*, 87, 211–250.
- Vurukonda, S.S.K.P., Vardharajula, S., Shrivastava, M., SkZ, A. (2016). Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological Research* (Vol. 184). Elsevier GmbH.
- Wang, Y., Frei, M. (2011). Stressed food - The impact of abiotic environmental stresses on crop quality. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 141(3–4), 271–286.
- Wilson, R.F.(2004). Seed Composition. *Soybeans: Improvement, Production and Users*, ThirdEd. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI.

Hatay İli Havuç Ekim Alanlarında Bulunan Yabancı Ot Türleri, Yaygınlıkları, Yoğunlukları ve Durumlarının Değerlendirilmesi**Evaluation of Weed Species, Their Frequencies, Densities and Current Status in Carrot Fields in Hatay Province****İlhan ÜREMİŞ¹, Soner SOYLU^{1*}, Şener KURT¹, E. Mine SOYLU¹, Erdal SERTKAYA¹****Öz**

Havuç [*Daucus carota* L.], yüksek seviyede provitamin A, amino asitler ve diğer besinleri içeren, dünya çapında önemli bir sebzedir. Hatay ili, Türkiye'nin kaliteli ve yüksek miktarda havuç üretiminin yapıldığı üçüncü bölgesidir. Havuç üretimi ve kalitesi gerek tarla gerekse depolama sırasında hastalıklar, zararlılar ve yabancı otlar tarafından etkilenir. Bu çalışmada Hatay ilinin havuç yetiştiriciliğinin yapıldığı önemli ilçelerinde tesadüfî seçilmiş tarlalarda karşılaşılan yabancı ot türlerinin varlığı, yaygınlığı ve genel durumları 80 havuç tarlasında yapılan sürveye belirlenmiştir. Bölgede yapılan sürvey sonucunda 26 familyada yer alan farklı 66 cinse ait 78 yabancı ot türü belirlenmiştir. Tespit edilen yabancı ot türleri yoğunluklarına göre sınıflandırıldığında en sık ve yoğunlukta karşılaşılanlar; *Cyperus rotundus* (Topalak) >3.00 adet/m², *Portulaca oleracea*, *Amaranthus retroflexus*, *Sorghum halepense*, *Alopecurus myosuroides*, *Amaranthus graecizans*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Avena sterilis*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colonum*, *Euphorbia chamaesyce*, *Medicago* spp., *Physalis angulata*, *Prosopis farcta*, *Silybum marianum*, *Triticum aestivum*, *Sinapis arvensis*, *Trifolium* spp., *Zea mays* ve *Xanthium strumarium* türlerinin ise 0.10-2.99 adet/m² yoğunlukta olduğu gözlenmiştir. Aralarında parazitik türlerden *Orobanche crenata* (beyaz çiçekli canavar otu), *Phelipanche ramosa* (mavi çiçekli canavar otu)'nın yanı sıra, *Ipomoea triloba* (pembe çiçekli akşamsefası) ve *Amaranthus palmeri* (dev horozibiği) gibi çok önemli ve istilacı potansiyele sahip 55 farklı yabancı otun yaygınlık seviyesinin ise 0.10> adet/m² olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kaydedilen bir diğer önemli gözlem *C. rotundus* bitkilerinin üzerinde saptanan ve yabancı otun biyolojik mücadelesinde kullanıma potansiyeli olan pas hastalık etmeni *Puccinia romagnoliana* Maire & Sacc.'nın bazı sürvey alanlarındaki topalak bitkileri üzerinde yaygın ve şiddetli şekilde bulunmasıdır. Sonuçlar *O. crenata*, *P. ramosa*, *I. triloba* ve *A. palmeri* gibi çok önemli ve istilacı potansiyele sahip yabancı ot türlerinin bölgede yayılma riskinin bulunduğunu ortaya koyarken, bazı bölgelerde yaygın olarak gözlenen pas hastalığı etmeninin havuç tarlalarının en önemli yabancı otlarından olan topalak ile mücadelede kullanıma potansiyelinin bulunduğu düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Hatay, havuç, canavar otu, *Amaranthus palmeri*, yabancı ot, sürvey**Abstract**

Carrot [*Daucus carota* L.] is an important vegetable worldwide, which contains high levels of provitamin A, amino acids and other nutrients. Hatay province is the third province of the Turkey leading high amount and quality carrot production. Carrot crop production is hampered by diseases, pests and weeds which reduce production and quality of carrot in the fields and during storage. This study was conducted in major carrot growing districts of Hatay province for determination of densities, frequencies and current statues of major weeds species in randomly selected 80 carrot fields in surveyed districts between August 2018-October 2019. During weed surveys, a total of 78 plant species, belonging to 26 different families and 66 genera, including 2 parasitic plants, 41 winter, 32 summer, 3 summer-winter species and 16 grasses, 60 broad leaved were determined. According to life cycles the weeds were classified as, 9 species as perennial, 57 species as annual, 3 species as biennial, 3 species as annual-perennial and 4 species as annual-biennial. According to their density recorded, *Cyperus rotundus* (purple nutsedge)

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Soner Soylu, Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Hatay. Türkiye E-mail: soylu@mku.edu.tr, OrcID: 0000-0003-1002-8958

¹İlhan Üremiş, Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Hatay. Türkiye E-mail: iuremis@mku.edu.tr, OrcID: 0000-0001-5937-9244

¹Şener Kurt, Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Hatay. Türkiye E-mail: kurt@mku.edu.tr, OrcID: 0000-0003-4545-5968

¹E. Mine Soylu, Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Hatay. Türkiye E-mail: kurt@mku.edu.tr, OrcID: 0000-0001-5961-0848

¹Erdal Sertkaya, Hatay Mustafa Kemal Üniv. Ziraat Fak., Bitki Koruma Böl., Hatay. Türkiye E-mail: kurt@mku.edu.tr, OrcID: 0000-0001-9956-943X

Atıf/Citation: Üremiş, İ., Soylu, S., Kurt, Ş., Soylu, E.M., Sertkaya, E. 2020. Hatay İli Havuç Ekim Alanlarında Bulunan Yabancı Ot Türleri, Yaygınlıkları, Yoğunlukları ve Durumlarının Değerlendirilmesi *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 211-228

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayımlanmıştır. Tekirdağ 2019

was >3.00 plant/m²; *Portulaca oleracea*, *Amaranthus retroflexus*, *Sorghum halepense*, *Alopecurus myosuroides*, *Amaranthus graecizans*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Avena sterilis*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colonum*, *Euphorbia chamaesyce*, *Medicago* spp., *Physalis angulata*, *Prosopis farcta*, *Silybum marianum*, *Triticum aestivum*, *Sinapis arvensis*, *Trifolium* spp., *Zea mays*, *Xanthium strumarium* were at the density of 0.10-2.99 plant/m². The density level of 55 different weeds, including important weed species such as parasitic *Orobanche crenata* (bean broomrape), *Phelipanche ramosa* (hemp broomrape) and invasive *Ipomoea triloba* (three-lobe morning glory) and *Amaranthus palmeri* (palmer amaranth), was found at the density of $0.10 >$ plant/m². Another important observation recorded in the study is the widespread and severe presence of rust disease agent *Puccinia romagnoliana* Maire & Sacc. which has potential to be used as biological control agent on *C. rotundus*. Overall the results suggested that there is a risk of spreading of *O. crenata*, *P. ramosa*, *I. triloba* and *A. palmeri* which have invasive potential in the region. Results also pointed out potential of rust disease, which was commonly observed in some regions, to be used in the biological control of purple nutsedge which is the most important and common weed species detected in the region.

Keywords: Hatay, carrot, broomrape, *Amaranthus palmeri*, weeds, survey

Extendend Summary

Carrot [*Daucus carota* L.] is an important vegetable worldwide, which contains high levels of provitamin A, amino acids and other nutrients. Hatay province is the third province of the Turkey leading high amount and quality carrot production. Carrot crop production is hampered by diseases, pests and weeds which reduce production and quality of carrot in the fields and during storage. This study was conducted in major carrot growing districts of Hatay province for determination of densities, frequencies and current statues of major weeds species in randomly selected 80 carrot fields in surveyed districts during August 2018 and October 2019 growing season. During weed surveys, a total of 78 plant species, belonging to 26 different families and 66 genera, including 2 parasitic plants, 41 winter, 32 summer, 3 summer-winter species and as 16 grasses, 60 broad leaved. According to life cycles the weeds were classified as, 9 perennial, 57 annual, 3 biennial, 3 annual-perennial and 4 annual-biennial were determined. Most common 3 families were Poaceae (15), Asteraceae (14) and Brassicaceae (6). According to their density and frequency results, *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) was >3.00 plant/m²; *Portulaca oleracea*, *Amaranthus retroflexus*, *Sorghum halepense*, *Alopecurus myosuroides*, *Amaranthus graecizans*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Avena sterilis*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colonum*, *Euphorbia chamaesyce*, *Medicago* spp., *Physalis angulata*, *Prosopis farcta*, *Silybum marianum*, *Triticum aestivum*, *Sinapis arvensis*, *Trifolium* spp., *Zea mays*, *Xanthium strumarium* were at the density of 0.10-2.99 plant/m². The density level of 55 different weeds, including important invasive weed species such as *Orobancha crenata* (bean broomrape), *Phelipanche ramosa* (hemp broomrape), *Ipomoea triloba* (three-lobe morning glory) and *Amaranthus palmeri* (palmer amaranth), was found to be at the density of 0.10> plant/m². Amongst weed species determined during surveys, 34 weed species were found as their frequency ratios over 12.5%. *Cyperus rotundus*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Echinochloa colonum*, *Physalis angulata*, *Portulaca oleracea*, *Sorghum halepense*, *Xanthium strumarium* were the most common weeds. Due to the insufficient mechanical control and lack of an effective herbicide, *Cyperus rotundus* is in the forefront in terms of its density and frequency, therefore local farmers were unable to control this weed species. However, during survey in some carrot fields, fungal rust disease agent *Puccinia romagnoliana* Maire & Sacc., as the potential biological control agent reported for this weed species, was intensively observed in some of the surveyed carrot fields. This disease agent was found to control nudsedge plants in the previously surveyed fields during following surveys. Another important observation recorded in the study is the first report of the presence of invasive weed species *Amaranthus palmeri* S. Watson (palmer amaranth) and *Ipomoea triloba* L. (three-lobe morning glory) in the surveyed carrot fields in Turkey. This study is also first report of the presence of two different parasitic weed species of broomrape, *Orobancha crenata* (bean broomrape) and *Phelipanche ramosa* (hemp broomrape) in the carrot fields in Turkey in low frequencies and densities. The low quality and yield caused by these parasitic plants in this field suggest that presence of these parasitic plants may cause serious problems in the future unless the necessary precautions are taken. In addition, the presence of the invasive weed species *A. palmeri* should be concerned not only for carrots but also for all summer crops.

Ana vatanı Afganistan, İran ve Pakistan'ın içinde yer aldığı Orta Asya ve Güney Asya ile Türkiye olan havuç (*Daucus carota* L.) Umbelliferae (Apiaceae) familyasına bağlı, etli sulu kökleri yenen, iki yıllık bir serin iklim bitkisidir (Rubatzky ve ark., 1999; Safadi, 2008). Az ışık, düşük sıcaklık ve toprak neminin uygun olduğu topraklarda iyi gelişim göstermektedir (Sermenli, 2012). Özellikle A vitamini kaynağı olup bunun yanında B1-B2 vitaminleri ve mineral içeriği ile yüksek besin değeri taşımaktadır (Munro ve Small, 1997). Bu özelliklerinden dolayı dünyanın her yerinde yetiştirilen ve insan beslenmesinde önemli yeri olan ve üretimi tohumla yapılan sebzelerden biri olup lezzetinin yanında insan sağlığı açısından da önemli yararları bulunmaktadır (Yanmaz, 1994; Peters, 2006). Üretilen havuçların büyük bir kısmını portakal veya turuncu renkli, az bir kısmını ise siyah renkli havuçlar oluşturmaktadır (Vural ve ark., 2000).

Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2017 yılı havuç üretim verilerine göre, Çin 20.274.393 tonla ilk sırada yer alırken bu ülkeyi 2.249.737 ton ile Özbekistan ve 1.805.787 ton ile Rusya izlemekte olup Türkiye ise 571.301 ton ile 9. sırada yer almıştır (Anonymous, 2017). Ülkemizde 2018 yılında ise toplam 123.478 dekar alanda 642.837 ton havuç üretimi yapılmış olup, Hatay ili 21.550 dekar alanda 58.190 ton üretim miktarı ile ülkemizin önemli havuç ekim alanlarından olan Konya ve Ankara illerinden sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Anonim, 2017). Hatay'da iklim şartlarının uygunluğu, ihracat edilebilirliği, piyasa özelliği ve üreticilerin kış aylarında geçim kaynağı olması nedeniyle havuç üretimi gün geçtikçe artmaktadır (Sermenli, 2012). Hatay ilinde havuç üretiminin en yoğun yapıldığı yer olan Amik Ovası'nda bulunan Kırıkhan ilçesinde 19.000 dekar alanda 47.500 ton havuç üretimi yapılmış olup bunu 2.100 dekar alanda 9.450 ton üretimle Reyhanlı, 230 dekar alanda 690 ton üretimleri ile Antakya ilçeleri takip etmiştir (Anonim, 2017).

Kırıkhan ilçesinin ekolojisinin uygun olması nedeni ile Ağustos ayı başında başlayan tohum ekimi kademeli olarak Kasım ayı sonuna kadar devam etmekte, Aralık ayı itibari ile başlayan hasat ise Nisan sonuna kadar sürmektedir (Sermenli, 2012). Ülkemiz ekonomisi için önemli bir yere sahip olan havuç bitkisinin verim ve kalitesi birçok biyotik ve abiyotik faktörler tarafından etkilenmektedir.

Hatay ilinde son 10 yıl içerisinde ekim alanı 2 katı artış gösterirken, üretimde bu artış katsayısı gözlenememiştir. Havuç ekimini ve verimini kısıtlayan ana faktörlerin başında hastalık, zararlı ve yabancı otlar gelmektedir. Dünyanın bir çok ülkesinde havuç ekim alanlarında sorun olan hastalık zararlı ve yabancı otlar üzerine çalışmalar bulunurken, ülkemizde havuç bitkisinde sorun olan hastalık, zararlı ve yabancı otlar konusunda oldukça kısıtlı çalışmalar bulunmaktadır (Erciş ve ark., 1995; Kurt ve ark., 2004; Soylu ve ark., 2005; Tülek, 2010; Uysal, 2012; Çabuk, 2014; Sertkaya, 2014). Havuç alanlarında yabancı otlarla ilgili Türkiye'de sadece bir adet yabancı ot survey çalışması bulunmaktadır. Bu çalışma 1988-1991 yılları arasında Ankara'da yürütülmüş olup yapılan surveylerde 34 yabancı ot türü saptanmış ve bunlar içerisinde en yaygın ve yoğun olarak bulunan üç tür, sırasıyla; *Amaranthus retroflexus* (% 93,4 ve 2,78 adet/m²), *Portulaca oleracea* (% 89,1 ve 2,65 2,78 adet/m²) ve *Chenopodium album* (% 86,6 ve 3,19 2,78 adet/m²) (Erciş ve ark., 1995)'dur.

Havucun özellikle ilk gelişim dönemlerindeki gelişim hızının düşük olması, köklerinin zayıf - yüzlek olması ve yapraklarının ince ve küçük olması nedeniyle yabancı otlara karşı rekabet gücü düşük bitkiler arasında önlere gelmektedir (OMAFRA, 2008). Havuç'un ana zararlılarından birisi de yabancı otlardır (Bhullar ve ark., 2015). Yabancı otlardan topalak (*Cyperus rotundus* L.)'ın havuçta meydana getirdiği ürün kaybının % 39-50 arasında olduğu bildirilmektedir (William ve Warren, 1975). Yabancı otlar kültür bitkileri ile su, besin maddeleri ve ışık yönünden rekabete girmek suretiyle ekonomik öneme sahip ürünlerde %28-78'lere varan oranlarda verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Oerke ve ark., 1994; Bhullar ve ark., 2015; Zimdahl, 2018; Üremiş ve Uludağ, 2020). Canavar otunun ürün ve kaliteye etkisi konusunda bir çalışmaya rastlanmamıştır, ancak bu zararın yoğunluğa bağlı olarak çok yüksek oranlarda gelişebileceği tahmin edilmektedir. Yabancı otlarla mücadelede esas alınması gereken kritik periyot olarak havucun çıkışından itibaren 3-6 hafta arası olarak bildirilmektedir (Bhullar ve ark., 2015). Swanton ve ark., (2010) kritik periyodun havucun yetişme dönemine bağlı olarak 414-930 GDD (günlük gelişme derecesi) arasında olduğunu bunun da havucun 4-12 yapraklı dönemine karşılık olduğuna dikkat çekmektedir, ayrıca havuçta oluşan ürün kaybının % 4.87 ila %100 arasında değiştiği bildirilmektedir. Ojedo ve Garay (2017) yabancı otlardan dolayı maksimum ürün kaybının % 93.6 olduğunu, kritik periyodun ise yabancı otlara ve havuç çeşitlerine bağlı olarak yabancı otların çıkışından itibaren 19-70 gün arasında değiştiğini belirtmektedir. Yabancı otlar ürün ve kalite azalması yanında, birçok hastalık ve zararlıya konukçuluk yapmakta, içerdiği zararlı bileşikler birçok canlıda ölüme varabilen zehirlenmelere yol açabilmekte, yetiştiricilikle ilgili işlemlerin yapılmasını ve hasadı güçleştirmektedir. Yabancı ot tohumları hasat sırasında kültür bitkilerinin tohumlarına karışmak suretiyle ürünlerin besin değerini düşürmelerinin yanı sıra, ürünlerin tohumluk kalitesinin düşmesine de neden olurlar (Günçan, 2016; Zimdahl, 2018). Bu nedenle uygun yöntemler kullanılarak yabancı otlarla mücadele kaçınılmaz olmaktadır. Tarımın sürdürülebilirliğinin sağlanması, çevrenin korunabilmesine yönelik hazırlanan Entegre Mücadele programlarından beklenen başarı ancak söz konusu hedef alanlardaki yabancı ot florasının belirlenmesi ile mümkündür (Uludağ ve ark., 2018). Bölgedeki yabancı ot florası bilinmeden

entegre mücadele programlarının, yürütülmesinin zor olmasının yanısıra, programdan sağlıklı ve başarılı sonuçların beklenmesi mümkün değildir (Karaca, 2010).

Hatay ilinde üretimi yapılan havuç alanlarında son günlerde gerek yetiştiriciler gerekse resmi kurum personelleri tarafından havuç alanlarında önemli verim kayıplarına neden olan yabancı otların varlığına dikkat çekilmiş olup, bölgedeki havuç alanlarındaki yabancı ot sorunlarının ortaya konulması için kapsamlı bir araştırma yapma gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Bu çalışma ile Hatay ilinin önemli havuç ekim alanlarında kalite ve ürün kaybına neden olan etmenlerden yabancı ot türlerinin teşhisleri, yaygınlıkları, yoğunluklarının belirlenmesinin yanı sıra survey yapılan tarlalarda yabancı otların genel durumlarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Survey çalışması, örnekleme yöntemleri ve örneklerin alınması

Hastalık, zararlı ve yabancı ot survey çalışmaları 2017 yılı Tarım İl Müdürlüğü verileri göz önünde alınarak yapılmıştır. Çalışmalar, Hatay ilinde havuç yetiştiriciliğinin (en yoğun ekim alanlarının yer aldığı Antakya, Kırıkhan, Kumlu ve Reyhanlı ilçelerinde 15 Ağustos 2018 ve 15 Ekim 2019 ayları arasında 80 tarlada yapılmıştır.

Çizelge 1. Hatay ili havuç ekim alanları, üretim miktarı ve survey yapılan tarla sayısı (Anonim 2017)

Table 1. Total production amount and harvesting area of carrot, and number of surveyed carrot fields in Hatay province (Anonim 2017)

İlçeler	Üretim (ton)	Ekim Alanı (da)	Tarla Sayısı (adet)
			Hesaplanan
Kırıkhan	47.500	19.000	44
Reyhanlı	9.450	2100	12
Antakya	690	230	12
Kumlu	550	220	12
Toplam	58.190	21.550	80

Bu amaca yönelik hazırlanan survey programı 2017 Türkiye İstatistik Kurumu verileri doğrultusunda hazırlanmış olup, her ilçe için yapılması gereken örnekleme sayısı toplam ekiliş alanı üzerinden "tartılı ortalama yöntemi" (Bora ve Karaca, 1970) kullanılarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Yapılan hesaplamada Kırıkhan haricindeki ilçelerde yapılması gereken survey sayılarının düşük sayıda olması nedeniyle bu ilçelerdeki survey en az 12 tarlayı kapsayacak şekilde düzenlenmiştir. Ancak, Reyhanlı ve Kumlu ilçelerindeki havuç tarlalarında bitki hastalıkları ve zararlılarda mevcut proje kapsamında takip edildiği için daha fazla sayıda survey yapılmıştır. Yabancı ot türlerinin teşhisleri ve bulunuş oranları gerek çember atma gerekse tarla içinde tarlayı temsil edecek şekilde rastgele gezmek suretiyle belirlenmiştir. Çalışmada Kırıkhan ilçesi merkez alınarak survey alanlarına doğru gidilerek her 3 km'de bir tesadüfi olarak durulmuş ve en yakın havuç tarlasına girilerek tarlalarda kenar tesirinden kurtulmak amacıyla çerçeve atımına 3-5 m içerden başlanmıştır. Havuç tarlasında 1 da'lık alan dikkate alınarak ve her tarlada rastlantısal olarak dört defa 0.5 m x 0.5 m = 0.25 m²'lik ahşap çerçeve atılarak çerçeveler içerisindeki yabancı otların türleri ve yoğunlukları (adet/m²) kaydedilmiştir (Orel, 1996). Tarlada teşhisi yapılamayan yabancı otların herbaryumlarının yapılması için laboratuvara getirilmiş ve herbaryum tekniğine göre (Özer ve ark., 1998) kurutulmuştur. Teşhis için toplanan örnekler MKÜ Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Herbaryumunda saklanmıştır. Bitki örneklerinin tanısı Davis (1965-1988), isimlendirilmeleri Uluğ ve ark. (1993)'e göre yapılmıştır.

Rastlama sıklıklarının belirlenmesinde aritmetik yüzde esas alınarak hesaplama yapılmıştır. Bunun için aşağıdaki formüller kullanılmıştır (Odum, 1971).

$$\% \text{ Rastlama Sıklığı (RS)} = 100 * (\mathbf{n/m})$$

m: Örnekleme yapılan toplam tarla sayısı; **n:** Yapılan örneklemenin kaçında o tür ile karşılaşıldığı

Hesaplanan yabancı ot yaygınlıklarının değerlendirilmesinde ise Pamukoğlu (2011)'dan uyarlanan skala kullanılmıştır. Kullanılan skalaya göre; Çok Rastlanan (ÇR) > % 50.0; Orta Rastlanan (OR) % 25.0 - % 49.9; Az Rastlanan (AR); % 12.5 - % 24.9; Nadir Rastlanan (NR) <12.5 olarak değerlendirilmiştir.

Yabancı otların yoğunluklarının (bitki/m²) belirlenmesinde; bir tarlada her bir yabancı ot için yapılan sayımlar sonucu elde edilen değer o tarlada sayım yapılan toplam alana bölünmesi ile hesaplanmıştır. Hesaplanan yabancı ot yoğunluklarının değerlendirilmesinde ise Pamukoğlu (2011)'dan uyarlanan skala ile ifade edilmiştir. Buna göre; A:>3.00 adet/ m²; B: 2.00-2.99 adet/ m²; C: 1.00-1.99 adet/ m²; D: 0.10-0.99 adet/ m²; E: 0.10> adet/ m² olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Çalışmalar havuç tarlalarındaki yabancı ot türlerini, yaygınlıklarını ve yoğunluklarını belirlemek amacı ile 2018-2019 üretim dönemini kapsayan 15 Ağustos 2018-15 Ekim 2019 tarihleri arasında yapılmış olup, elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Hatay ili havuç ekim alanlarında saptanan yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları

Table 2. Densities and frequencies of weed species determined in carrot fields in Hatay province

Bilimsel Adı	Yerel Adı	Yaygınlık	Yoğunluk	Dönemi*	Hayat Formu**
Fam. <u>AMARANTHACEAE</u>					
<i>Amaranthus hybridus</i> L.	Melez horoz ibiği	OR	D	Y	TY
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Horoz ibiği	OR	C	Y	TY
<i>Amaranthus spinosus</i> L.	Dikenli horoz ibiği	NR	D	Y	TY
<i>Amaranthus graecizans</i> L.	Yatık horoz ibiği	NR	D	Y	TY
<i>Amaranthus palmeri</i> S.Watson	Dev horoz ibiği	NR	E	Y	TY
Fam. <u>APIACEAE</u> (Umbelliferae)					
<i>Ammi visnaga</i> (L.) Lam.	Kürdan otu	NR	E	Y	TY (İY)
<i>Daucus carota</i> L.	Yabani havuç	NR	E	K	İY
Fam. <u>ASPLEPIADACEAE</u>					
<i>Cynachum acutum</i> L.	Sütlü sarmaşık	NR	E	Y	ÇY
Fam. <u>ASTERACEAE</u> (Compositae)					
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Tarla köpek papatyası	AR	E	K	TY
<i>Anthemis chia</i> L.	Boylu papatya	AR	E	K	TY
<i>Calendula arvensis</i> L.	Portakal nergizi	NR	E	K	TY
<i>Carduus pycnocephalus</i> L.	Saka dikenli	AR	E	K	TY (İY)
<i>Chrysanthemum segetum</i> L.	Sarı papatya	NR	E	K	TY

<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Pire otu	NR	E	Y	TY
<i>Lactuca serriola</i> L.	Dikenli yabani marul	NR	E	Y	İY
<i>Senecio vernalis</i> Waldst. and Kit.	Kanarya otu	AR	E	K	TY
<i>Senecio vulgaris</i> L.	İmam kavuğu	NR	E	K	TY
<i>Silybum marianum</i> (L.) Gaertner	Meryem dikenli	AR	D	Y	TY (İY)
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Eşek marulu	NR	E	K	ÇY
<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Adi eşek marulu	NR	E	K	TY(İY)
<i>Taraxacum serotinum</i> (Waldst. and Kit.) Poir.	Aslan dişi	NR	E	K	ÇY
<i>Xanthium strumarium</i> L.	Domuz pıtrağı	OR	D	Y	TY
Fam. <u>BORAGINACEAE</u>					
<i>Heliotropium europaeum</i> L.	Boz ot	NR	E	Y	TY
Fam. <u>BRASSICACEAE</u>					
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Çoban çantası	NR	E	K	TY
<i>Neslia paniculata</i> (L.) Desv.	Toplu iğne hardalı	NR	E	K	TY
<i>Ochrodium aegyptiacum</i> (L.) DC.	Çukurova hardalı	NR	E	K	TY
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Yabani turp	NR	E	K	TY
<i>Sinapis alba</i> L.	Akhardal	NR	E	K	TY
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Yabani hardal	AR	D	K	TY
<i>Thlaspi arvense</i> L.	Tarla akça çiçeği	NR	E	K	TY
Fam. <u>CARYOPHYLLACEAE</u>					
<i>Cerastium dichotomum</i> L.	Boynuz otu	NR	E	K	TY
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Kuşotu	NR	E	K	TY
Fam. <u>CHENOPODIACEAE</u>					
<i>Chenopodium album</i> L.	Sirken	OR	D	Y	TY
Fam. <u>CONVOLVULACEAE</u>					
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Tarla sarmaşığı	OR	D	Y	ÇY
<i>Ipomoea triloba</i> L.	Pembe çiçekli akşam sefası	NR	E	Y	TY
Fam. <u>CYPERACEAE</u>					
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Topalak	ÇR	A	Y	ÇY
Fam. <u>EUPHORBIACEAE</u>					
<i>Euphorbia chamaesyce</i> L.	Sütleğen	AR	D	Y	TY
<i>Euphorbia helioscopia</i> L.	Güneş sütleğeni	NR	E	K	TY
<i>Mercurialis annua</i> L.	Yer fesleğeni	NR	E	K	TY
Fam. <u>GERANIACEAE</u>					
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Herit.	Dönbaba	NR	E	K	TY
<i>Geranium rotundifolium</i> L.	Turna gagası	NR	E	K	TY
Fam. <u>LAMIACEAE</u>					
<i>Lamium amplexicaule</i> L.	Ballıbaba	NR	E	K	TY

Fam. LEGUMINOSAE						
<i>Medicago</i> spp.	Yabani yonca	AR	D	Y ve K	TY-ÇY	
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Desr.	Sarı taşyoncası	NR	E		İY	
<i>Prosopis farcta</i> (Banks & Sol.) J.F. Macbr.	Çeti	NR	D	Y	ÇY	
<i>Trifolium</i> spp.	Üçgül	AR	D	Y ve K	TY-ÇY	
<i>Vicia sativa</i> L.	Adi fiğ	NR	E	K	TY	
Fam. MALVACEAE						
<i>Malva neglecta</i> Wallr.	Ebegümece	NR	E	K	TY	
<i>Hibiscus trionum</i> L.	Yabani bamyası	NR	E	Y	TY	
Fam. OROBANCHACEAE						
<i>Orobanche crenata</i> Forsk.	Beyaz çiçekli canavar otu	NR	E	P	TY	
<i>Phelipanche ramosa</i> L.	Mavi çiçekli canavar otu	NR	E	P	TY	
Fam. PAPAVERACEAE						
<i>Fumaria officinalis</i> L.	Şahtere	NR	E	K	TY	
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Gelincik	NR	E	K	TY	
Fam. PLANTAGINACEAE						
<i>Plantago</i> spp.	Sinir otu	NR	E	Y ve K	TY-ÇY	
Fam. POACEAE (Gramineae)						
<i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson	Tilki kuyruğu	AR	D	K	TY	
<i>Avena sterilis</i> L.	Kısır yabani yulaf	AR	D	K	TY	
<i>Bromus tectorum</i> L.	Püsküllü çayır	NR	E	K	TY	
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Köpek dişi ayırtığı	AR	D	Y	ÇY	
<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link.	Benekli darıcan	OR	D	Y	TY	
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.	Darıcan	NR	E	Y	TY	
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.	Çatal otu	AR	E	Y	TY	
<i>Hordeum murinum</i> L.	Duvar arpası	NR	E	K	TY	
<i>Phalaris brachystachys</i> L.	Kuş yemi	NR	E	K	TY	
<i>Phalaris paradoxa</i> L.	Kuş yemi	NR	E	K	TY	
<i>Poa annua</i> L.	Tavşan bıyığı	NR	E	K	TY	
<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Kirpi darı	NR	E	Y	TY	
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Kanyaş	OR	C	Y	ÇY	
<i>Triticum aestivum</i> L.	Kendigelen buğday	AR	D	K	TY	
<i>Zea mays</i> L.	Kendigelen mısır	NR	D	Y	TY	
Fam. POLYGONACEAE						
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Çoban değneği	NR	E	Y	TY	
<i>Rumex acetosella</i> L.	Labada	NR	E	Y	ÇY	
Fam. PORTULACACEAE						
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semiz otu	OR	B	Y	TY	

Fam. PRIMULACEAE					
<i>Anagallis arvensis</i> L.	Fare kulağı	NR	E	K	TY
Fam. RUBIACEAE					
<i>Galium aparine</i> L.	Dil kanatan	NR	E	K	TY
Fam. SCROPHULARIACEAE					
<i>Veronica hederifolia</i> L.	Adi yavşan otu	NR	E	K	TY
Fam. SOLANACEAE					
<i>Physalis angulata</i> L.	Fener otu	OR	D	Y	TY
<i>Solanum nigrum</i> L.	Köpek üzümü	NR	E	Y	TY
Fam. ZYGOPHYLLACEAE					
<i>Tribulus terrestris</i> L.	Demir diken	NR	E	Y	TY

*Y:Yazlık, K:Kışlık, P:Parazit; **TY:Tek yıllık, İY:İki yıllık, ÇY:Çok yıllık

Hatay ili havuç alanlarında yapılan çalışmada 26 familya ve 66 cinse ait 78 yabancı ot türü saptanmıştır (Şekil 1). En fazla tür bulunan familyalardan Poaceae familyasında 15, Asteraceae familyasında 14 ve Brassicaceae familyasında ise 7 yabancı ot türü belirlenmiştir. Bu yabancı otların 2'si Parazit, 41'i Kışlık, 32'si Yazlık, 3'ü Yazlık-Kışlık türler olup, bunların da 16'sı dar yapraklı, 60'ı ise geniş yapraklıdır. Hayat sürelerine göre yabancı otların, 9'u Çok Yıllık (ÇY), Tek Yıllık (TY) (57 tür) ve İki Yıllık (İY) (3 tür) olup 3'ü TY-ÇY, 4'ü ise TY-İY'dir. Yabancı otların yaygınlığı açısından bakıldığında Çok Rastlanan (ÇR) olarak; *Cyperus rotundus* (Topalak), Orta Rastlanan (OR) olarak; *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Echinochloa colonum*, *Physalis angulata*, *Portulaca oleracea*, *Sorghum halepense*, *Xanthium strumarium*, Az Rastlanan (AR) olarak; *Alopecurus myosuroides*, *Anthemis arvensis*, *Anthemis*, *chia*, *Avena sterilis*, *Carduus pycnocephalus*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria sanguinalis*, *Euphorbia chamaesyce*, *Medicago* spp., *Senecio vernalis*, *Sinapis arvensis*, *Silybum marianum*, *Trifolium* spp., *Triticum aestivum* bulunmuştur. Diğer yabancı otların yaygınlığı "NR" (54 tür) seviyesindedir.

Havuç tarlalarında belirlenen yabancı otların yoğunluğuna bakıldığında; sadece *Cyperus rotundus* (Topalak) "A" seviyesinde belirlenmiş olup, *Portulaca oleracea* (Semiz otu) "B" seviyesinde, *Amaranthus retroflexus* ve *Sorghum halepense* (kanyaş) "C" seviyesinde, *Alopecurus myosuroides*, *Amaranthus graecizans*, *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus spinosus*, *Avena sterilis*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Echinochloa colonum*, *Euphorbia chamaesyce*, *Medicago* spp., *Physalis angulata*, *Prosopis farcta*, *Silybum marianum*, *Triticum aestivum*, *Sinapis arvensis*, *Trifolium* spp., *Zea mays*, *Xanthium strumarium* ise "D" seviyesinde bulunmuştur. Diğer yabancı otlar (55 tür) ise "E" seviyesinde olduğu hesaplanmıştır.

Havuç alanlarındaki gözlemler ve veriler değerlendirildiğinde; havuç ekiminin Ağustos ayının ortasında başlaması, daha sonra kademeli olarak Ocak ayına kadar devam etmesi nedeniyle ilk ekimlerde ağırlıklı olarak yazlık yabancı otlar daha sonrakilerde ise kışlık yabancı otlar görülmektedir. Üreticiler yabancı ot mücadelesinde öncelikle herbisit kullanmakta ancak, yabancı ot türlerinin çok olması ve özellikle ilk dönemde çok yoğun olması, ruhsatlı herbisit sayısının az ve etki spektrumunun dar olması nedeniyle oldukça zor durumda kalmaktadırlar. Ayrıca, ağır bünyeli tarlalarda yapılan salma sulama ve çapalama sorunun boyutunu daha da büyütülmektedir. Yağışlı yıllarda yapılan geç ekimlerde yabancı ot sorunu kışlık yabancı otlarda da ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle üreticiler özellikle dar yapraklı yabancı otlara karşı herbisit uygulamaktadırlar. Tüm yapılanlara rağmen yabancı otların mücadelesinde bir noktaya kadar başarılı olunmaktadır.



Şekil 1. Hatay ili havuç ekim alanlarında karşılaşılan farklı yabancı ot türleri. *C. rotundus* (topalak) yabancı ot türü (ok) sürvey alanlarında en yoğun tür olarak karşılaşılmıştır.

Figure 1. Different weed species detected in surveyed carrot fields in Hatay province. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) is the most common and frequently encountered weed species (arrows) in carrot fields

Öne çıkan yabancı otlardan *Cyperus rotundus* (topalak) rastlanma sıklığı (ÇR) ve yoğunluğu (A) açısından en yüksek seviyede olduğu saptanmıştır. Ancak, çok yıllık bir bitki olan ve genellikle yumruları ile çoğalan topalağın gerek mekanik mücadele gerekse ruhsatlı herbisit bulunmamasından dolayı kimyasal mücadele ile kontrolü çok zor olup, hatta mümkün olamamakta, mekanik mücadele ise yetersiz kalmaktadır. Daha önceden maydanoz yetiştiriciliği yapılan aynı alanlardaki sürveylerde *C. rotundus*'un yoğunluğu 10 adet/m² olarak bildirilmiştir (Telli ve Üremiş, 2010). Bu bölgede kayısı bahçelerinde yapılan diğer bir sürveyde *C. rotundus*'un 5 adet/m²'den daha fazla yoğunluğa ve % 25-50 arasında rastlanma sıklığına sahip olduğuna dikkat çekilmektedir (Üremiş ve ark., 2013). Sertkaya ve ark. (2013) bu bölgedeki bağ alanlarında bulunan yabancı otlardan topalağın önemini belirtmektedirler. Diğer ürünlerde olduğu gibi bölgedeki fasulye alanlarında da *C. rotundus* yaygın ve yoğun olarak bildirilmekte ve mücadelesindeki zorluklardan bahsedilmektedir (Sertkaya ve ark., 2012). Bu çalışmada da topalağın rastlama sıklığının ve yoğunluğunun yüksek olması beklenen bir sonuç olarak değerlendirilmektedir.

Amaranthus hybridus, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Echinochloa colonum*, *Physalis angulata*, *Portulaca oleracea*, *Sorghum halepense*, *Xanthium strumarium* rastlanma sıklıkları Orta Rastlanan (OR) arasında yer almaktadır. Pamukta (Kadioğlu ve ark., 1993), maydanozda (Telli ve Üremiş, 2010), fasulyede (Sertkaya ve ark., 2013) ve soğanda (Kaya, 2016) bu yabancı otlar önemli olarak bildirilmiştir. Bunların arasında *Portulaca oleracea*'nın yoğunluğu "B" seviyesinde olarak bulunmuştur. Bu yabancı otlar yazlık ve tek yıllık bir yabancı otlar olup tohumları ile çoğalmaktadır. Özellikle salma sulama yapılan ve ağır bünyeli

topraklarda oldukça önemli görülmekle birlikte mevcut herbisitlerle uygun bir mücadele yapıldığında kontrol altına alınabilmektedir.

Sorghum halepense (kanyaş)'ye orta rastlama (OR) sıklığında rastlanması ve orta düzeyde yoğunlukta bulunması önemlidir. Her ne kadar kanyaş bitkisinin bölgedeki yaygınlık ve yoğunluğunun orta düzeyde olması iyi olarak değerlendirilmiş olsa da, yabancı otun dünyada en önemli ilk 10 yabancı ot arasında olmasının yanısıra istilacı karakterde ve anavatanlarından birinin bölgemiz olması göz önünde bulundurulacak önemli hususlardır. Kanyaş mücadelesinde kullanılabilir ruhsatlı herbisitlerin olması ve bu herbisitlerin aynı zamanda diğer dar yapraklı yabancı otlara da etkili olması mücadele açısından önemli bir avantaj olarak kabul edilebilir. Yapılacak olan iyi bir mücadele planı ile kanyaşın baskı altında tutulabileceği düşünülmekle birlikte yine de çok dikkatli olmak gerekmektedir. Pamukta (Kadioğlu ve ark., 1993), patatesten (Sertkaya ve ark., 2009; Üremiş ve Uludağ, 2020) ve kayısıda (Üremiş ve ark., 2013) havuçta da olduğu gibi kanyaşın rastlanma sıklığı ve yoğunluğunun yüksekliğine dikkat çekilmektedir. *Amaranthus retroflexus*'a *Sorghum halepense* gibi orta rastlama (OR) sıklığında rastlanması ve orta düzeyde yoğunlukta olmasına rağmen mevcut mücadele yöntemleri ile başarılı bir şekilde kontrol edilebileceği düşünülmektedir. Üreticinin bu yabancı otta fazla şikâyet etmemesi görüşümüzü desteklemektedir.

Kozmopolit, çok yıllık, yazlık ve geniş yapraklı bir yabancı ot olan *Convolvulus arvensis*'in yoğunluğunun "D" seviyesinde kalması durumu biraz rahatlatmaktadır, yoksa bu yabancı ota karşı havuçta kullanılabilir bir herbisit olmaması ve çapalamanın da yeterli kalması durumu zorlaştırabilecektir. Tarla sarmaşığının rekabetçiliği ve bulunduğu alanlarda basit bir ihmalde bile geri dönüşüme imkan vermeyecek ölçüde zarar verebilme özelliklerinde olabildiğini her zaman göz önüne alınmasını gerektirmekte olup aynı konu farklı ürünlerde bu bölgede yapılan başka sürveylerde de belirtilmektedir (Kadioğlu ve ark., 1993; Sertkaya ve ark., 2009; Üremiş ve ark., 2009; Üremiş ve ark., 2013; Sertkaya ve ark., 2013; Soylu ve ark., 2017). Yapılan gözlemlerde tarla sarmaşığının rastlama sıklığı ve yoğunluğu bir diğer önemli yabancı ot olan kanyaşa yakın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, kış döneminde yapılan sürveyde tarla sarmaşığının Şubat 2019 sonu gibi çok erken dönemde bulunması dikkat çekici bir durumdur, genellikle Nisan ortalarından itibaren görülen bu yabancı otun bu kadar erken tarihte bulunması özellikle buğday üreticileri açısından endişe verici bir konu olarak değerlendirilmektedir. Özellikle ılık geçen kış mevsiminde çok dikkatli olunması gerektiği ortadadır. Bu nedenle bu yabancı otun sıkı bir şekilde takip edilmesi gerekmektedir.

Diğer yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları yukarıda bahsedilen yabancı otlara göre fazla olmalarına rağmen, yetiştiriciler tarafından gerekli kültürel önlemler, mekanik mücadele ve kimyasal mücadeleler ile bu yabancı otların potansiyel zararlarının üstesinden gelinme şansı bulunmaktadır. *Xanthium strumarium* (domuz pıtrağı) ve *Cynachum acutum* (sütlü sarmaşık)'un havuçta kimyasal mücadelesine yönelik herbisit olmaması nedeniyle düşük yoğunlukta olmalarına rağmen verebileceği zarar düşünülerek üzerinde durulmasına ve takibine gerek bulunabileceği kanaatindeyiz.

Bu çalışmada önemli bulguların başında birçok tarlada yoğun olarak bulunan ve üreticinin mücadelesinde çaresiz kaldığı *Cyperus rotundus*'ların üzerinde saptanan ve yabancı otun biyolojik mücadelesinde kullanılma potansiyeli olan pas hastalık etmeni *Puccinia romagnoliana* Maire & Sacc.'nın Kırıkhan (14 tarla), Reyhanlı (10 tarla) ve Kumlu (9 tarla) ilçelerinde bulunan havuç havuç alanlarındaki topalak bitkileri üzerinde %33.3-47.6 yaygınlık ve %42-85 bulaşma oranlarında bulunmasıdır (Şekil 2). Hastalık etmeni havuç bitkisi üzerinde herhangi bir hastalık belirtisine neden olmamıştır. Aynı tarlaya yapılan müteakip sürveylerde pas hastalık etmeninin enfeksiyonu sonucunda tarladaki topalak yoğunluğu ciddi şekilde düştüğü sonuçta hastalık etmenin topalak yaygınlığını önemli ölçüde baskı altına aldığı gözlenmiştir. Elde edilen bu gözlemin daha sonraki yapılacak detaylı biyolojik mücadele çalışmaları için önemli olduğu ve geleceğe yönelik yabancı otun biyolojik mücadelesi açısından umut verdiği düşünülmektedir. Ancak, konuyla ilgili detaylı çalışmalara ihtiyaç olduğu aşikardır. Hastalık etmenin ülkemizde varlığı daha önceden yapılan çalışmada bildirilmiştir (Bahçecioğlu ve Kabaktepe, 2012). Etmenin topalak üzerinde biyolojik mücadele kapsamında kullanılma potansiyeline sahip olduğu önceden yapılmış çalışmalarda da bildirilmiştir (Bedi ve Sokhi, 1994; Gupta ve ark., 2003; Morales-Payan ve ark., 2005). Hindistan'da yapılan bir çalışmada *Puccinia romagnoliana* tarafından neden olunan pas hastalık çıkış enfeksiyonunun topalak yabancı otunun taze ağırlığında %64, kuru ağırlığında %56 oranında azalmaya neden olduğu, enfeksiyonun yabancı otun rizom ve sayısında %34, ağırlığında ise %83 oranında azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (Bedi ve Sokhi, 1994). Benzer durum İsrail de yapılan çalışma ile teyit edilmiştir (Dinoor ve ark., 1994).



Şekil 2. Havuç tarlalarında en sık ve yoğunlukta karşılaşılan topalak (*Cyperus rotundus*) bitkisinin yaprak ve gövdelerinde biyolojik mücadele etmeni *Puccinia romagnoliana* tarafından oluşturulan pas hastalık belirtileri (ok).

Figure 2. Typical rust disease symptoms (arrows) caused by biocontrol disease agent *Puccinia romagnoliana* on leaves and stems of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) which is the most common and frequently encountered weed species (arrows) in carrot fields

Yapılan çalışmada saptanan önemli bir konu parazit bitkilerdir. Bu parazit bitkiler *Orobanche crenata* (beyaz canavar otu, Şekil 3a ve b) ve *Phelipanche ramosa* (mavi çiçekli canavar otu, Şekil 3c)'dir. Topboğazi mıntıkasında Kırıkhan ilçesine ait havuç tarlasında saptanan parazit bitkiler havuç alanlarındaki ilk tespittir. Daha önceki yayınlarda buna ilişkin bilgiye rastlanılamamıştır. Çalışmada belirlenen iki canavar otu' da düşük rastlanma sıklığı ve yoğunluğuna sahiptirler. Ancak sadece iki tarlada bulunan canavar otlarının genel yaygınlık ve yoğunlukları düşük olmasına rağmen bulunduğu tarladaki özel yoğunluğu yüksek olup, beyaz çiçekli canavar otu "C" seviyesinde, mavi çiçekli canavar otu için "D" seviyesindedir. Beyaz çiçekli canavar otunun ana konukçuları arasında havuç'un yanında bakla, mercimek ve nohut bulunmakta olup mavi çiçekli canavar otu için aynı şekilde havuç'un yanında domates, biber, patlıcan, tütün, kavun, patates, maydanoz ve bakla bulunmaktadır. Bu ürünler bu bölgede havuçla ekim nöbetine girdiği düşünüldüğünde çok dikkatli olunması gerekmektedir. Üreticiler bu konuda yeterli bilgiye sahip olmadıklarından görecekları zararı hesap edememektedir (Şekil 3d ve e). Havuç üretiminde canavar otuna karşı kullanılacak herhangi bir kimyasal olmaması ve diğer mücadele yöntemlerin de çoğu zaman yetersiz kalması nedeniyle konuya hassasiyetle eğilip şu anda bölgede çok düşük olan yaygınlık ve yoğunluğun artmaması için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.



Şekil 3. Havuç alanlarında tespit edilen (A ve B) *Orobanche crenata* (beyaz canavar otu) ve (C) *Phelipanche ramosa* (mavi çiçekli canavar otu) [ok]. (D-F) *Orobanche crenata* (beyaz canavar otu) tarafından oluşturulan verim kaybı [ok] sağlıklı (E ve F) havuç meyvesi ile kıyaslanması ile açık bir şekilde görülmektedir.

Figure 3. Parasitic weed species (A and B) *Orobanche crenata* (bean broomrape) and (C) *Phelipanche ramosa* (hemp broomrape) in the surveyed carrot fields. (D-F) Typical yield losses caused by *Orobanche crenata* as evident on affected carrot roots (arrows) comparison to healthy carrot (E and F) in same fields.

Bu çalışmada elde edilen önemli bulgulardan biri de havuç alanlarında ilk kez saptanan istilacı bir tür olan *Amaranthus palmeri* S. Watson'dur (Şekil 4). Türkiye'de ilk olarak 2014 yılında Doğu Akdeniz (Hatay ve Osmaniye)'de görülmüştür (Eren ve ark., 2016). Nasıl taşındığı/bulaştığı konusu tam olarak bilinmemekle beraber ilk bulaşmadan sonra başka bölgelere muhtemelen yurtdışından ithal edilmiş hayvanların gübresi ile bulaştıktan sonra bölgelerde sulama suyu ve/veya tohumla taşındığı tahmin edilmektedir. *A. palmeri* ilk olarak yol kenarı, sulama kanalları kenarı gibi tarım dışı alanlarda görülmekle birlikte zaman içerisinde turunçgil, pamuk, mısır, soya,

ayçiçeği, patates ve yer fıstığı alanlarında hızla yayılmaktadır (Turhan, 2017; Doğan ve ark., 2018; Altundağ, 2019). Mücadelesi oldukça zor, rekabet gücü ve zarar oranı yüksek, yayılıcı ve istilacı özelliklere sahip *A. palmeri*'nin ülkemizde Amik ovasında yer alan havuç tarlalarında ilk defa bu çalışma ile belirlenmiştir. Amaranthaceae familyasından erkek ve dişi çiçekleri farklı bitkilerde olan, adaptasyon yeteneği yüksek, istilacı, tohumla çoğalan, tek yıllık, yazlık, 2-3 m boylanabilen bitki 300.000 kadar tohum oluşturabilmektedir (Sellers ve ark., 2003; Steckel ve ark., 2004). Ancak Amik ovasında şimdilik yaygınlık ve yoğunluğu çok düşük bulunan bu yabancı ota karşı sahip olduğu özelliklerinden dolayı çok dikkatli olunması gerektiği bellidir.



Şekil 4. Ülkemiz havuç alanlarında ilk kez tespit edilen yabancı ot türlerinden *Amaranthus palmeri* (dev horozibiği) [ok].

Figure 4. First record of invasive weed species *Amaranthus palmeri* (palmer amaranth) in carrot fields in Turkey

Ayrıca, Çalışmada, son yıllarda Akdeniz bölgesi tarım alanlarında hızlı bir yayılım gösteren ve önemli bir sorun olan *Ipomoea triloba* L. (pembe çiçekli akşam sefası)'ya (Şekil 5) Kırıkhan ilçesinde rastlanılmıştır. Ülkemizde *Ipomoea stolonifera* ve *I. sagittata* tarım dışı alanlarda, *I. purpurea* ve *I. triloba* ise özellikle tarım alanlarında bulunmaktadır. Ülkemizde *Ipomoea triloba* ilk olarak Antalya ili pamuk üretim alanlarında bulunmuş olup istilacı özelliği nedeniyle çok hızlı gelişmekte ve kısa zamanda kültür bitkisini tamamen sarmakta, bunun sonucunda da kültür bitkisinin gelişimini engellemektedir (Yazlık ve ark., 2018). Akdeniz bölgesinde hızla yayılmakta olup başta pamuk, mısır, domates, şekerpancarı, soya ve turunçgiller gibi pek çok üründe büyük zararlara neden olan *Ipomoea triloba* daha önce ülkemiz havuç yetiştiriciliği yapılan alanlarda saptanmamıştır. Bu türün Amik ovasındaki havuç dışında diğer yazlık ürünlerde de hızla yayılabilme potansiyelinde olduğu ve gelecekte bu alanlarda büyük sorunlara neden olabileceği konusunda ciddi endişeler bulunmaktadır.



Şekil 5. (A) Havuç ekim alanlarında ilk kez tespit edilen yabancı ot türlerinden pembe çiçekli akşamsefası *Ipomoea triloba* (ok). (B) Yoğun şekilde çıkış yapmış *Ipomoea triloba* 'ı havuç tarlasından genel görünüşü

Figure 5. (A) First record of *Ipomoea triloba* L. (three-lobe morning glory, large arrow) in the surveyed carrot (small arrow) fields. (B) General appearance of intensively occupied carrot fields by *Ipomoea triloba* L.

Türkiye’de havuç alanlarında yapılan bir adet yabancı ot surveyine rastlanılabilmektedir. Bu çalışma 1988-1991 yılları arasında Ankara’da yürütülmüştür. Havuç alanlarında yapılan surveylerde 34 yabancı ot türü saptanmış ve bunlar içerisinde en yaygın ve yoğun olarak bulunan üç tür, sırasıyla; *Amaranthus retroflexus* (% 93,4 ve 2,78 adet/m²), *Portulaca oleracea* (% 89,1 ve 2,65 2,78 adet/m²) ve *Chenopodium album* (% 86,6 ve 3,19 2,78 adet/m²) (Erciş ve ark., 1995)’dur. Yapılan çalışmalar arasındaki benzerlik görülmektedir. Bu yabancı otlar iki çalışmada da yaygınlık ve yoğunluk bakımından önde gelmektedir. Ancak, bu çalışmada saptanan yabancı ot tür sayısı daha fazla olmasında çalışmanın farklı ekolojilerde yapılması ve yetiştirme dönemlerindeki farklılıklardan ileri geldiği düşünülmektedir.

Sonuç olarak Türkiye’nin önemli havuç üretim alanlarında olan Hatay’da yapılan survey çalışmasında belirlenen yabancı otların yoğunluğuna bakıldığında; “A” seviyesinde sadece *Cyperus rotundus* (Topalak), “B” seviyesinde *Portulaca oleracea* (Semizotu), “C” seviyesinde *Amaranthus retroflexus* ve *Sorghum halepense* (Kanyaş) bulunmuştur. Diğer yabancı otların “D” (19 tür) ve “E” (55 tür) seviyesinde olduğu hesaplanmıştır. Yabancı otların yaygınlığı açısından bakıldığında Çok Rastlanan (ÇR) olarak; *Cyperus rotundus* (Topalak), Orta Rastlanan (OR) olarak; *Amaranthus hybridus*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Convolvulus arvensis*, *Echinochloa colonum*, *Physalis angulata*, *Portulaca oleracea*, *Sorghum halepense*, *Xanthium strumarium*) bulunmuştur. Diğer yabancı otların yaygınlığı Az Rastlanan “AZ” (14 tür) ve “NR” (54 tür) seviyesindedir. Bunların arasında *Cyperus rotundus* (Topalak) yaygınlık ve yoğunluk bakımından en önde gelmekte olup etkili bir kimyasalın olmaması nedeniyle mücadelesinde üretici çaresiz kalmaktadır. Ancak üzerinde yoğun ve şiddetli olarak pas hastalık etmeni *Puccinia romagnoliana* enfeksiyonu tespit edilmiştir.

Hastalık etmeninin saptandığı zamandan sonraki dönem içerisinde aynı tarlada hastalığın totalakları önemli ölçüde baskı altına aldığı gözlenmiştir.

Ayrıca, havuç alanlarında yaygınlık ve yoğunluğu şimdilik düşük olan *Orobancha crenata* (beyaz canavar otu) ve *Phelipanche ramosa* (mavi çiçekli canavar otu) bulunmuştur. Bu parazit bitkilerden kaynaklanan kalite ve verim düşüklüğü saptanmış olması ileriye yönelik ciddi endişeye neden olmaktadır. Bu çalışmada elde edilen önemli bulgulardan biri de Amik ovası havuç alanlarında ilk kez saptanan istilacı bir tür olan *Amaranthus palmeri* S. Watson ve *Ipomoea triloba* L.'dir. Mücadelesi oldukça zor, rekabet gücü ve zarar oranı yüksek, yayılıcı ve istilacı özelliklere sahip bu yabancı otların Amik ovasındaki yaygınlık ve yoğunluğu şimdilik çok düşük bulunmuştur. Ancak, bu yabancı ota karşı sahip olduğu özelliklerinden dolayı çok dikkatli olunması gerektiği ortadadır.

Teşekkür

Bu çalışma Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca (MKU BAP-18.M.069) desteklenmiştir.

Kaynakça/References

- Aksoy, E. ve Pekcan, V. 2014. Canavar otları (*Orobancha* spp., *Phelipanche* spp.) ve Mücadelesi. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı Yayınları, Ankara, 80s.
- Altundağ, B.C. 2019. Turunçgil alanlarında kullanılan farklı toprak herbisitlerinin *Amaranthus palmeri*'ye karşı etkinliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 43s.
- Anonim 2017. TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri, Hatay. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim tarihi:14.06.2019).
- Anonymous, 2017. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org.tr> (Erişim tarihi: 14.08.2019).
- Bahçecioglu, Z., and Kabaktepe, S. 2012. Checklist of rust fungi in Turkey. *Mycotaxon* 119: 494.
- Bedi, J.S., and Sokhi. S.S. 1994. *Puccinia romagnoliana* rust. A possible biological control agent for purple nutsedge. Indian Journal of Plant Protection, 22: 217-8.
- Bhullar, M.S., Kaur, T., Kaur, S., and Yadav, R. 2015. Weed management in vegetable and flower crop-based systems. Indian Journal of Weed Science, 47 (3): 277-287.
- Bora, T., ve Karaca, İ. 1970. Kültür Bitkilerinde Hastalık ve Zararlıların Ölçülmesi. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yardımcı Ders Kitabı Yayın No: 167, İzmir, 43s.
- Çabuk, T.Ş. 2014. Ankara ili havuç (*Daucus carota* L. subsp. *sativus*) üretim alanlarında verimi ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen sistemik hastalıkların araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Bitki Koruma ABD, 51 s.
- Davis, P.H., 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh at the University Press, Volume 1-10.
- Dinoor, A., Boyle, C., Aust, J.H., and Eshed, N. 1994. Biological control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) by rust (*Puccinia romagnoliana*): The effect of temperature on the latent period of the rust. *Phytoparasitica*, 22:83-84.
- Doğan, M.N., Ertem, M., ve Boz, Ö. 2018. *Amaranthus palmeri* - Türkiye için yeni bir yabancı ot türü. Türkiye VII. Bitki Koruma Kongresi, (14-17 Kasım 2018, Muğla) Bildiriler, sayfa: 118.
- Erciş, A., Taştan, B., Yanmaz, R., ve Demir, K. 1995. Ankara ili havuç ekim alanlarında sorun olan yabancıotların yayılışı, yoğunluğu, ve mücadelesi üzerinde araştırmalar. Ziraat Mücadele Araştırma Yıllığı 26-27: 148-149.
- Eren, Ö., Doğan, M.N., Boz, Ö., Türkseven, S., and Özcan, R. 2016. *Amaranthus palmeri* S. Wats. (Raab-Straube, E. Von., Raus, T. Eds), *Willdenowia*, 46: 423-441.
- Gupta, V.P., Kumar, V., Mishra, R.K., and Thiagarajan V. 2003. *Puccinia romagnoliana* Marie & Sacc. – a potential bioherbicide agent for biocontrol of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in mulberry. *Journal of Phytopathology*, 150(4-5): 263-270.
- Güncan, A. 2016. Yabancı Otlar ve Mücadele Prensipleri. (Güncelleştirilmiş ve İlaveli Altıncı Baskı), Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya, 311s.
- Kadioğlu, İ., Uluğ, E., and Üremiş, İ. 1993. Akdeniz bölgesi pamuk ekim alanlarında görülen yabancıotlar üzerinde araştırmalar. Türkiye I. Herboloji Kongresi (3-5 Şubat 1993, Adana) Bildiriler, 151-156.
- Karaca, M. 2010. Yatık gökbaşa (*Centaurea depressa* Bieb.) ve kokarot (*Bifora radians* Bieb.)'un bazı biyolojik özellikleri ve Konya yöresinde buğdayda ekonomik zarar eşiklerinin tespiti. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 149s.
- Kaya, H. 2016. Hatay ili soğan üretim alanlarında görülen yabancı otların yaygınlık ve yoğunlukları ile mücadelesine yönelik çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Bitki Koruma Anabilim Dalı, 95s.
- Kurt, S., Soylu, E.M., Soylu, S., and Tok, F.M. 2004. First report of crater rot caused by *Rhizoctonia carotae* on carrots in Turkey. *Plant Pathology*, 54: 251 – 252.
- Morales-Payan, J.P., Charudattan, R., and Stall, W.M. 2005. Fungi for biological control of weedy Cyperaceae, with emphasis on purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*). *Outlooks on Pest Management*, 16:148-155
- Munro, D. B., and Small, E. 1997. Vegetables of Canada. National Research Council, Ottawa, Ontario.
- Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, London, Toronto. 574p.
- Oerke, E.C., Dehwe, H.W., and Weber, A. 1994. Crop Production and Crop Protection – Estimated Losses in Major Food and Cash Crops. Elsevier Science, Amsterdam, 808p.
- Ojedo, P.A.V., and Garay, C.R.E. 2017. Critical period of weed interference in carrot crop. *Investigación Agraria*, 19 (2): 77-85.
- OMAFRA, 2008. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Guide to Weed Control 2008-2009. Publication 75. Toronto, Canada: Queen's Printer for Ontario, 380p.
- Orel, E. 1996. Çukurova bölgesi buğday ve mısır ekim alanlarında bazı ekolojik faktörlerin göstergesi olabilecek yabancı ot türlerinin saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 133s.
- Özer, Z., Kadioğlu, İ., Önen, H., ve Tursun, N. 1998. Herbarium Yapma Teknikleri ve Yabancı Ot Teşhis Yöntemleri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 20, Tokat, 214s.
- Pamukoğlu, Z. (2011). Kahramanmaraş Kırmızı Biber Alanlarında Sorun Olan Yabancı Otlar ve Bunlarla Mücadelede Kritik Periyodun Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 47s.
- Peters, S. 2006. Carrots: Enjoyed by Kids of All Ages. The Cutting Edges, Newsletter 59.

- Rubatzky, V.E., Quiros, C.F., and Simon, P.W. 1999. Carrots and related vegetable Umbelliferae . CAB Publishing Company, 294p.
- Safadi, B. 2008. Characterization and distribution of *Daucus* species in Syria. *Biologia*, 63 (2): 177-182.
- Sellers, B.A., Smeda, R.J., Johnson, W.G., Kendig, J.A., and Ellersieck, M.R. 2003. Comparative growth of six *Amaranthus* species in Missouri. *Weed Science*, 51: 329-333.
- Sermenli, T. 2012. Önemli bir üretim bölgesi olan Hatay Kırıkhan'da havuç (*Daucus carota* L.) yetiştiriciliği. 9. Sebze Tarımı Sempozyumu (12-14 Eylül 2012, Konya) Bildiriler, 266- 271.
- Sertkaya, G., Üremiş, İ., Sertkaya, E., Kaya, K., ve Çalışkan, M.E. 2009. Amik ovasında patates alanlarındaki yabancı ot türlerinin yoğunlukları ile bazı önemli patates virüsleri ve vektörleri yönünden araştırılması. Türkiye VIII. Tarla Bitkileri Kongresi (19-22 Ekim 2009, Antakya/Hatay) Bildiriler, 143-147.
- Sertkaya, E., Soylu, S., Üremiş, İ., Bozkurt, İ.A., ve Sertkaya, G. 2012. Hatay ili fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) ekim alanlarında görülen bitki koruma sorunları. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu (12-14 Eylül 2012, Konya) Bildiriler, 179-184.
- Sertkaya, G., Yıldırım, A.E., Üremiş, İ., ve Sertkaya, E. 2013. Hatay ili bağ alanlarında bazı nepovirüslerin araştırılması. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (2): 39-46.
- Sertkaya, G. 2014. Hatay ili havuç alanlarında fitoplazmaların araştırılması. Türkiye V. Bitki Koruma Kongresi (3-5 Şubat 2014 Antalya) Bildiriler, 279.
- Steckel, L.E., Sprague, C.L., Stoller, E.W., and Wax, L.M. 2004. Temperature effects on germination of nine *Amaranthus* species. *Weed Science*, 52: 217-221.
- Soylu, S., Kurt, Ş. Soylu, E.M, and Tok, F.M. 2005. First report of *Alternaria* leaf blight caused by *Alternaria dauci* on carrot in Turkey. *Plant Pathology*, 54: 252.
- Soylu, S., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Bozkurt, İ.A., ve Kurt, Ş. 2017. Hatay ili marul (*Lactuca sativa* L.) ekim alanlarında görülen önemli hastalık etmenleri, zararlı ve yabancı ot türleri ve yaygınlık durumları. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1): 23-33.
- Swanton, C.J., O'Sullivan, J., and Robinson, D.E. 2010. The critical weed-free period in carrot, *Weed Science*, 58 (3): 229-233.
- Telli, S., ve Üremiş, İ. 2010. Hatay'da maydanoz yetiştiriciliğinde karşılaşılan bitki koruma sorunları ve çözüm önerileri. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 15 (1): 39-48.
- Turhan, G. 2017. *Amaranthus palmeri*'nin mücadelesinde kullanılabilecek herbisitlerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 71 s.
- Tülek, S. 2010. Ankara ili havuç alanlarında görülen fungal hastalıkların belirlenmesi ve yaygınlık oranlarının saptanması. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Bitki Koruma Anabilim Dalı, 79 s.
- Uluğ, E., Kadioğlu, İ., ve Üremiş, İ. 1993. Türkiye'nin Yabancı Otları ve Bazı Özellikleri. T.K.B. Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü, Yay. No: 78, Adana, 513 s.
- Uludag, A., Uremis, I., and Arslan, M. 2018. Biological Weed Control, Non-Chemical Weed Control, (Eds.: Jabran, K, Chauhan BS, Academic Press, UK, pp 115-132.
- Uygur, F.N. 1985. Untersuchungen zu Art und Bedeutung der Verunkrautung in der Çukurova unter Besonderer Berücksichtigung von *Cynodon dactylon* (L.) Pers. und *Sorghum halepense* (L.) Pers. PLITS 1985/3 (5), Stuttgart, 169p.
- Uysal, N. 2012. Konya ili Kadınhanı kasabesindeki havuç depolarında görülen fitopatolojik sorunlar. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst. Bitki Koruma Anabilim Dalı, 99 s.
- Uremis, I., Çalışkan, M.E., Uludag, A. and Çalışkan, S., 2009. Weed management in early-season potato production in the Mediterranean conditions of Turkey. *Bulgarian J. Agric. Sci.*, 15 (5): 423-434.
- Üremiş, İ., Sertkaya, E., Sertkaya, G., ve Yıldırım, A.E. 2013. Hatay ili kayısı bahçelerinde bulunan yabancı ot türlerinin, yaygınlıklarının ve yoğunluklarının belirlenmesi. MKÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (2): 47-54.
- Üremiş, İ. ve Uludağ, A., 2020. Patateste Yabancı Otlar ve Mücadelesi. (Patates, Ed. Çalışkan, M.E.). Tarım Türk Dergisi Yayınları, İzmir, sayfa: 98-111.
- Vural, H., Eşiyok, D., and Duman, İ. 2000. Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova-İzmir, 440s.
- William, R.D., and Warren, G.F. 1975. Competition between purple nutsedge and vegetables. *Weed Science*, 23: 317-323.
- Yanmaz, R. 1994. Havuç yetiştiriciliği. *Standard Dergisi*, 34: 21-22.
- Yazlık, A., Uremis, I., Uludag, A., Uzun, K., Senol, S.G., and Keskin I. 2018. *Ipomoea triloba*: an alien plant threatening many habitats in Turkey. *Eppo Bulletin*, 48: 589-594.
- Zimdahl, R.L. 2018. *Fundamentals of Weed Science*, 5th Edition, Academic Press, UK. 758p.

Tarımsal Savaşımında Kullanılan Bazı İnektisitlerin Yumurta Parazitoiti *Trichogramma pinto* Üzerine Yan Etkileri

Side effects of some insecticides Used in Insect Pest Management on Egg parasitoid, *Trichogramma pinto* using in Agricultural Control

Hatice DİNÇEL SAĞLAM¹ Nihal ÖZDER^{1*}

Öz

Bu çalışma kapsamında Spinosad, Spinetoram ve *Bacillus thuringiensis* subsp *kurstaki* etkili maddeli ilaçların farklı dozlarının, yumurta parazitoidi *Trichogramma pinto*'nin *Ephestia keuhniella* üzerindeki larva ve pupa dönemlerine yan etkileri araştırılmıştır. Parazitlenmemiş *E. kuehniella* yumurtalarına etkili madde uygulamasının ardından parazitlenme ve açılma oranı, ergin ömrü gibi bazı biyolojik kriterler belirlenmiştir. *Trichogramma pinto* tarafından parazitlenmiş yumurtalara erken (larva dönemi) ve geç dönemde (pupa dönemi) daldırma ilaç uygulaması sonucunda Spinosad ve spinetoram yüksek toksik etki göstermiş, *B. t.* subsp *kurstaki* ise toksik etki göstermemiştir. Sonuç olarak *B.t.* subsp *kurstaki*'nin yumurta parazitoitleri *Trichogramma pinto* ile güvenli bir şekilde kullanılabilirler belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: *Trichogramma pinto*, yan etki, Spinosad, Spinetoram, *Bacillus thuringiensis* subsp *kurstaki*

Abstract

In this study, that the side effect of different doses of the Spinosad, Spinetoram and *Bacillus thuringiensis* subsp *kurstaki* active ingredients of the insecticides on the larvae and pupae stages of egg parasitoid *Trichogramma pinto* on *Ephestia keuhniella* were investigated. Some biological properties were also determined such as parasitization and emergence rate, and adult lifespan on unparasitized *E. kuehniella* eggs treated by these active ingredients. Spinosad and spinetoram showed high toxic effects on parasitized eggs in early (larval period) and late (pupa) period by dipping insecticide application but *B. t.* subsp did not show toxic effects. As a result of this study, it was determined that *B.t.* subsp *kurstaki* can be used safely with the egg parasitoid wasps *Trichogramma pinto*.

Key words: *Trichogramma pinto*, side effect, Spinosad, Spinetoram, *Bacillus thuringiensis* subsp *kurstaki*

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nihal Özder, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ/Turkey. E-mail: nozder@nku.edu.tr  OrcID0000-0002-4637-5364

Atıf/Citation: Dinçel Sağlam, H., Özder, N. 2020. Tarımsal savaşımında kullanılan bazı inektisitlerin yumurta parazitoiti *Trichogramma pinto* üzerine yan etkileri *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 229-238.

©Bu çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi tarafından Creative Commons Lisansı (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) kapsamında yayınlanmıştır. Tekirdağ 2019

Extended Summary

The egg parasitoids in the genus *Trichogramma* (Hym., Chalcidoidea, Trichogrammatidae) is the dominant family among the entomophagous insect, both in term of successfully used against several Lepidopteran pests in many agricultural crop. Many species of *Trichogramma* are reared and used in many different agricultural and forest crops in more than 30 countries around the world (Li, 1994). A number of previous studies have led to improved methods of production and storage of *Trichogramma* spp. (Özder 2004, Özder and Kara 2010, Özder and Yaz 2016). Number of studies has focused on the side-effect of pesticides on *Trichogramma* spp. (Maia ve ark. (2013, Souza ve ark. 2014, Blibech ve ark. 2015, Kim ve ark. 2018). In this study, that the side effects of different doses of the Spinosad, Spinetoram and *Bacillus thuringiensis* subsp kurstaki active ingredients of the insecticides on the larvae and pupae stages of egg parasitoid, *Trichogramma pintoi* on *Ephestia kuehniella* were investigated. Some biological properties were also determined such as parasitization and emergence rate, and adult lifespan on unparasited *E. kuehniella* eggs treated by these active ingredients. Spinosad and spinetoram showed high toxic effects on parasitized eggs in early (larval period) and late (pupa) period by dipping insecticide application but *B. t.* subsp did not show toxic effects. As a result of this investigation, it was determined that *B.t.* subsp kurstaki can be used safely with egg parasitoid wasps, *Trichogramma pintoi*.

Günümüzde tarımsal üretim alanlarında hastalık, zararlı ve yabancı otlara karşı en çok tercih edilen yöntem kimyasal mücadeledir. Ancak kimyasal mücadele kapsamında atılan ilacın % 0.015-% 6.0'sı hedef alınan canlı üzerine ulaşmakta ve yeterli etki alınmakta, geri kalan % 94-99.9'luk kısım ise agro-ekosistemde olumsuz etkilere neden olmaktadır (Ünal ve Gürkan 2001, Yassin Ali 2013). Bu olumsuz etkileri arasında toprak, hava ve su kaynaklarının kirliliği, zararlı böceklerde direnç oluşumuna neden olması ve hedef dışı organizmalar (bal arıları, parazitoit ve predatörler) üzerindeki olumsuz etkileri sayılabilir. Bu nedenle tarımsal üretimde zararlılara karşı doğayla uyumlu mücadele yöntemlerinin tercih edilmesi son derece önemlidir. Bu yöntemler arasında çevre dostu uygulamalardan başta biyolojik mücadele gelmektedir. Zararlı böceklerle karşı doğal düşmanların kullanıldığı biyolojik mücadele etmenleri aslında doğada kendiliğinden var olan unsurlardır. Ancak ekosistemde bulunmaları ve miktarları çevresel faktörlere bağlı olmakla beraber en önemli belirleyici etkenlerden biri tarım ilaçlarının kullanılmasıdır.

Ülkemizde ve birçok ülkede üreticilerin bir kısmı tarımsal zararlılara karşı yaptıkları bilinçsiz kimyasal mücadele uygulamaları ile hem girdi miktarını gereksiz yere arttırmakta, hem de çevre ve insan sağlığı üzerinde tehdit oluşturan olumsuz etkilere neden olmaktadır. Tarımsal üretimde zararlılara karşı doğayla uyumlu mücadele yöntemlerinin tercih edilmesi son derece önemli olup, biyolojik mücadele bu yönden önemli bir potansiyele sahiptir. Hymenoptera takımındaki türlerin hepsi parazitoit olmasa da 120.000'den fazla tür isimlendirilmiş ve bu türlerin gerçek sayısının bir milyonun üzerinde olduğu tahmin edilmektedir (Hagen ve ark.,1999). *Trichogramma* spp.'nin üretimi (Özder 2004, Özder ve Kara 2010, Özder ve Yaz 2016) ve ilaçların parazitodilere yan etkisiyle ilgili konusunda pek çok çalışma yapılmıştır (Özpınar ve Kornoşor 1986, Maia ve ark. 2013, Souza ve ark. 2014, Blibech ve ark. 2015, Kim ve ark. 2018).

Bu çalışma ile Lepidoptera takımına ait zararlılarından olan Elma iç kurdu, *Cydia pomonella* L., Salkım güvesi, *Lobesia botrana* Denis & Schiff. ve Yaprakbükken, *Archips rosanus* L. türlerinin kontrolünde kullanılan bazı insektisitlerin bu türlerin yumurtalarında parazitlenme yapan yumurta parazitoidi *Trichogramma pintoi* Voegelé (Hymenoptera: Trichogrammatidae) üzerine yan etkileri araştırılmıştır. Spinosad, Spinetoram etkili maddeleri ile *Bacillus thuringiensis* subsp kurstaki'nin *T. pintoi* üzerine yan etki çalışmalarında; parazitlenmiş yumurtaların içinde larva ve pupa döneminde olan parazitoidlere yan etkisi, etkili madde uygulanmış yumurtaların parazitlenme durumu ve ergin ömrü, parazitlediği toplam yumurta sayısı gibi biyolojik özellikleri belirlenmiştir.

Materyal ve Metot

Un Güvesi, *Ephestia kuehniella* Zell. Üretimi

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Biyolojik Mücadele Laboratuvarı böcek yetiştirme odasında yaklaşık 20 yıldır üretimi yapılan stok kültür kullanılmıştır. Un güvesi, *Ephestia kuehniella* Zell. (Lepidoptera: Pyralidae) üretimi 1/1 oranında buğday mısır unu ve kepek karışımı içeren küvetlere ekilen yumurtalar ile 25 ± 1 °C sıcaklık, 60 ± 5 nem ve 16:8 (karanlık: aydınlık) ışıklandırma süresine sahip böcek yetiştirme odasında üretilmiştir. Oluşturulan böcek kültürlerinden yaklaşık 35-40 gün sonra çıkan kelebekler aspiratör yardımıyla toplanmıştır. Kelebekler 14x11x8 ebatlarında kenarlarında tül bulunan yumurtlatma kaplarına alınmıştır ve tabanına A4 kağıt bulunan 36x24 ebatında küvete yan yüzeyi aşağı gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Günlük yumurta toplama işlemi bu kutuların yavaşça sallanması, yüzeylerinin samur fırça ile temizlenmesi ile yumurtaların A4 kağıt üzerine dökünmesi sağlanmıştır. Kağıt üzerindeki yumurtalar kullanılmadan önce yumuşak uçlu fırça ile kanat, bacak ve olası besin parçalarından temizlenmiştir.

Yumurta Parazitoidi *Trichogramma pintoi* Voegel (Hym: Trichogrammatidae) Üretimi

Biyolojik testlerde yumurta parazitoidi olarak NKÜ Biyolojik Mücadele Laboratuvarı Böcek Yetiştirme odasında 10 yıldır üretimi devam eden *T.pintoi* kültürü kullanılmıştır. Parazitoidi üretimi için bir günlük *E. kuehniella* yumurtaları % 10'luk arap zankı solüsyonu sürülmüş 1,5 x 10 cm ebatındaki kağıt şerhilerle homojen şekilde serpiştirilerek yapıştirilmiştir. Parazitlenme işlemi, en geç 24 saat önce çıkış yapmış parazitoid bulunun 18 x 1,5 cm ebatındaki cam tüplere yumurta şerhilerinin günlük olarak verilmesi ile gerçekleştirilmiştir. Parazitlenen yumurtalar ortalama 4 gün sonra kararmış ve 9 gün sonra açılmıştır.

Yan Etki Testlerinde Kullanılan İsektisitler

Denemelerde kullanılan isektisitler parazitoidlerin doğadaki konukçusu olan, Salkım güvesi ve Domates güvesi mücadelesinde kullanılan ve organik tarımda kullanılabilen etkili maddelerden seçilmiştir. Bu amaçla Spinosad etkili maddeli Laser 480 SC (Dow Agroscience)'in 10 ve 25 ml/100 l tavsiye dozu, Spinotoram etkili maddeli, Radiant 120 SC (Dow Agroscience)'nin 50 ml/da ve 50 ml/100 l tavsiye dozu ve *Bacillus thuringiensis* subsp *kurstaki* etkili maddeli DiPel DF (Sumiagro Company)'nin 75 g ve 100g / 100 l su tavsiye dozları kullanılmıştır.

Laser 480 SC, Spinosad etkili maddeli olup bu etkili madde *Saccharopolyspora spinosa* (Actinomycetes) isimli bakterinin fermantasyonundan elde edilen, Spinosyn A ve Spinosyn D metabolitlerinin karışımından oluşmakta olup, Radiant 120 SC ise aynı bakterinin Spinosyn J ve Spinosyn L metabolitlerinin sentetik olarak modifiye edilmiş karışımı olan Spinotoram etkilisi ile *Bacillus thuringiensis* subsp. *kurstaki* strain ABTS-351 den oluşan ve 3200 CLU/mg konsantrasyonundan kuru akıcı formda bakteriyel kökenli bir isektisit olan Dipel DF kullanılmıştır. İlk iki etkili maddenin etki mekanizması sinir sistemi etkili Grup 11A, *B.t. kurstaki* ise mide zehiri etkili Grup 5 olarak sınıflandırılmaktadır (IRAC 2019).

Daldırma Yöntemi ile parazitlenmiş ve parazitlenmemiş yumurtaların testlenmesi

Denemelerde parazitlenmiş ve parazitlenmemiş Un güvesi yumurtaları kullanılmıştır. Yumurtalar her birinde 100 yumurta bulunan şerhilerle 5 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bu yumurtalar kullanılan ilaçlar ve farklı dozları ile hazırlanan stok ilaç solüsyonuna pens yardımıyla 5 saniye süre boyunca daldırılması ile yürütülmüştür. Kontrol uygulamalarında yumurtalar saf suya aynı süre boyunca daldırılarak denemeye alınmıştır.

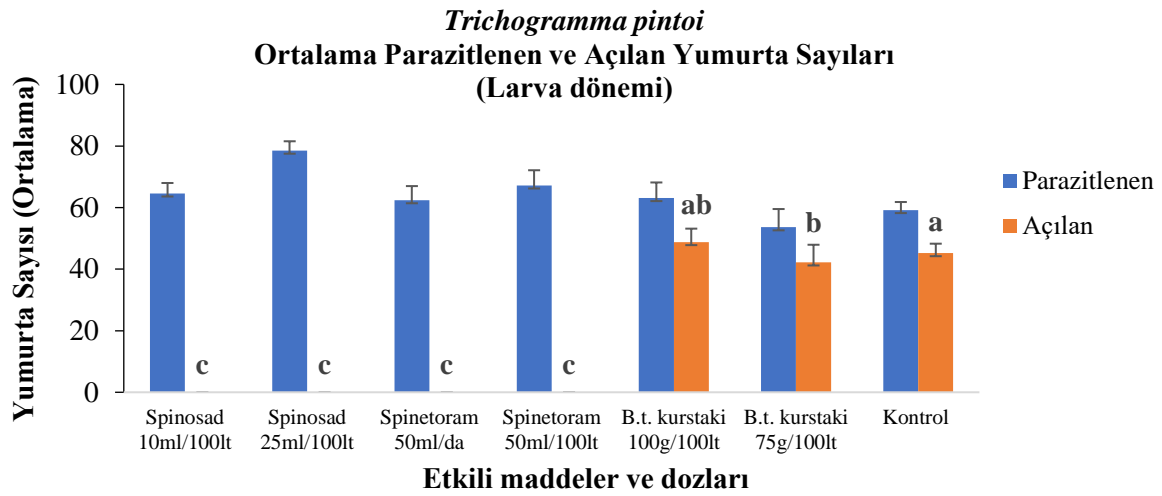
Verilerin Değerlendirilmesi ve İstatistiksel Analizler

Tüm biyolojik testler sonucunda elde verilerle Excel tabloları oluşturulmuştur. Veriler arasındaki farklılıklar SPSS istatistik programı kullanılarak tek yönlü varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde Duncan testi kullanılarak belirlenmiştir (SPSS 2009).

Araştırma Sonuçları

Parazitleme sonrası daldırma ilaç uygulamasının *Trichogramma pintoii* larvalarına karşı etkisi

Yumurta parazitoiti *T. pintoii* tarafından parazitlenmiş Un güvesi *E. kuehniella* yumurtaları, 2 günlük parazitlenmenin ardından 2 gün daha bekletilerek larva gelişmesi sağlanmıştır. Yumurtalar yapıştırıldıktan sonraki 4. günde yapılan daldırma ilaç uygulaması sonrası parazitlenen ve açılan yumurta sayıları Şekil 1.'de verilmektedir. Yumurtalar parazitlendikten sonra sadece açılan yumurtalar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Kararan yumurtalar üzerine ilaçların bir teması olmadığı için bunlar istatistiksel olarak karşılaştırılmamıştır. İlaçların yumurta açılımına etkisi yönünden yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda ($F_{6,67} = 69,319$, $P < 0,001$) açılma oranları üzerinde önemli derecede etkiye sahip olduğu bulunmuştur.



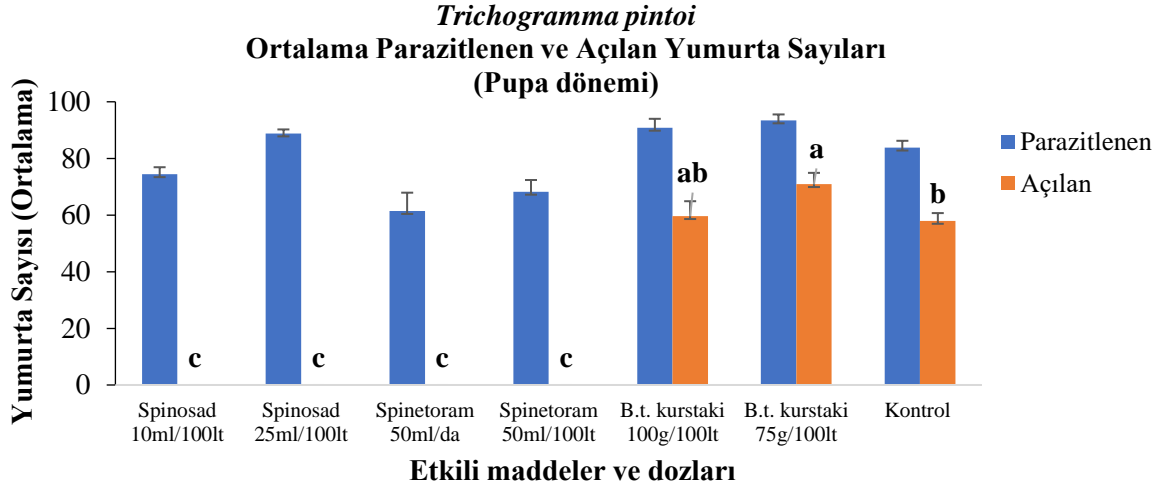
Şekil 1. İlaçların parazitlenmiş yumurtalar içerisindeki *Trichogramma pintoii* larvalarının gelişimine ve yumurta açılımı üzerine etkileri

Figure 1. Effects of tested active ingredients of the insecticides on the development of *Trichogramma pintoii* larvae in parasitized eggs and egg hatching

Ele alınan üç etkili maddenin tavsiye edilen dozlarının *T. pintoii* larvalarına etki bakımından Spinosad ve spinetoram etkili maddelerinin hem düşük hem de yüksek dozlarının parazitoid larvaları üzerinde yüksek toksisite gösterdiği belirlenmiştir. Bu etkili maddelerin Larva dönemindeki yumurta parazitodlerine yüksek derecede toksik etki gösterdiği ancak bakteriyel preparatın diğerlerine göre çıkışa etkisinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Parazitleme sonrası daldırma ilaç uygulamasının *Trichogramma pintoii* pupalarına karşı etkisi

Trichogramma pintoii tarafından parazitlenmiş Un güvesi *Ephestia kuehniella* yumurtaları, 2 günlük parazitlenmenin ardından 6 gün daha bekletilerek pupa olması sağlanmıştır. Yumurtalar yapıştırıldıktan sonraki 8. günde yapılan daldırma ilaç uygulaması sonuçları Şekil 2.'de verilmektedir. İstatistiksel değerlendirmede sadece açılan yumurtalar istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Kararan yumurtalar üzerine ilaçların bir teması olmadığı için kararan yumurtalar istatistiksel olarak karşılaştırılmamıştır. İlaçların yumurta açılımına etkisi yönünden yapılan tek yönlü varyans analizi sonucunda ($F_{6,72} = 82,469$, $P < 0,001$) açılma oranları üzerinde önemli derecede etkiye sahip olduğu bulunmuştur.



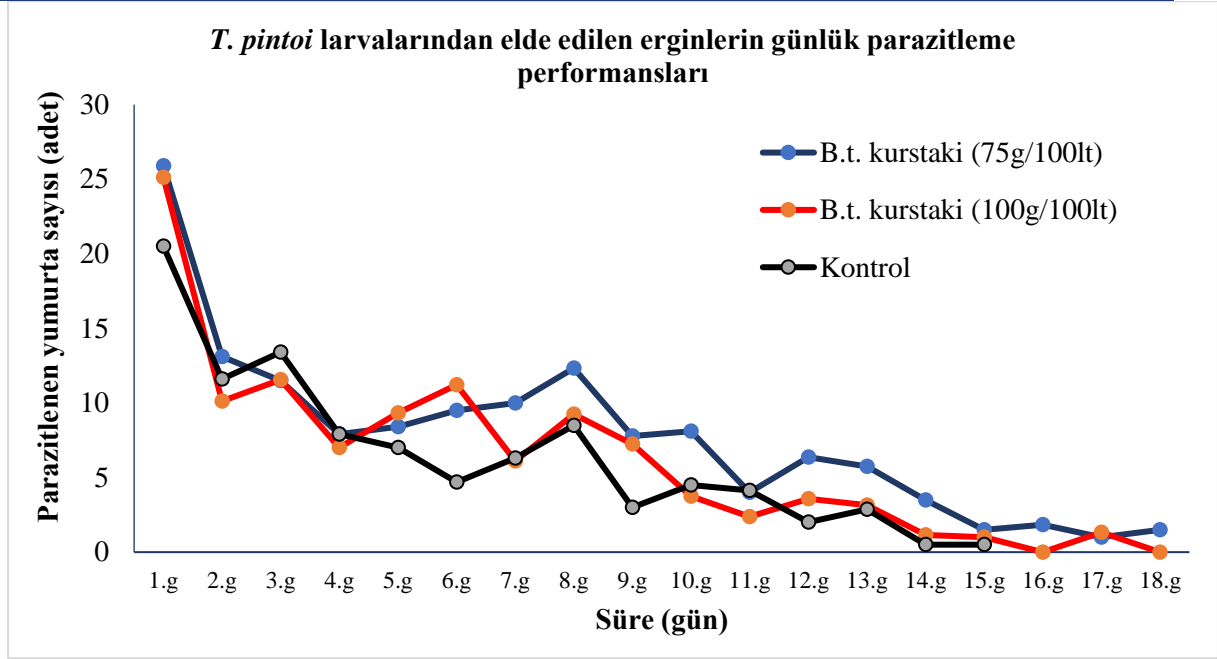
Şekil 2. İlaçların parazitlenmiş yumurtalar içerisindeki *Trichogramma pinto* pupalarının gelişimine ve yumurta açılımlı üzerine etkileri

Figure 2. Effects of tested active ingredients of the insecticides on the development of *Trichogramma pinto* pupae in parasitized eggs and egg hatching

Şekil 2. incelendiğinde Parazitlenme sonrasında *T. pinto* pupalarına etki bakımından spinosad ve spinetoram etkili maddelerinin hem düşük hem de yüksek dozlarının yumurta içindeki pupalarına yüksek toksisite gösterdiği belirlenmiştir. Bakteriyel preparat olan *B.t. subsp kurstaki* ile yapılan düşük ve yüksek dozlu ilaç denemelerinde *T. pinto* parazitoid pupalarının açılma durumuna bakılarak gelişme yönünden etkilenmediği belirlenmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak karşılaştırıldığında *B.t. sub.sp. kurstaki* yüksek ve düşük dozlarda parazitoid çıkışları arasında istatistiksel bir farklılık gözlenmemiştir. 75g/100 l dozdaki çıkışlar kontrole göre yüksek bulunmuş olup fark istatistiki olarak da önemli bulunmuştur. Ancak bu parazitlenen yumurta sayısının yüksekliğinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Parazitlenme sonrası daldırma yöntemiyle ilaç uygulanan *Trichogramma pinto* larvalarından çıkan erginlerin performansı

Un güvesi yumurtalarının 2 gün parazitlenmesinden sonra tüplerden çıkarılması ve bunu izleyen 4. günde etkili maddelerin ilaca daldırılması ile yürütülen denemelerde *T. pinto* larvalarından elde edilen parazitoidlerin performansları Şekil 3.'de verilmektedir. Parazitoid çıkışı üzerine toksik etki göstermeyen bakteriyel preparat *B.t. var kurstaki* etkili maddesinin ele alınan iki tavsiye dozuna ilişkin sonuçlar kontrol ile karşılaştırıldığında ergin ömrünün 15-18 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. Parazitoidlerin günlük parazitledikleri yumurta sayıları yönünden ilk günlerde daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Günler ilerledikçe parazitlenmelerde düşüşler tespit edilmiştir aynı zamanda parazitoid ölümüne yakın günlerde en fazla 1-2 yumurta parazitlediği belirlenmiştir. Bakteriyel preparat uygulaması ile kontrol arasında benzerlik olduğu görülmektedir.

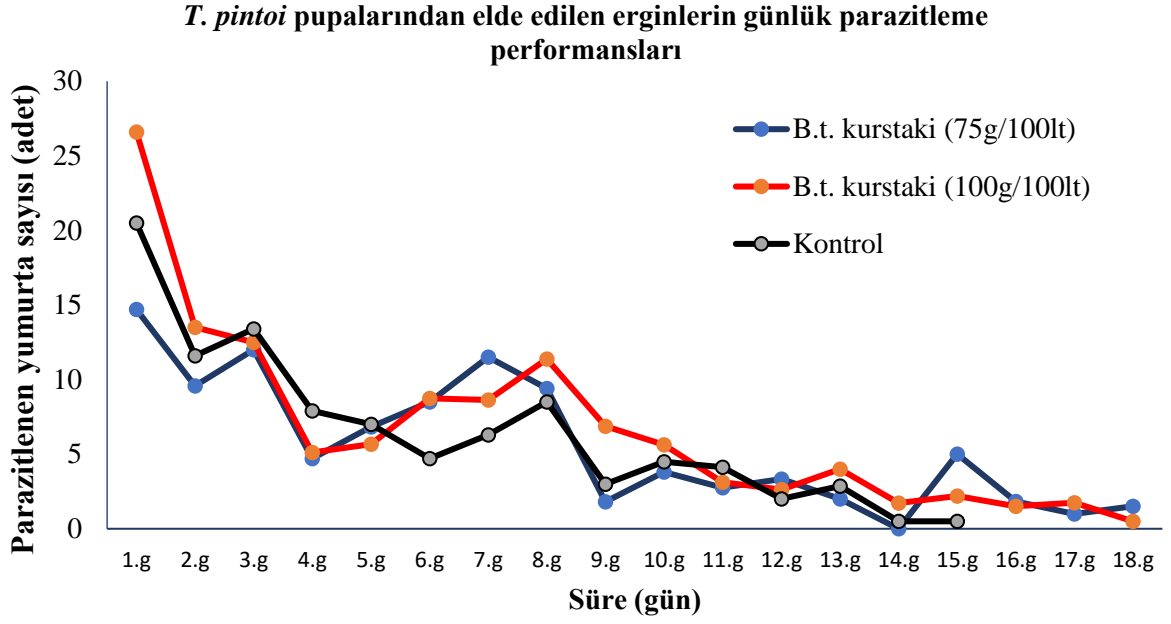


Şekil 3. İlaç uygulanmış ve uygulanmamış *Trichogramma pintoii* larvalarından elde edilen erginlerin günlük parazitleme performansları

Figure 3. Daily parasitism performance of adults obtained from insecticide-treated and non-treated *Trichogramma pintoii* larvae

Parazitlenme sonrası daldırma ilaç yöntemiyle ilaç uygulanmış *Trichogramma pintoii* pupalarından çıkan erginlerin performansı

Parazitlenme sonrası daldırma ilaç uygulanmış *T. pintoii* pupalarından çıkan erginlerin performansının belirlenmesinde Un güvesi yumurtalarının 2 gün parazitlenmesinden sonra tüplerden çıkarılması ve bunu izleyen 8. günde etkili maddelerin ilaca daldırılması ile yürütülen deneyler kapsamında olup de *Trichogramma pintoii* pupalarından elde edilen parazitoidlerin performansları Şekil 4.'de verilmektedir. Spinosad ve Spinetoram parazitoid pupaları üzerinde toksik etki göstermiş ve parazitoid çıkışı engellemiştir. Parazitoid çıkışı üzerine toksik etki göstermeyen bakteriyel preparat *B.t. var kurstaki* etkili maddesinin ele alın iki tavsiye dozuna ilişkin sonuçlar kontrol ile karşılaştırıldığında ergin ömrünün 15-18 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. Bakteriyel preparat uygulanan yumurtalardan elde edilen parazitoidlerin günlük parazitledikleri yumurta sayıları kontrole göre ilk günlerde daha yüksek oranda olduğu belirlenmiştir. Günler ilerledikçe larvalardan elde edilen erginlerin performansına benzer şekilde parazitlenmelerde düşüşler tespit edilmiştir aynı zamanda parazitoid ölümüne yakın günlerde en fazla 1-2 yumurta parazitlediği belirlenmiştir.



Şekil 4. İlaç uygulanmış ve uygulanmamış *Trichogramma pintoi* pupalarından elde edilen erginlerin günlük parazitleme performansları

Figure 4. Daily parasitism performance of adults obtained from insecticide-treated and non-treated *Trichogramma pintoi* pupae

Parazitlenme öncesi daldırma yöntemi ile ilaç uygulamasının *Trichogramma pintoi*'nin parazitlenme performansına, parazitoid ömrüne ve ömrü boyunca parazitlediği ortalama yumurta sayısına etkisi

Bir önceki bölümde verilen sonuçlara ek olarak etkili madde uygulanan parazitlenmemiş yumurtalardan çıkan parazitoidlerin bazı özellikleri belirlenmiştir. Bu kısımda Spinosad ve Spinetoram etkili maddelerinin uygulandığı şartlardan çıkış olmadığı için çalışmalar bakteriyel preparattan elde edilen erginler üzerinde yürütülmüştür. Elde edilen veriler Çizelge 1.'de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde düşük ve yüksek dozda bakteriyel preparat uygulanmış yumurtalardan çıkan parazitoidlerden kurulan 10 dişi bireyle yürütülen deneyler sonucunda; dişilerin parazitledikleri ortalama yumurta sayıları, ergin ömürleri ve ömrü boyunca günlük parazitledikleri ortalama yumurta sayıları bakımından istatistiksel olarak benzer olduğu saptanmıştır. Parazitlenen yumurta sayısının 20-120 adet arasında değişti ve ortalama 75-92 adet olduğu, ergin ömrünün 2-14 gün arasında değiştiği ve erginlerin ortalama 10-12 gün yaşadığı belirlenmiştir. Ele alınan dişi bireylerin ömrü boyunca günlük parazitledikleri yumurta sayılarına bakıldığında 4-12 adet yumurta arasında değiştiği ve ortalama 7-8 adet olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Parazitlenme öncesi daldırma ilaç uygulanan yumurtalardan elde edilen *Trichogramma pintoii* erginlerinin bazı biyolojik özellikleri**Table 1. Some biological characteristics of *Trichogramma pintoii* adults obtained from insecticide-treated eggs before parasitism**

	Parazitlenen yumurta sayısı (Ort ± S Hata) (Min-Mak)	Ergin ömrü (Ort ± S Hata) (Min-Mak)	Günlük parazitlediği ortalama yumurta sayısı (Ort ± S Hata) (Min-Mak)
<i>B.t. subsp kurstaki</i> (75g/100lt)	75.0 ± 8.3 (20-104) A*	10.6 ± 1.0 (2-13) A	7 ± 0.6 (4-10) A
<i>B.t. subsp kurstaki</i> (100g/100lt)	83.2 ± 6.2 (55-114) A	10.2 ± 1.0 (6-13) A	8.5 ± 0.5 (6-11) A
Kontrol	92.9 ± 5.0 (68-120) A	12.0 ± 0.7 (8-14) A	8.0 ± 0.5 (5-12) A
F ve P değerleri	F _{2,27} =1.81 P=0.182	F _{2,27} =1.02 P=0.373	F _{2,27} =1.07 P=0.355

*Her bir sütunda aynı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsizdir (P<0.05)

Tartışma ve Sonuç

Spinosaad ve Spinetoram etkili maddelerinin ele alınan her iki dozu, yumurta parazitoidi *T.pintoii*'nin erken (larva dönemi için) veya geç (pupa dönemi için) dönemde uygulansa bile toksik etki gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda parazitlenmemiş yumurtalara ilaç uygulanmasının ardından parazitlenmesine ilişkin elde edilen veriler ışığında, parazitoidlerin ilaçlı yumurtayı parazitlediği ancak Spinosaad ve spinetoram uygulanmış yumurtalarda çıkış olmadığı belirlenmiştir. Benzer şekilde Suh ve ark. 2000, spinosaad etkili maddesinin *Trichogramma exiguum*'un çıkışları, ergin yaşam süresi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada *Helicoverpa zea* yumurtaları üzerinde ergin öncesi dönemlere (larva, prepupa, pupa) yan etki gösterdiğini belirlemişlerdir. Maia ve ark. (2013), *Trichogramma atopovirilia* Oatman & Platner'nin mısırdaki, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) üzerinde yumurta-larva, larva-pupa ve pupa dönemlerine olan etkisini incelemişler ve spinosaad'ın ele alınma tür için az zararlı etki yaptığını ortaya koymuşlardır. Souza ve ark. (2014), aynı mısır zararlısını baskı altına almak amaçlı spinosaad kullanımının *Trichogramma pretiosum* Riley'un ergin öncesi ve F1 dölü üzerinde orta derecede zararlı olduğunu belirlemişlerdir. Blibech ve ark. (2015) *Trichogramma oleae* Voegelé & Pointel, *T. cacoeciae* Marchal and *T. bourarachae* Vargas and Cabello'dan oluşan 3 yumurta parazitoidi türe karşı spinosaad tavsiye dozunda zararsız ile orta derecede zararlı arasında olduğunu belirlemişlerdir. Bueno ve ark. (2008) *T. pretiosum*'un yumurta, larva ve pupa dönemlerine spinosaad etkili maddesinin de içinde bulunduğu uygulamalarda bu etkili maddenin ergin öncesi parazitoid dönemlerine spinosaad 24 g ha⁻¹ dozunda zararlı olarak sınıflandırmışlardır. Hussain ve ark. (2010, 2012)'da Spinosaad'ın *Trichogramma chilonis* Ishii'in parazitlenmesinde düşük çıkışa neden olduğunu bildirmişlerdir.

Spinetoram'ın ele alınan *Trichogramma* türleri üzerine toksik etkisi ile ilgili bir çalışmaya rastlanmamış olup mevcut çalışmada Spinetoram'ın Spinosaad gibi yüksek toksisite gösterdiği belirlenmiştir. Kim ve ark. (2018) içlerinde spinetoram ve spinosaad'ın da bulunduğu 16 insektisit, 2 akarisit, 3 fungusit ve 5 biopestisit bulduğu 26 ilacın faydalılar üzerine etkisini araştırmışlardır. *Trichogramma* türleri olmasa bile Hymenoptera takımından 5 parazitoid tür üzerinde Spinetoram ve spinosaad 48 saat uygulama süresi sonunda %100 toksik etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Bacillus thuringiensis subsp. *kurstaki*'nin *T. pintoii* tarafından parazitlenmiş erken (Larva dönemi) ve geç (pupa dönemi) daldırma ilaç uygulaması sonucunda elde edilen veriler incelendiğinde bakteriyel prepatrin larva ve pupalar üzerinde toksik etkisi olmadığı ve yumurtalardan parazitoid çıkışı olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde parazitlenmemiş yumurtalara düşük ve yüksek dozda yapılan uygulama sonrasında yumurtaların ele alınan *Trichogramma* türlerince parazitlendiği, toksik etki göstermediği ve yumurtalardan çıkış olduğu belirlenmiştir. Yumurtadan çıkan parazitoidlerin performans ve ömür açısından değerlendirildiğinde kontrol grubundaki parazitoidler gibi performans gösterdiği ve ömür itibarıyla kontrol grubuna istatistiksel olarak benzer özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Çeşitli araştırmacılar *Bacillus thuringiensis*

(Bt) *kurstaki*' nin *Trichogramma ostrinia*, *T. cacoecia*, *T. pratissolii*, *T. pretiosum*, *T. brassica*, *T. evanescens* gibi bazı parazitoid türler üzerine negatif etkisi olmadığını bildirmişlerdir (Azizoglu ve ark. 2015, Hassan ve Krieg 1975, Wang ve ark. 2012,2014). Azizoglu, ve ark. (2015) *Bacillus thuringiensis* (Bt) *kurstaki*' nin *T. evanescens* erginleri üzerinde dişi parazitlenme performanslarına ve ergin ömrüne etkisini araştırmışlardır. *Ephestia kuehniella* yumurtaları üzerinde 5000 µg/ml dozda yürütülen testler sonucunda *B. thuringiensis* subsp. *kurstaki*'nin *T. evanescens* ergin ömrü ve parazitlenme performansı üzerinde önemli bir azalmaya neden olmadığını IPM programlarında kullanılabileceğini belirlemişlerdir.

Sonuç olarak birçok araştırmada insektisitlerin Lepidoptera takımına ait konukçularının yumurta koruyonuna nüfuz edemediği belirtilmiş (Bull ve Coleman 1985) olmasına rağmen parazitlenmiş yumurta içindeki parazitoidlere de olumsuz etki yapabildiği belirlenmiştir. Mevcut çalışmada ve daha önce yapılan çalışmalarda olduğu gibi Spinosad ve Spinetoram etkili maddeli ilaçların parazitlenmiş yada parazitlenmemiş yumurtalara uygulanmasına bağlı olarak *T. pintoii* üzerine yüksek toksik etkiyi doğrulamaktadır. Spinetoram'ın *T. pintoii* üzerindeki yüksek toksite etkisi ilk kez bu çalışma ile ortaya konmuştur. *Bacillus thuringiensis* subsp *kurstaki* kullanılarak yürütülen denemelerde *T. pintoii* üzerinde toksik etki meydana getirmediği ve mücadele programlarında bu preparatın güvenle kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Kaynakça/References

- Azizoglu U., Yılmaz S., Ayvaz A., Karabörklü S. (2015). Effects of *Bacillus thuringiensis* subsp *kurstaki* HD1 spore-crystal mixture on the adults of egg parasitoid *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 29 (4), 653-658.
- Blibech I., Ksantini M., Jardak T., Bouaziz M. (2015). Effect of Insecticides on *Trichogramma* Parasitoids Used in Biological Control against *Prays oleae* Insect Pest, *Advances in Chemical Engineering and Science*, 362-372 pp.
- Bueno A.F., Bueno R.C.O.F. (2008). Effects of pesticides used in soybean crops to the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum*. *Ciência Rural*, 38, (6), 1495-1503.
- Bull D.L., Coleman R.J. (1985). Effects of pesticides on *Trichogramma* spp. Supplement to the Southwestern Entomologist, 8, 156-168.
- Hagen K.S., Mills N.J., Gordh G., McMurtry J.A., 1999. Terrestrial Arthropod Predators of Insect and Mite Pests, *Handbook of Biological Control Principles and Applications of Biological Control*, 383, 503p.
- Hussain D., Akram M., Iqbal Z., Ali A., Saleem M. (2010). Effect of insecticides on *Trichogramma chilonis* Ishii. (Hymenoptera: Trichogrammatidae) immature and adult survival. *Journal of Agricultural Research*, 48, 531-537.
- Hassan S.A., Krieg A. (1975). *Bacillus thuringiensis* preparations harmless to the parasite *Trichogramma cacoeciae* (Hym: Trichogrammatidae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 82:515-522.
- Hussain D., Ali A., Mul-Hassan M., Ali S., Saleem M., Nadeem S. (2012). Evaluation of toxicity of some new insecticides against egg parasitoid *Trichogramma chilonis* (Ishii) (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pakistan Journal of Zoology*, 44(4), 1123-1127.
- IRAC (2019). The IRAC Mode of Action Classification, <https://www.irac-online.org/documents/moa-structures-poster-english/?ext=pdf> (erişim tarihi: 03.03.2019)
- Kim S.Y., Ahn H.G., Ha P.J., Lim U.T., Lee J.H. (2018). Toxicities of 26 pesticides against 10 biological control species. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(1), 1-8.
- Li, L.-Y. (1994) Worldwide use of *Trichogramma* for biological control on different crops: a survey, in *Biological Control with Egg Parasitoids* (Wajnberg, E. & Hassan, S.A., Eds.). CABI, Wallingford, UK, pp. 37_/44.
- Maia J.B., Carvalho G.A., Oliveira R.L., Lasmar O., Leite M.I.S. (2014). Effects of insecticides used in corn on immature stages of *Trichogramma atopovirilia* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 39 (2), 205-210.
- Özder, N. (2004). Effect of Different Cold Storage Periods on Parasitization Performance of *Trichogramma cacoeciae* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) on Eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera, Pyralidae) *Biocontrol Science and Technology*. 14(5): 441-447.
- Özder N., Kara G. (2010). Comparative biology and life tables of *Trichogramma cacoeciae*, *T.brassicae* and *T. evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) with *Ephestia kuehniella* and *Cadra cautella* (Lepidoptera: Pyralidae) as hosts at three constant temperatures. *Biocontrol Science and Technology*. 20(3): 244-4255.
- Özpinar A. ve Kornoşor S. (1986). Bazı insektisitlerin parazitlenmiş konukçu yumurtasında *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ergin çıkışı üzerine etkisi. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 11(3): 45-50.
- Souza J.R., Carvalho G.A., Maia J.B. (2014). Toxicity of some insecticides used in maize crop on *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera, Trichogrammatidae) immature stages, *Chilean Journal of Agricultural Research*, 74(2),:234-239.
- SPSS 2009. SPSS Version 18.0.0 SPSS Inc, 233 S. Wacker Drive, Chicago, USA.
- Suh C.P.C., Suh D.B., Duyn J.W. (2000). Effect of Insecticides on *Trichogramma exiguum* (Trichogrammatidae: Hymenoptera) preimaginal development and adult survival, *Journal of Economic Entomology*, 93(3), 577-583.
- Ünal G., Gürkan M.O. (2001). İsektisitler Kimyasal Yapıları, Toksikolojileri ve Ekotoksikolojileri, I. baskı, Ankara s.159. van Achterberg, C. 1984. Essay and phylogeny of Braconidae (Hymenoptera: Ichneumonoidea), *Entomologisk Tidskrift*, 105: 41-58.
- Wang D. S., He Y.R., Guo X.L., Luo Y.L. (2012). Acute toxicities and sublethal effects of some conventional insecticides on *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Economic Entomology*, 105 (4), 1157-116
- Wang Y.H., Wu C.X., Cang T., Yang L.Z., Yu W.H., Zhao X.P., Wang Q., Cai L.M. (2014). Toxicity risk of insecticides to the insect egg parasitoid *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Pest Management Science*, 70 (3), 398-404.
- Yassin Ali M.M. (2013). Yumurta-larva parazitoiti *Chelonus oculator* panzer (Hymenoptera: Braconidae) ile *Helicoverpa armigera* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae) arasında bazı biyolojik ilişkiler üzerinde çalışmalar, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 118s, Ankara.
- Yaz M., Özder N. (2016). *Trichogramma pintoi* Voegelé tarafından parazitlenmiş *Ephestia kuehniella* Zeller yumurtalarının farklı sıcaklıklarda depolanması üzerine araştırmalar, *Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty*, 13 (03) 165-173.

Tekirdağ İli Çorlu İlçesinde Kanola Üretim Alanlarında Görülen Zararlı Böcek Türleri Üzerine Araştırmalar

Investigations on Harmful Species of Insect in the Canola Production Areas in Çorlu, Tekirdağ

İkbal ALTIN¹ Nihal ÖZDER¹

Öz

Kanola ülkemizde tarımı yapılan en önemli yağ ve münavebe bitkilerinden biridir. Türkiye’de zamanla üretimi artmış ve özellikle Trakya bölgesinde geniş bir üretim alanına sahip olmuştur. Kanola bitkisine diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi birçok zararlı mevcuttur. Bu çalışma ile Tekirdağ ili Çorlu ilçesinde kanola üretim alanlarında görülen zararlı böcek türleri, türlerin bulunma oranları belirlenerek, bundan sonraki çalışmalara alt yapı oluşturması hedeflenmiştir. Bu çalışma ile 2017-2018 yıllarında Çorlu ilçesinde (Tekirdağ, Türkiye) kanola üretim alanlarında zararlı böcek türleri tespit edilmiştir. Araştırmada 2017 yılında 21 tür, 2018 yılında ise 17 tür tespit edilmiştir. Her iki yılda da bulunma oranı en fazla olan tür *Psylliodes chrysocephala* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae)’ dir. Bununla birlikte *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), *Ceutorhynchus picitarsis* (G.) (Coleoptera:Cuculionidae), *Dolycoris baccarum* (L.) (Hemiptera:Pentatomidae) ve *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera:Aphidiidae) en yaygın türler arasında olduğu tespit edilmiştir. Her iki yılda da Nisan ayında *P. xylostella*, Haziran ayında *B. brassicae* yoğunluk gösterirken, Mayıs ayında yoğun olarak bulunan türün 2017 yılında *D. baccarum*, 2018 yılında ise *P. chrysocephala* olduğu saptanmıştır.


Key words: *Psylliodes chrysocephala*, *Plutella xylostella*, *Ceutorhynchus picitarsis*, *Dolycoris baccarum*, *Brevicoryne brassicae*


Öz

Canola is one of the most important oil and alternation plants in our country. Also, it’s production has increased over time and it still keep having a large production, especially in Thrace region in Turkey. Canola also has many pests as well as other crops. With this study, determination of the presence of pest insect species in the canola production areas in the Çorlu province of Tekirdağ and also developing a base of information for the future studies, was aimed.

In 2017, 21 species and in 2018, 17 species were identified in the research. *Psylliodes chrysocephala* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) is the highest rate of occurrence in both years. Also *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), *Ceutorhynchus picitarsis* (G.) (Coleoptera: Cuculionidae), *Dolycoris baccarum* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) and *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphidiidae) are most common ones. *P. xylostella* is in April, *B. brassicae* in June, in May 2017 *D. baccarum* and in 2018 *P. chrysocephala* were determined as common species.

Anahtar kelimeler: *Psylliodes chrysocephala*, *Plutella xylostella*, *Ceutorhynchus picitarsis*, *Dolycoris baccarum*, *Brevicoryne brassicae*

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Nihal Özder, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ/Türkiye. E-mail: nozderi@nku.edu.tr  ORCID: 0000-0002-4637-5364

¹İkbal Altın, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Tekirdağ/Türkiye E-mail: ikbal_3020@hotmail.com  ORCID: 0000-0002-5959-0236

Atıf/Citation: Özder, N., Altın, İ. 2020. Tekirdağ ili Çorlu ilçesinde kanola üretim alanlarında görülen zararlı böcek türleri üzerine araştırmalar, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2), 239-251.

*Bu çalışma Tezcan Aktaş’ın 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 2019

Extended Summary

Canola, *Brassica napus* L. is the most important oil plant followed by soybean in the world. The production and consumption of canola is widely distributed because of canola oil is used for food oil and biodiesel.

Canola is one of the most important oil and alternation plants in our country. Also, it's production has increased over time and it still keep having a large production areas and especially area where is Thrace in Turkey. Canola also has many pests as well as other crops. It's planned on determination of presence and species in the canola production areas in the Çorlu province of Tekirdağ and also the planning an infrastructure for the future plans.

In this study, the pest species in canola production area of Çorlu province, Tekirdağ-Turkey were determined between 2017 and 2018.

In 2017, 21 species and in 2018, 17 species were identified in the research. *Psylliodes chrysocephala* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae) is the highest rate of occurrence in both years. Also *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae), *Ceutorhynchus picitarsis* (G.) (Coleoptera: Curculionidae), *Dolycoris baccarum* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae) and *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae) are most common ones. *P. xylostella* is in April, *Brevicoryne brassicae* is in June, in May 2017 *Dolycoris baccarum* and *Psylliodes chrysocephala* were determined as common species.

Ülkemizde rapiska, rapitsa, kolza isimleriyle de bilinen kanola, kışlık ve yazlık olmak üzere iki fizyolojik döneme sahip bir yağ bitkisidir. Kanola, dansinde bulunan % 38-50 yağ ve % 16-24 protein, tohumlarında %40 oranında ham yağ ve %60 oranında küspe içeren yağ bitkisidir. Türkiye'deki kanola üretimi çok uzun bir geçmişe sahip değildir. Biyodizel yapımında hammadde olarak kullanılan bitkilerden biri kanoladır. Bu bitki, Balkanlardan gelen göçmenlerle beraber kolza adıyla 1960'lı yıllarda Türkiye'ye getirilerek Trakya da ekimine başlanmıştır. Ancak bu bitkinin yağında insan sağlığına zararlı erüsik asit bulunması nedeniyle 1979 yılında ekimi yasaklanmıştır (Süzer 2001).

Marmara Bölgesinde üretimi yapılan ve o zamanlar kolza olarak adlandırılan çeşitlerin erüsik asit içermeleri nedeniyle 1980 yılından itibaren üretimi giderek azalmıştır (Unakitan 2003). Kolza olarak isimlendirilen çeşitler %45-50 oranındaki erüsik asit içerdiği için üretiminden vazgeçilmiştir. Araştırmacıların yaptıkları ıslah çalışmaları ile erüsik asit içeriği %0 düzeyine düşürülmüştür, böylece bitkinin bitkisel yağ ihtiyacı için yeniden üretimine başlanmıştır (Algan 1990)

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de son yıllarda önem kazanan tarım faaliyetlerinden biri yağlı tohumların üretimidir. Bu bitkilerin tohumlarında %30-50 ye varan oranlarda yağ bulunmaktadır (Doğanay 1994). Kışlık bir bitki olan kanolanın dekara ortalama verimi son yıllarda 300 kg üzerinde seyretmektedir. Tekirdağ ilinde bu rakam iyi sulanan arazilerde 400 kg/da'a kadar çıkmaktadır. Bu nedenle kanola ayçiçeği üretimine alternatif olabilecek önemli bir yağ bitkisidir (Unakitan ve Kumbar 2011).

Kanola uygun iklim koşullarında buğday ile ekim nöbetine girebilmekte ve bunun yanında gerek yemeklik yağ ve gerekse yakıt (biyodizel) üretiminde önemli bir açığın kapatılmasına yardımcı olacak bir alternatif tarımsal faaliyet olarak dikkat çekmektedir. Kanola bitkisinin yetişmesine uygun iklim koşulları Doğu Karadeniz Bölümü hariç ülkenin her bölgesinde mevcuttur (Tıraş 2009)

Kanola değerli küspesi ve hektar başına 1000 kg'ı aşan yağ verimi ile dünya yağ piyasasında ticari açıdan çok önemli bir yere sahip olmakla birlikte, içerdiği doymuş ve doymamış yağ asitlerinin oranları ve yapıları itibarı ile biyodizel üretimine en uygun hammaddelerden biridir. Dünya biyodizel üretimi hammaddelerinin yaklaşık %84'lük bölümünü kanola yağı oluşturmaktadır (Körbitz 2002)

Kanola üretim verilerine bakıldığında 2014-2018 yılları arasında ortalama kanola üretim miktarı ortalama 108.000 ton ve verim miktarı dekarda ortalama 346 kg olarak belirtilmiştir (TUIK 2019).

Çorlu ilçesinde 2017 yılında 13.000 da alan da 4.420 ton kanola üretimi yapılmış ve 340 kg/da verim elde edilmiştir. 2018 yılı içerisinde ise toplam 36.000 da alanda 10.080 ton kanola üretimi yapılmış ve 280 kg/da verim elde edilmiştir (Anonim 2018, Erol 2018).

Diğer tüm kültür bitkilerinde olduğu gibi Crucifera üretiminde de verimi ve kaliteyi etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Örneğin lahanaya, kolza, karnabahar ve turp gibi bitkilerin Dünya'da ve Türkiye'de konukçusu olduğu birçok zararlı mevcuttur (Kennedy ve ark. 1962, Avcı ve Özbek 1990, Avcı ve Özbek 1995, Özder ve Kılınçer 1999, Balcıoğlu ve ark. 2007). Bu zararlılar bitkilerin üretimini azaltmakta, pazarlama değerini ve kaliteyi önemli ölçüde düşürmektedir (Anonim 2002, Anonim 2011, Anonim 2019).

Bu çalışma ile daha önce hiç çalışma yapılmamış olan, Tekirdağ ili Çorlu ilçesinde kanola üretim alanlarında görülen zararlı böcek türleri, türlerin bulunma oranlarının belirlenerek sonraki çalışmalara alt yapı oluşturması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Materyal

Çalışmanın ana materyalini Tekirdağ ili Çorlu ilçesi kanola alanları ve buralarda görülen zararlı böcek türleri oluşturmaktadır. Çorlu ilçesi sınırları içerisinde ilçeyi temsil edecek en az 4 adet kanola tarlasından haftalık olarak zararlı böcek örneği bakılarak çalışma yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü kanola tarlaları Türkücü, Yenice, Sarılar ve Önerler olmak üzere 4 farklı köyden seçilmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Kanola üretim alanlarında görülen zararlıların saptanması için çalışma yapılan tarlaların konum bilgileri
Table1. Location information of the study fields for the detection of harmful pests in canola production

Örnekleme Yerleri	Enlem	Boylam	Rakım	Çalışılan Alan(da) 2017-2018
Türkgücü	41.05.29.94	27.49.01.81	90 m	15 – 12
Yenice	41.04.41.43	27.43.32.04	48 m	25 – 20
Sarılar	41.08.39.27	27.42.00.18	166 m	24 – 30
Önerler	41.09.24.64	27.52.42.75	211 m	10 – 18

Metod

Tekirdağ ilinde kanola üretimi fazla olan Çorlu ilçesine bağlı (Türkgücü, Yenice, Sarılar, Önerler) 4 köyde örneklemeler 2017 ve 2018 yıllarında yapılmıştır. Çalışmalara her iki yılda da 15 Şubat'ta başlanmış ve 1 hafta ara ile örneklemeler yapılmıştır. Bu bölgelerde zararlı türlerin saptanması ve bulunma oranlarını belirlemek amacıyla toplamda 2017 yılında 74 da, 2018 yılında 80 da alanda, üreticilerin izin verdiği tarlalarda çalışmalar yürütülmüştür.

Zararlı türlerin saptanması ve bulunma oranlarının tespit edilmesi amacıyla örneklemede seçilen tarlaların köşegenleri doğrultusunda yürünerek tesadüfen seçilen 100 bitkinin kök, ana sapı, yaprak ve kapsül üzerindeki zararlı böcekler toplanıp sayımı yapılmıştır. Her arazi için 100 bitkiye bakılmış ve 100 atrap sallanarak çalışma yürütülmüştür. Yaprakbitleri için önceden hazırlanan %96 'lık alkol tüpleri kullanılmıştır (Avcı ve Özbek 1995, Özder ve Kılınçer 1999).

Yakalanan larvalar laboratuvarında ergin hale getirilmiştir. Siyanürlü öldürme kapları kullanılarak öldürme işlemi gerçekleştirilmiştir. İğneleme işleminden sonra etiketlenip paketlenildikten sonra teşhis edilmek üzere uzmanlara gönderilmiştir.

Bölgelere Göre 2017 ve 2018 Yıllarında Yapılan Tarımsal Uygulamalar

Trakya Bölgesinde ekilen PR44W29 (Pioneer), DK Exstrom (Dekalb) ve Es Hydromel çeşitleri ile çalışılarak zararlı takibi yapılmıştır. Ekim tarihi öncesinde 15-15-15 ve 20-20 taban gübreleri 20-25 kg/da aralığında kullanılmıştır. Genel olarak kanola ekimi eylül ayının son haftası ve ekim ayının ilk haftası aralığında tamamlanmıştır. Yine kasım ayı içerisinde 25-30 kg Amonyum Sülfat uygulanmıştır. Yine Kasım ayı içerisinde sıcaklığın 10 derece üzerinde olduğu dönemlerde dar yapraklı otlar için 116,2g/l Clethodim (Select Super, Cansa) geniş yapraklı otlar için içerisinde 240g/l Clopyralid+80g/l Picloram+40g/l Aminopyralid (Lontrel Extra, Dow AgroSciences) etkili maddeli herbisitler kullanılmıştır. Gübre olarak mart ayında 10-15 kg/da Üre uygulanmıştır. Mart ayı içerisinde kendi gelen otlar olarak ifade edilen dar yapraklı yabancı otlar için Select Super uygulaması yapılmıştır. Mart ayı içerisinde 3'lü karışım olarak adlandırılan Bor, Fungusit ve İnsektisit uygulaması yapılmıştır. Nisan ayı içerisinde %26 - %33 'lük Amonyum Nitrat 20-30 kg/da olacak şekilde uygulanmıştır. Bu 3'lü karışım mayıs ayı içerisinde tekrarlanmış ve insektisit olarak kalıcılığı yüksek olan ilaçlar tercih edilmiştir.

Bulgular

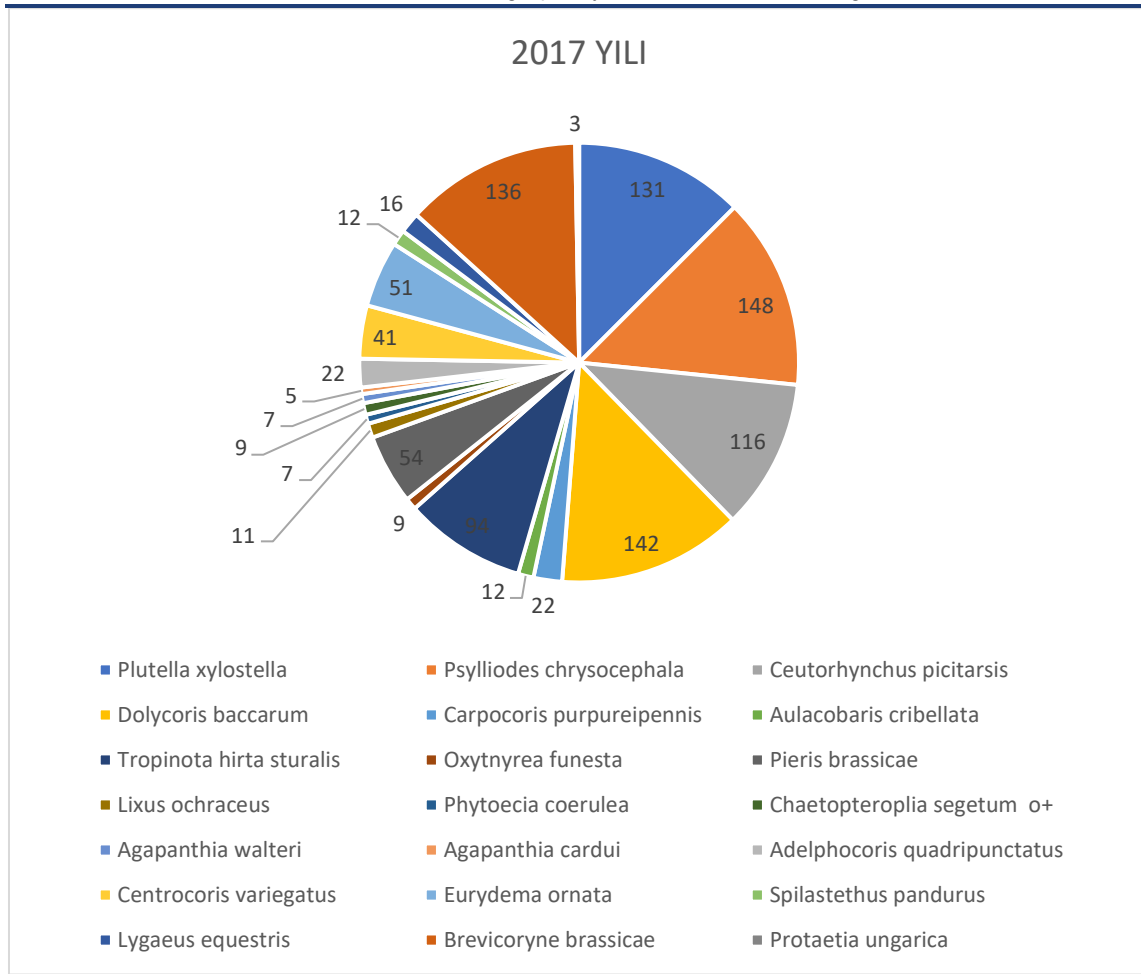
Her iki yılda da 15 Şubat sonrasında 1 hafta aralıklar ile araziye çıkarak çalışılmaya başlanmış ve ilk ergin böceğe 09.04.2017 ve 01.04.2018 tarihinde rastlanmıştır. Her iki yılda da ilk karşılaşılan zararlılar *Plutella xylostella*, *Psylliodes chrysocephala* ve *Ceutorhynchus picitarsis* olmuştur.

Kanola alanlarında yıllara göre bulunan zararlı böcek türlerinin saptanması ve bulunma oranları

Yapılan araştırma sonucunda 2017 yılında Lepidoptera takımından 2 tür, Coleoptera takımından 11 tür, Hemiptera takımından 8 tür tespit edilmiştir (Şekil)(Çizelge 2).

Çizelge 2. 2017-2018 yıllarında tespit edilen Zararlı böcek türleri ve sayıları
Table2. . Harmful insects species and number detected in 2017-2018

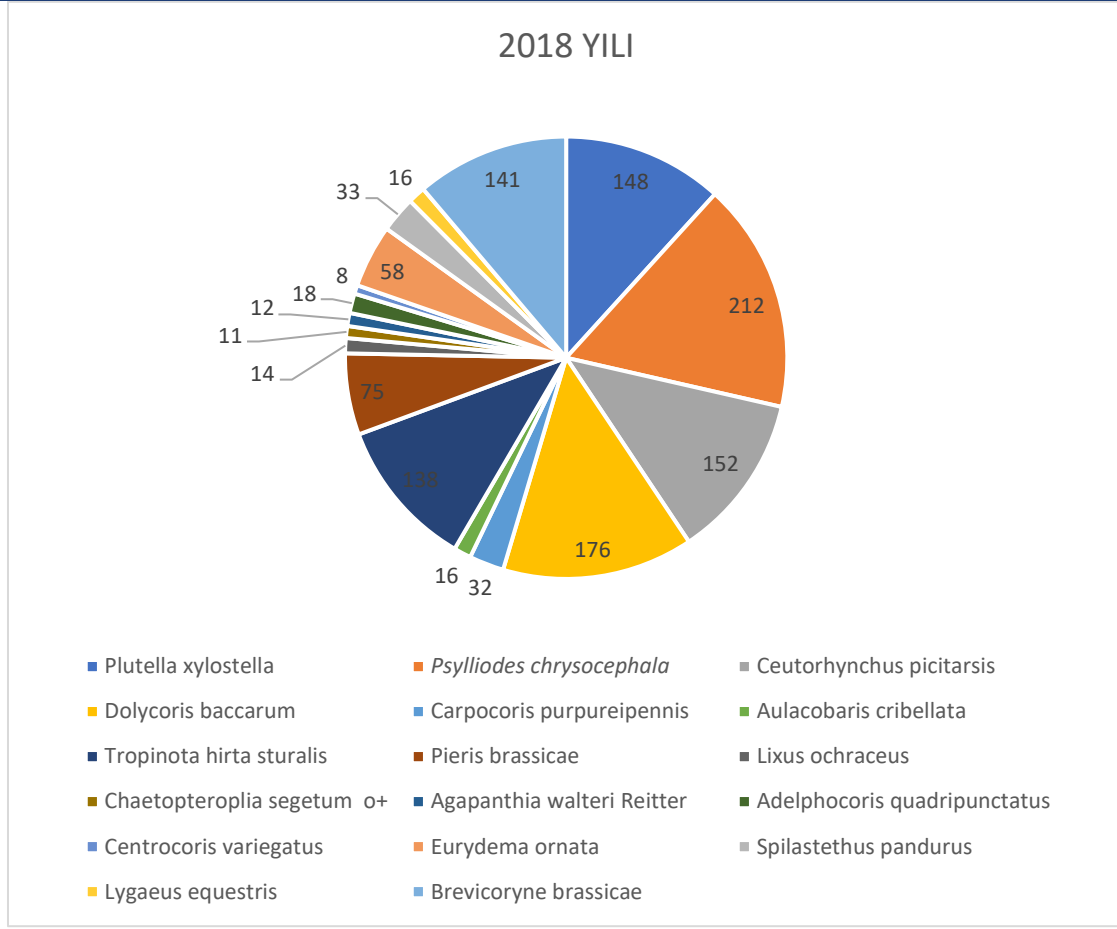
Takım	Familiya	Tür	Zararlı Sayısı (adet) 2017	Zararlı sayısı (adet) 2018
Lepidoptera	Plutellidae	<i>Plutella xylostella</i> (L.)	131	148
	Pieridae	<i>Pieris brassicae</i> (L.)	54	75
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Psylliodes chrysopcephala</i>	148	212
	Scarabaeidae	<i>Oxytmyrea funesta</i> (P.)	9	-
		<i>Chaetopteropia segetum</i> (H.)	9	11
		<i>Tropinota hirta sturalis</i> (P.)	94	138
		<i>Protaetia ungarica</i> (H.)	3	-
	Curculionidae	<i>Aulacobaris cribellata</i> (L.)	12	16
		<i>Lixus ochraceus</i> (B.)	11	14
		<i>Ceutorhynchus picitarsis</i> (G.)	116	152
	Cerambycidae	<i>Phytoecia coerulea</i> (S.)	7	-
		<i>Agapanthia walteri</i> (R.)	7	12
<i>Agapanthia cardui</i> (L.)		5	-	
Hemiptera	Pentatomidae	<i>Dolycoris baccarum</i> (L.)	142	176
		<i>Carpocoris purpureipennis</i> (D.)	22	32
		<i>Eurydema ornata</i> (L.)	51	58
	Lygidae	<i>Spilostethus pandurus</i> (S.)	12	33
		<i>Lygaeus equestris</i> (L.)	16	16
	Aphidiidae	<i>Brevicoryne brassicae</i> (L.)	136	141
	Miridae	<i>Adelphocoris quadripunctatus</i> (F.)	22	18
	Coreidae	<i>Centrocoris variegatus</i> (K.)	41	8



Şekil 1. 2017 yılı tespit edilen zararlı böcek sayıları

Figure1. Number of harmful insects detected in 2017

2018 yılında ise bulunan toplam Lepidoptera takımından 2 tür, Coleoptera takımından 7 tür, Hemiptera takımından 8 tür bulunmuştur (Çizelge2) (Şekil2).



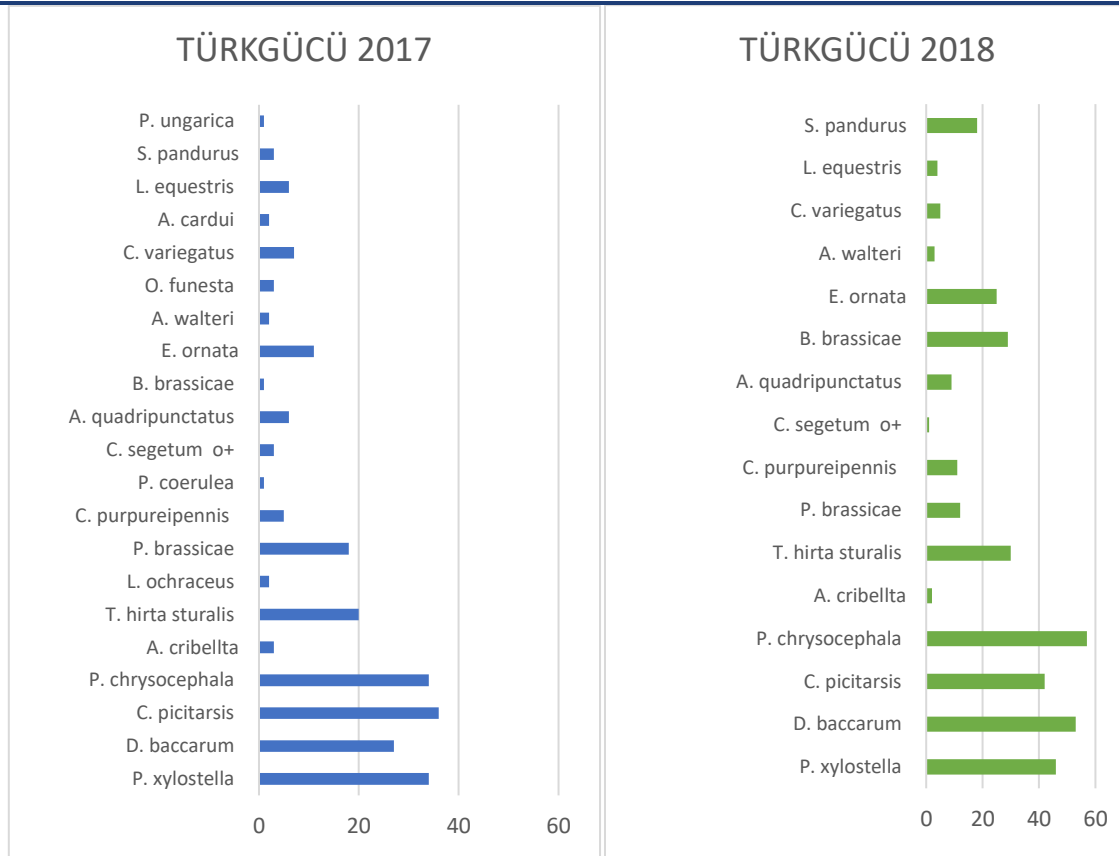
Şekil 2. 2018 yılında tespit edilen zararlı böcek sayıları

Figure2. Number of harmful insects detected in 2018

Agapanthia cardui, *Oxyntnyrea funesta* ve *Protaetia ungarica* 2017 yılında tespit edilen ancak 2018 yılında karşılaşılmayan 3 tür olarak belirlenmiştir.

Zararlı türlerinin köylere göre bulunma oranları

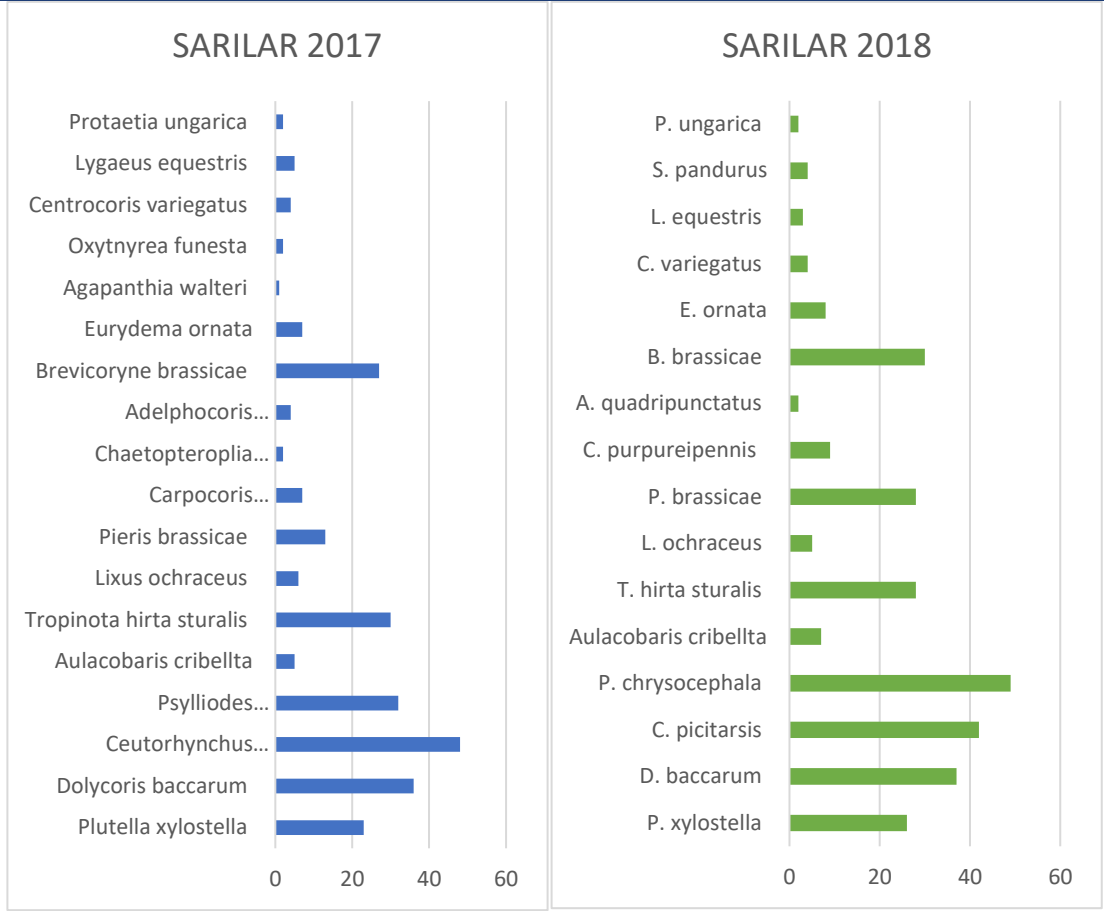
Çorlu ilçesinin 4 farklı bölgesinde yürütülen araştırmada Türkgücü köyünde 2017 yılında 21 böcek türü tespit edilmiştir. Aynı çalışma 2018 yılında tekrarlanmış ve bunun sonucunda 16 böcek türüne rastlanmıştır. Türkgücü köyünde 2017 yılında *Ceutorhynchus picipitarsis*, 2018 yılında ise *Psylliodes chrysocephala* en çok rastlanan böcek türü olmuştur. Tespit edilen böcek türleri ayrıntılı olarak grafik üzerinde belirtilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Türkgücü köyü zararlı türler ve sayıları

Figure 3. Harmful insect species and number in Türkgücü

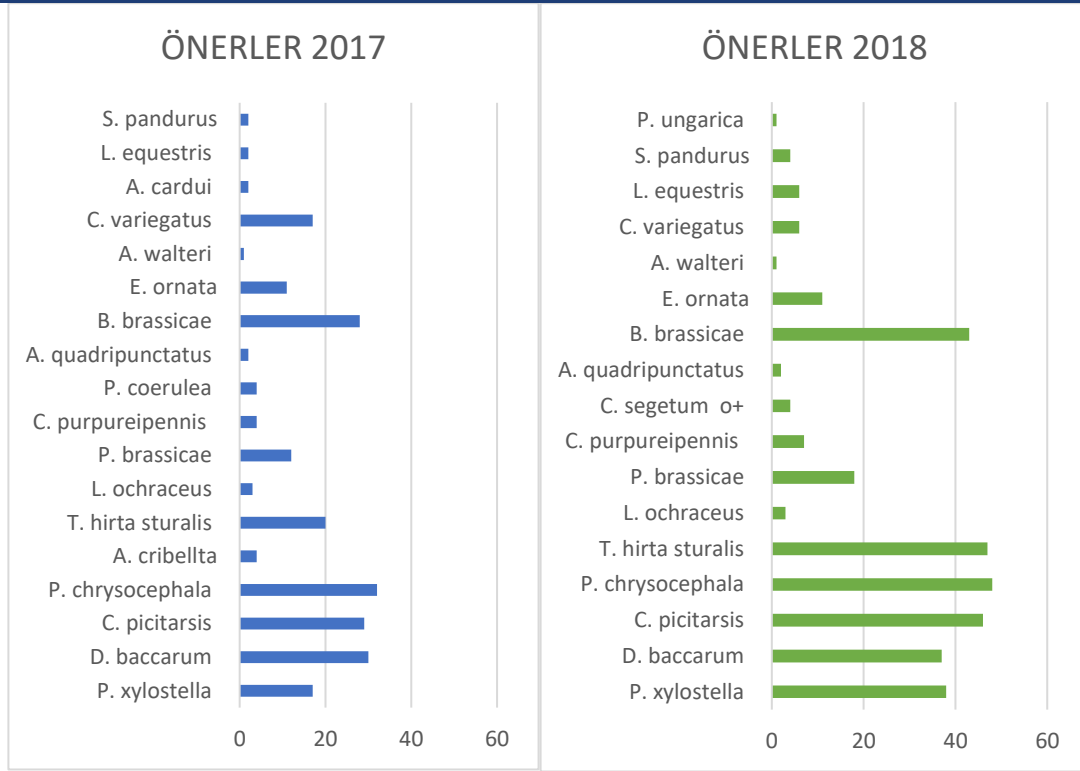
2017 yılında Sarılar köyünde 18 böcek türüne rastlanmış ve *Ceutorhynchus picitarsis* diğer türlerden daha fazla sayıda bulunduğu görülmüştür. 2018 yılında ise 16 farklı böcek türüne rastlanmış ve *Psylliodes chrysocephala* türünün yaygın tür olduğu tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Sarılar köyü köyü zararlı türler ve sayıları

Figure 5. Harmful insect species and number in Sarılar

Önerler köyünde 2017 yılında 18 ve 2018 yılında 17 farklı zararlı türe rastlanmış ve yaygın tür olarak *Psylliodes chrysocephala* tespit edilmiştir(Şekil 6).



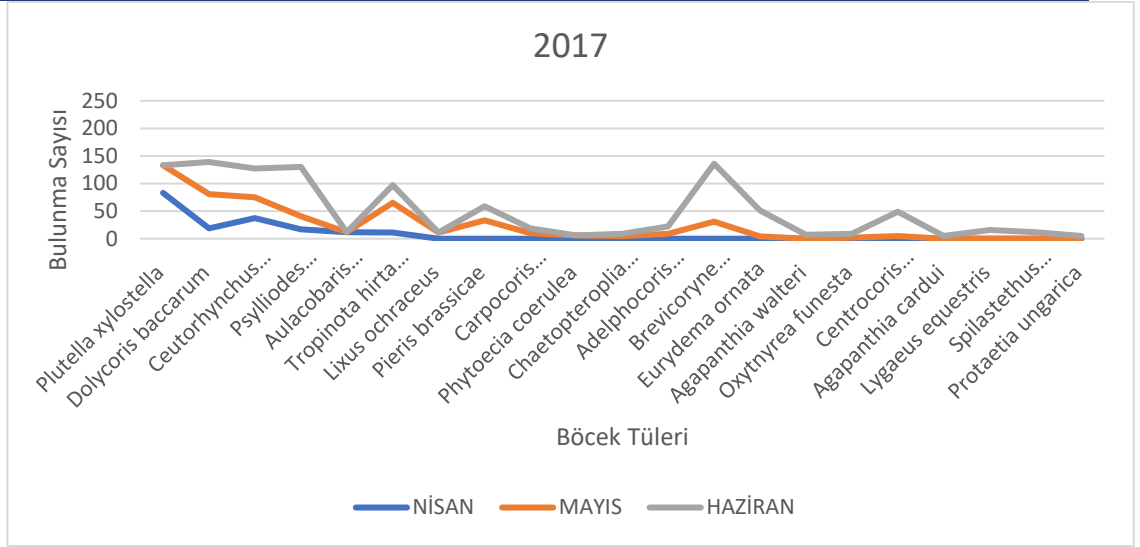
Şekil 6. Önerler köyü köyü zararlı türler ve sayıları

Figure 6. Harmful insect species and number in Önerler

Tekirdağ ili Çorlu ilçesi kanola alanlarında aylara göre zararlı ergin bulunma oranları

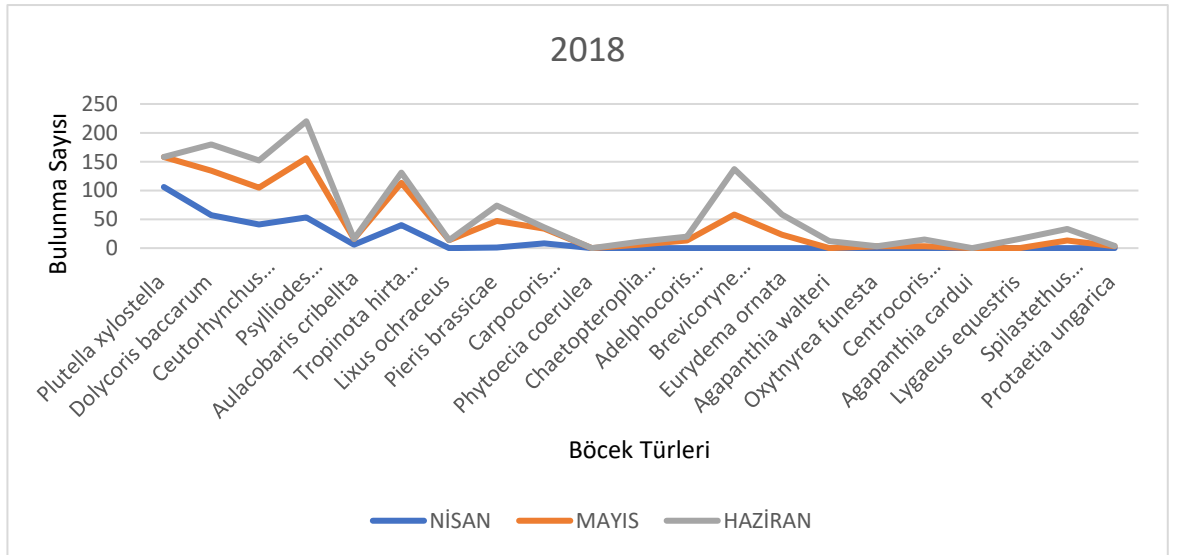
Çalışma sonucunda bulunan zararlı türlerin aylara göre değerlendirdiğimizde nisan ayı içerisinde 2017 yılında 6 böcek türü, 2018 yılında 8 böcek türü tespit edilmiştir. Mayıs ayı içerisinde yapılan çalışmada 2017 yılında 15 tür, 2018 yılında 17 tür bulunmuştur. Haziran ayına baktığımızda 2017 yılında 17 tür, 2018 yılında 15 böcek türüne rastlanmıştır.

2017 yılında nisan ayında *Plutella xylostella*, mayıs ayında *Dolycoris baccarum*, haziran ayında *Brevicoryne brassicae* sayıca en fazla rastlanan böcek türleri olmuştur. 2018 yılına baktığımızda nisan ayında *Plutella xylostella*, mayıs ayında *Psylliodes chrysocephala*, haziran ayında ise *Brevicoryne brassicae* yoğun olarak görülmüştür. Diğer türlerin aylara göre bulunuşları 2017 ve 2018 yılları olmak üzere grafik üzerinde sunulmuştur (Şekil 7, Şekil 8).



Şekil 7. Tekirdağ ili Çorlu ilçesinde 2017 aylara göre tespit edilen böcek türleri

Figure 7. Insect species detected in Çorlu district of Tekirdağ province according to 2017 montly



Şekil 8. Tekirdağ ili Çorlu ilçesinde 2018 aylara göre tespit edilen böcek türleri

Figure 8. Insect species detected in Çorlu district of Tekirdağ province according to 2018 montly

Nisan ayının ortalarında böcek türlerinde artış görülmeye başlamış hasat yapılan temmuz ayına dek zararlı böcek türleri görülmeye devam etmiştir. Haziran ayı genel olarak böcek yoğunluğunun fazla olduğu ay olmuştur.

Tartışma ve Sonuç

Yapılan araştırmada 2017 yılında 21 tür, 2018 yılında ise 17 tür tespit edilmiştir. Her iki yılda da bulunuş oranı en fazla olan tür *Psylliodes chrysocephala* olarak kaydedilmiştir. Bununla birlikte *Plutella xylostella*, *Ceutorhynchus picitarsis*, *Dolycoris baccarum* ve *Brevicoryne brassicae* en yaygın türler arasında olduğu sonucu elde edilmiştir.

Bu çalışmada ilk yıl tür sayısı ikinci yıla göre fazla tespit edilmiş, ikinci yıl tür sayısı olarak azalma gözlenmiştir. Ancak 2018 yılında tespit edilen böcek sayısı 2017 ye göre fazladır. Bunun sebebi ise 2018 yılında ortalama sıcaklık değerlerinin 2017 ye göre yüksek olması ve popülasyon sayısında buna bağlı olarak artışa sebep olduğu düşünülmüştür.

Aylara göre verileri ele aldığımızda her iki yılda da nisan ayında *Plutella xylostella*, haziran ayında *Brevicoryne brassicae* yoğunluk gösterirken, mayıs ayında yoğun olarak bulunan türün 2017 yılında *Dolycoris baccarum* 2018 yılında ise *Psylliodes chrysocephala* olduğu tespit edilmiştir. Zeren ve Düzgüneş (1984), *B. brassicae*'nin Çukurova bölgesinde Cruciferae familyasına bağlı sebzelerde yaygın olarak görüldüğü ve önemli ürün kayıplarına neden olduğu bildirilmiştir. Mustafa ve Masha (1994), Ürdün'de lahanaya yetiştirilen alanlarda yaptıkları bir çalışmada *B. brassicae*'ye ait popülasyonun, ekim-kasım ve nisan-mayıs aylarında artış gösterdiğini bildirmişlerdir. Özder ve Kılınçer (1999), Tekirdağ'da lahanaya üretim alanlarında zararlı ve doğal düşmanların saptanması amacıyla yaptıkları çalışmada zararlı Lepidoptera türleri olarak *Plutella xylostella*, *Mamestria brassicae* ve *Pieris rapae*'yi, en yaygın tür olarak ise *P. brassicae*'yi belirlemişlerdir. Uzun (1987), İzmir ilinde yaptığı çalışmada, lahanaya ve karnabaharda en yaygın ve zararlı olan türün *Pieris brassicae* olduğunu belirtmiştir. Avcı ve Özbek (1990), Erzurum'da yaptıkları çalışmada; *Pieris brassicae* ve *Plutella xylostella* içinde bulunduğu lahanada altı Lepidoptera türünün zararlı olduğunu belirlemişlerdir. Atak ve Atak (1984), Marmara Bölgesi'ndeki lahanaya ve karnabaharlarda zararlılara karşı tüm savaş olanakları üzerinde yaptıkları çalışmada, *Pieris brassicae*'nin biyo-ökolojisi ve mikrobiyal ilaçlarla savaşım yöntemlerini araştırmışlardır ve *P. brassicae*'nin bölgede hakim tür olduğunu belirtmişlerdir. Talekar ve Shelton (1993), *P. xylostella*, 1950'li yılların ortalarına kadar önemli bir zararlı değilken, bu yıllardan itibaren sentetik insektisitlerin yoğun olarak kullanılması sonucu en önemli krusifer zararlısı durumuna geldiğini belirtmektedirler. Aynı araştırmacılar, buna neden olarak doğal düşmanların ilaçlardan etkilenmesini ve böceğin ilaçlara direnç kazanmasını göstermektedirler. Uygun ve ark. (1998), *Psylliodes chrysocephala*'nın kışı ergin ve larva döneminde bitki içerisinde açtığı galerilerde geçirdiğini, kışlayan erginin ilkbaharda daha çok yumurta bıraktığını, zararı bitki içerisinde beslenen larvanın oluşturduğunu ve lahanagillerin gövdesinde ve yaprak saplarında delikler görülerek bazen bu deliklerin büyüyerek daha çok zarar verdiğini belirtmiştir. Yine aynı şekilde *Ceutorhynchus pitaris* ile ilgili olarak Nisan ayından itibaren görünmeye başladığını ve ergin ile larvaların zararlı olduğunu, larvaların konukçu bitkilerin köklerinde urlar oluşturduğunu ve cruciferae familyasında zararlı olup, Marmara Bölgesinde bulunduğunu belirtmişlerdir.

Bulunan böcek sayılarına bakıldığında kanola bitkisinde yoğun olarak gübre kullanımı ve kimyasal mücadele işlemi yapılmaktadır. Çiçeklenme döneminde kalıcılığı yüksek insektisit kullanımı arılar ve doğal düşmanlar üzerinde daha fazla etkili olduğundan kontrollü ilaçlama yapılmalı ve bu dönemlerde zorunlu olmadıkça özellikle insektisit kullanılmamalıdır. Burada insektisit uygulaması üreticiler açısından ekonomik ve kesin çözüm olarak görülse de zamanla doğal düşmanlar ile çevreye verdiği zarar ve böceklerin insektisitlere karşı direnç kazanmasına sebep olabilmektedir. Dolayısıyla bu husus zararlı böcek yoğunluğunun artmasına neden olabilirken ileriki dönemlerde zararlılar ile mücadeleyi zorlaştırabilecektir.

Sonuç olarak yapılan araştırmada elde edilen veriler *Psylliodes chrysocephala*'nın Tekirdağ bölgesi Çorlu ilçesinde en yaygın tür olduğu kaydedilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma İkbal Çetin'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Böcek türlerinin teşhislerini yapan Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sayın Göksel Tozlu'ya, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sayın Levent Gültekin'e, Trakya Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sayın Meral Fent'e, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Sayın Ebru Gül Aslan'a ve Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Öğretim Üyesi Doç.Dr. Sayın Yakup Şenyüz'e teşekkür ederiz.

Kaynakça/References

- Algan N (1990) Yemlik Kolza Tarımı ve Türkiye’de Gelişme Olanakları. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı İzmir İl Müdürlüğü, Tarımın Sesi Dergisi. Sayı:165. İzmir.
- Anonim (2002) Bitki Koruma El Kitabı. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı İzmir İl Müdürlüğü. İl Müdürlüğü Yayınları. No:352. S 122. İzmir.
- Anonim (2011) Lahanagiller. Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü. S 40. Ankara.
- Anonim (2018) Zirai Mücadele Teknik Talimatları Cilt 3. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. S 332. Ankara.
- Anonim (2019) Lahana Hastalık ve Zararlıları ile Mücadele. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel müdürlüğü. S 14. Ankara.
- Atak U, Atak ED (1984) Lahana keleşi (*Pieris brassicae* L.)’nin biyökoşoloji ve mikrobiyal ilaçlarla savaşımı üzerinde çalışmalar, Bitki Koruma Bülteni, 24 (4): 173-199.
- Avcı Ü, Özbek (1990) Erzurum’da lahana zararlısı lepidopter türleri ve parazitoidleri üzerinde bir araştırma. Türkiye II. Biyolojik Mücadele Kongresi (26-29 Eylül, Ankara) Bildirileri, 319-329.
- Avcı Ü, Özbek H (1995) Erzurum’da Lahana Yaprak Güvesi *Plutella xylostella* ‘nın biyolojisi, zarar ve mücadelesi üzerinde bazı gözlemler. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi dergisi 26 (3), 363-374.
- Bahadıröğlü C, Akıncı M, Kalkar Ö (2007). Kahramanmaraş Ahır Dağı’nda Cetoniidae ve Buprestidae (Coleoptera) Familialarına Bağlı Türler ve Bu Türlerin Yükselti Basamaklarına Göre Dağılımı. KSÜ Fen ve Müh. Der., 10(1):6-12.
- Demir H (2007) Yaprığı Yeneyen Sebzeler. Hasad Yayıncılık. S 177-175. İstanbul.
- Doğanay H (1994) Türkiye Ekonomik Coğrafyası. Atatürk Üniversitesi K.Karabekir Eğitim Fakültesi. Erzurum (Dergipark).
- Erol HE (2018) Tekirdağ ili Çorlu İlçesi 2017 ve 2018 yılı kanola ekim miktarı. Çorlu İlçe tarım Müdür Yardımcısı, Tekirdağ. (Görüşme tarihi 15.12.2018).
- Kaygısız H (1999). Bitkisel Üretimde Zararlı Böcekler. Hasad Yayınları. S 288. Kadıköy İstanbul.
- Kennedy JS, Day MF, Eastop VF (1962) A Conspectus of Aphids as Vector of Plant Viruses. Commonwealth Inst. Ent. London. 114pp.
- Körbitz W (2002). “New Trends in Developing Biodiesel World-Wide”, Evaluating & Exploiting the Commercial Uses of Ethanol, Fuel Alcohol & Biodiesel, Singapore, s. 5, <http://www.novem.nl/default.asp?menuId=10&documentId=26427> (Erişim Tarihi : 09.04.2019)
- Mustafa TM, Masha MM (1994) Population Dynamics and Flight Activity of the Cabbage Aphid *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae) in the Jordan Valley. *Kisallatvorvoslas*, 1 (5): 115-127.
- Özbek H (2008) Türkiye’de ılıman iklim meyve türlerini ziyaret eden böcek türleri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 8: 92-103.
- Özder N, Kılınçer N (1999) Tekirdağ ilinde lahanalarda zararlı-doğal düşman kompleksi üzerinde çalışmalar. *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 23 (1): 27-37.
- Süzer S (2001) Kanola Tarımı. Yayın No: 77-78. Edirne, 10s.
- Talekar NS, Shelton AM (1993) Biology, ekology and management of the Diamondback moth. *Annual Rev. Entomol.* 38: 275-301.
- Tıraş M (2009) Türkiye’de kanola tarımı. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(21): 159-172.
- Tüik (2019) http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (erişim tarihi : 07.04.2019)
- Ulusoy MR, Akdağcık Z (2007) Çukurova Bölgesinde brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*)’de zararlı olan türler. *Ç.Ü.Z.F Dergisi*, 2007, 22 (1) : 119-124.
- Unakıtan G (2003) Türkiye’de Ayçiçeğinin Arz, Talep ve Dış Ticaretinin Ekonometrik Analizi. (Doktora Tezi), Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 107 s.
- Unakıtan G, Kumbar N (2011). Trakya Bölgesinde kanola üretiminin ekonomik analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8(1), 75-76 s.
- Uygun N, Ulusoy MR, Başpınar H (1998). Sebze Zararlıları. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:213. Ders Kitapları No: A- 68, 6. Baskı, S 53-55. Adana.
- Uzun S (1987) İzmir ilinde lahana ve karnabaharlarda zarar yapan Lahana keleşi (*Pieris brassicae* (L.)) (Lepidoptera: Pieridae)’nin parazitleri. *Türk. Entomol. Derg.*, 11 (4): 237-245.
- Zeren O, Düzgüneş Z (1984) Çukurova Bölgesinde Sebzelerde Zararlı Olan Yaprakbitleri (Aphidoidea) Türleri, Konukçuları, Zararı ve Doğal Düşmanları Üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. No. BK4, 17s.

Determination of Yield and Quality of Different Snap Bean Varieties Under Deficit Irrigation

Farklı Yeşil Fasulye Çeşitlerinin Kısıtlı Sulama Altında Verim ve Kalitesinin Belirlenmesi

Sinan SÜHERİ^{1*}, Noor Muqdad HUSSEIN HUSSEIN², Ertan Sait KURTAR³,
Nurcan YAVUZ⁴, Yeşim DAL⁵

Abstract

In the Konya region, snap bean requires frequent irrigation due to high evaporation and low precipitation during the growing season. However the drought in recent years at Turkey, especially in Konya plain has been one of the most important abiotic stress factor affecting the snap bean production. Several ways to reduce yield losses are deficit irrigation practices, to improve and disseminate the varieties that are tolerant to water stress.


In this research, the response of two green bean varieties one of which was improved by Prof. Dr. Önder Türkmen, Horticulture Department of Agriculture Faculty of Selcuk University (S3) and a commercial variety existing in Turkey market (Nazende) to different irrigation water levels under drip irrigation has been investigated. The irrigation treatments included five irrigation water level according the amount of water evaporated from Class-A Pan within 7 days period and based on 5 different crop pan coefficients (kcp1= 1.25; kcp2= 1.00, kcp3= 0.75, kcp4= 0.50 ve kcp5= 0.00) .


According to the results, it was found that there were significant differences in yield, pod length, pod width, pod thickness and seed per pod among irrigation levels. No significant differences were observed in yield, pod thickness among varieties. The seasonal water use of the snap bean were ranged from 177 mm to 635 mm for Nazende, 181 mm to 655 for S3. The highest yield was obtained in kcp2 treatment with 3762 kg ha⁻¹ for S3 and kcp1 treatment with 3525.0 kg ha⁻¹ for Nazende. It was not observed significant differences in yield between kcp1, kcp2, kcp3 treatment for both genotypes. Linear relations were found between yield and seasonal water use. The yield response factors (ky) were found 1.24 for both varieties. No differences were observed for pod colour values (L, a, b) among irrigation levels.


Keywords: Fresh bean, Irrigation, Color, Semi-arid, Cultivar


Öz


Taze fasulye yetiştirme sezonu boyunca Konya bölgesinde yüksek buharlaşma değerlerinden dolayı sık sulamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye’de özellikle Konya bölgesindeki kuraklık taze fasulye üretimini etkileyen en önemli abiyotik stres faktörü olmuştur. Kısıtlı sulama ve kuraklığa toleranslı çeşitlerin yetiştirilmesi verim kayıplarını önlemenin yollarından biridir.

^{1*}**Sorumlu Yazar/Corresponding Author:** Sinan Süheri, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Konya/TURKEY E-mail: ssuheri@selcuk.edu.tr  OrcID: 0000-0002-6163-0706

²Noor Muqdad Hussein Hussein, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Konya/TURKEY. E-mail: nurhussin920@gmail.com  OrcID: 0000-0003-1051-901X.

³Ertan Sait Kurtar, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Konya/TURKEY. E-mail: ertansaitkurtar@selcuk.edu.tr  OrcID: 0000-0002-7203-7430.

⁴Nurcan Yavuz, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Konya/TURKEY E-mail: ncivicioglu@selcuk.edu.tr  OrcID: 0000-0003-1833-0668

⁵Yeşim Dal, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Konya/TURKEY. E-mail: yesim.dal@selcuk.edu.tr  OrcID: 0000-0002-3806-6465.
Atıf/Citation: S. Suheri, N. M. H. Hussein, E. S. Kurtar, N. Yavuz, Y. Dal. 2020. Determination of Yield and Quality of Different Snap Bean Varieties Under Deficit Irrigation. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 252-263.

*Bu çalışma N.M.H. Hussein’in 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 2020

Bu çalışmada Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü öğretim üyesi Prof. Dr. Önder Türkmen tarafından geliştirilen bir taze fasulye genotipi (S3) ile Türkiye’de taze fasulye tohum pazarında bulunan Nazende çeşidinin farklı sulama seviyelerine olan tepkileri araştırılmıştır. Sulama suyu seviyeleri A-Sınıfı Buharlaştırma kabından 7 günlük aralıklara olan yığılımlı buharlaşmanın oranları şeklinde (kcp1= 1.25; kcp2= 1.00, kcp3= 0.75, kcp4= 0.50 ve kcp5= 0.00) oluşturulmuştur.

Araştırma sonuçlarına göre, sulama seviyeleri arasında taze fasulye verimi, bakla uzunluğu, bakla eti kalınlığı ve bakladaki tohum sayısı yönünden istatistiki olarak önemli farklar bulunmuştur. Taze fasulye verimi ve bakla kalınlığı yönünden ise çeşitler arasında bir fark gözlenmemiştir. Taze fasulyenin mevsimlik su tüketimi deneme konularına göre Nazende çeşidi için 177 mm ile 635 mm arasında, S3 genotipi için ise 181 mm ile 655 mm arasında değişmiştir. En yüksek verim S3 genotipi için kcp2 konusundan 3762 kg ha⁻¹, Nazende çeşidi için ise 3525 kg ha⁻¹ ile kcp1 konusundan elde edilmiştir. Sezonluk bitki su tüketimi ve verim arasında doğrusal ilişkiler bulunmuştur. Verim tepki etmeni Nazende ve S3 için 1.24 olarak hesaplanmıştır. Bakla renk değerleri (L, a, b) açısından sulama seviyeleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Taze Fasulye, Sulama, Renk, Yarı Kurak, Çeşit

The beans are the important nutrition sources for human and consumed as fresh, dry or canned. It is rich in protein, phosphorus, iron and vitamin B. Due to its high nutritional and economic value; it is regarded as one of the world's most important vegetable for human consumptions. 65.2% of human protein needs in the worlds are provided from plant sources (Grigg, 1995). The grains and pulses provide 43% and 23% of protein needs of human in the world. The researchers have reported that beans are an important protein source for developing countries (Weissenbacher, 2009).

According to TUIK (Turkish Statistical Institute) dry bean production is about 240 thousand tones from about 100 thousand hectares while snap bean production is about 640 thousand tones from 60 thousand hectares. Turkey ranks the third after China and Indonesia in snap bean production. Therefore, snap bean production is important for the country.

Although; Turkey has an important place in snap bean production, the research related with bean breeding is inadequate compared to the other countries in the world.

The bean varieties cultivated in Turkey are selected or improved according to their performance under irrigated conditions considering their characteristics such as yield and diseases resistance regardless of their water consumptions. Snap beans in Turkey, especially in the Konya region, require frequent irrigation due to high evaporation and low precipitation during the growing season. However the drought in recent years at Turkey, especially in Konya plain has been one of the most important abiotic stress factor affecting the snap bean production. The several ways to reduce yield losses under drought condition and to increase water use efficiency are deficit irrigation practices, to improve and disseminate the varieties that are tolerant to water stress.

Water management is crucial for both dry and snap bean production in the regions especially where water resources are limited. Several researchers who have attempted to investigate the effect of irrigation regimes on dry and snap bean yield in Konya, reported that the highest yield obtained when 0.58 – 1.38 m³ of water were applied for per kg dry bean seed. (Bahçeci, 1995; Özbahçe, 2008; Topak et al., 2011a; Yurteri & Topak, 2017) and the highest yield obtained when 0.15–0.16 m³ of water were applied for per kg snap bean yield (Husein, 2018; Topak & Albayati, 2018).

The amounts of water applied to get highest yield for per kg of several crops are 0.12 m³ for potato (Yavuz et al., 2016a), 1.26 m³ for sunflower (Yavuz et al., 2016b), 0.07 – 0.12 m³ for sugar beet (Süheri, 2007; Tari, 2016a; Topak et al., 2011b), 0.66 for wheat (Tari, 2016b), 0.37 for maize (Karaşahin & Sade, 2011) in Konya and 12.10 m³ for pepper in Çanakkale (Demirel et al., 2012) 6.86 m³ for eggplant in Tekirdağ (Yenigün & Erdem, 2019). When the amounts of water applied to get highest yield for per kg of the vegetable crops considered, snap beans needs considerably higher water in Konya region.

In this research, the response of the two green bean genotypes to different irrigation water levels under drip irrigation was investigated and compared according to their water consumption, yield and some yield components.

Materials and Methods

The field experiment was conducted in Selcuk University Agricultural Faculty Research and Practice Farm located in Konya, Turkey, latitude 36° 06' and longitude 32°36' mean altitude 1007 m above sea level, during the growing season of 2017 between the months April and September. The satellite image of the research area has shown on *Figure 1*.



Figure 1. Research Area

Konya where the research was conducted has arid climatic conditions with hot and dry summers. According to long term meteorological data (1929 – 2017), annual mean temperature, annual mean evaporation, annual mean

precipitation are 11.6 °C, 1324 mm and 322.4 mm respectively. Most of the precipitation is received on May and December. Minimum temperature is -28.2 °C recorded on 1942 and maximum temperature is 40.6 recorded on 2000. The meteorological data of experimental area during 2017 and long-term averages (1958 – 2017) were given Table 1.

Table 1. Meteorological Data of Experimental Area During 2017 and Long –Term Averages (1958 – 2017)

Months	Years	Mean Temperature (°C)	Mean Wind Speed (m s ⁻¹)	Mean Relative Humidity (%)	Precipitation (mm)
May	2017	14.7	2.9	62.5	36.2
	56 years	15.7	2.2	55.9	44.3
June	2017	19.6	3.0	61.2	43.8
	56 years	20.1	2.5	48.4	23.9
July	2017	24.4	3.6	39.2	0.0
	56 years	23.4	2.8	42.1	6.5
August	2017	23.5	3.8	51.2	13.9
	56 years	22.8	2.6	42.9	5.4
September	2017	21.8	3.1	37.7	3.9
	56 years	18.4	2.1	48.0	12.9

The soil of the study area has silty-clay texture. The bulk density of soil was changed 1.37 g cm⁻³ to 1.26 g cm⁻³ in depth of 120 cm soil profile. The available water holding capacity of the soil was 125.1 mm in 75 cm soil profile which is the effective root depth of the snap bean. Several physical and chemical properties of the soil were given in Table 2. According to soil analysis, the plots were fertilized with a compound fertilizer DAP (18%N, 46%P) at the rate of 0.2 ton ha⁻¹ before planting and ammonium nitrate (33%N) at the rate of 0.05 ton ha⁻¹ on 5 July. The seeds were planted on 11 May 2017. The pods were harvested on the dates 21 July, 3, 14, 22, 28 August and 5, 11 September 2017.

Table 2. Some Physical Properties of the Soil in The Research Area

Soil Depth (cm)	pH	Organic Matter (%)	Soil Texture	Bulk Density (g cm ⁻³)	Field Capacity (FC)		Soil Moisture (WP)		Available Water (AW)	
					m ³ m ⁻³	mm	m ³ m ⁻³	mm	m ³ m ⁻³	mm
0-30	7.78	1.65	Silty Clay	1.37	0.403	120.9	0.242	72.6	0.160	48.3
30-60	7.83	1.56	Silty Clay	1.28	0.420	126.0	0.249	74.7	0.156	51.3
60-90	8.02	0.90	Silty Clay	1.26	0.428	128.4	0.258	77.4	0.180	51.0
Total (0-75cm)						311.1		186.0		125.1

The experiment was design in a randomized block factorial design consisting of combination of two green bean genotypes (one of which was improved by Prof. Dr. Onder Turkmen, Horticultural Department of Selcuk University Agricultural Faculty, S3 and the other one is a commercial variety existing in Turkey market, Nazende) and five irrigation level according the amount of water evaporated from Class A Pan within 7 days period and based on 5 different pan coefficient (kcp1= 1.25, kcp2=1.00, kcp3=0.75, kcp4=0.50 and kcp5=0).

Irrigation water was supplied from the deep well near the experimental area. The pH and electrical conductivity of the irrigation water were 7.6 and 1.250 ds m⁻¹ respectively.

The seeds were planted manually. Row spacing was 45 cm and plant spacing was 15 cm. Plot size was 9 m² (5 m x 1.80 m) including 4 plant rows. To prevent each plot from other plots irrigation treatments, 2.00 m space between plots and 3 m space between blocks were left.

The plots were irrigated with drip irrigation. Drip lines 16 mm in diameter were placed to each plant rows. Dripping points were 33 cm apart with a flow rate 4 l h⁻¹ at two bars pressure. The applied water to each plot was measured with flow meter. The effective root depth of snap bean was taken as 75 cm (Doorenbos and Pruitt, 1977). The pods were harvested 7 times when the pods were matured. At the end of growing season, weights of harvested pods were summed

and the yield for per plant was calculated. The calculated yield for per plant was converted to 1000 square meter. Central two rows were harvested and outer rows were omitted to consider the side effects.

10 pods were collected from each plot on 3 August. Physical properties such as pod length, width, seed number per pod and pod thickness were measured on these pods. Color analyses were performed on 5 of which 10 pod samples. Skin colours of pods were measured by a CR-400 colorimeter (Konica Minolta, Ramsey, NJ) and measurements recorded as L (Lightness), a (red index) and b (yellow index) values.

The amounts of water applied in the irrigation treatments were determined using Class A pan evaporation according to Equation (1) below (Kanber, 1984; Ertek, 2011).

$$I = Ep \times Kcp \times A \quad (\text{Eq.1})$$

where, Ep is the cumulative pan evaporation measured during an irrigation period of 7 days using a standard Class A Pan (mm) Kcp is the coefficient of crop pan evaporation and A is the plot area (m^2). The crop water use (ET) was estimated based on a water balance equation as $ET=I+R-Dp \pm \Delta S$ where, ET is the evapotranspiration value (mm), I is the amount of irrigation water (mm), Dp is deep percolation (mm) and ΔS is the change in soil water stored in the plant rooting zone at growing season. Before and after every irrigation, soil water content was determined by gravimetric method on 0-30, 30-60, 60-90 ve 90-120 cm soil depths.

Water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) was calculated as snap bean yield divided by seasonal ET and total seasonal irrigation water applied, respectively. The relationship between water use and yield was calculated according to Stewart model by using formula given below.

$$\left[1 - \frac{Ya}{Ym} \right] = ky \cdot \left[1 - \frac{ETa}{ETm} \right] \quad (2)$$

Where Ya is actual yield ($t\ ha^{-1}$), Ym is the maximum yield ($t\ ha^{-1}$), ETa is the actual crop water consumption (mm), ETm is the maximum crop water consumption (mm) and ky is yield response factor.

The data collected from the treatments were evaluated by analysis of variance. The mean values were compared using Duncan's multiple range test at $P < 5\%$ to determine the differences among treatments.

3. Results and Discussion

The applied irrigation water to treatments was calculated considering cumulative evaporation from Class a Pan and plant-pan coefficient within 7 days period. First irrigation and last irrigation were applied on 3 July and 9 September respectively. In total, seven irrigation treatments were performed during experimental period. Total irrigation and seasonal evapotranspiration values were indicated on Table 3. 30 mm of irrigation water was applied to all treatment for good plant establishment. The total irrigation applied to the treatments were ranged between 30 mm and 720 mm. Maximum deep percolation was occurred as 146 mm on Kcp1 treatment and no deep percolation was observed on Kcp3, Kcp4, Kcp5 treatments.

Table 3. Net and Total Irrigation and Seasonal Evapotranspiration of Varieties

Genotypes	Treatments	Total Irrigation Water (mm)*	Effective Rain (mm)	ΔS (mm)	Deep Percolation (mm)	Seasonal Evapotranspiration (mm)
Nazende	Kcp ₁	720	87	-20	152	635
	Kcp ₂	581	87	12	88	592
	Kcp ₃	444	87	42	0	573
	Kcp ₄	308	87	50	0	445
	Kcp ₅	30	87	60	0	177
S3	Kcp ₁	720	87	-12	140	655
	Kcp ₂	581	87	18	74	612
	Kcp ₃	444	87	32	0	563
	Kcp ₄	308	87	60	0	455
	Kcp ₅	30	87	64	0	181

ΔS : Soil moisture change between planting and harvesting (0-75 cm)

Net and total irrigation and seasonal evapotranspiration of varieties were given in Table 3. The highest ET for S3 and Nazende variety were measured as 655 mm and 635 mm on Kcp1 treatment respectively.. The evapotranspiration was increased with increasing of kcp coefficient. Several researcher who conducted their experiment under field condition have calculated highest evapotranspiration of snap bean as 299 mm in Bangalore (Hegde & Srinivas, 1990), 338mm in Tarsus (Sezen et al, 2005), 458 mm in Kahramanmaraş (Kazlı, 2005), 470 mm in Kahramanmaraş (Gençoğlan et al., 2006), 400 mm in Tarsus (Sezen et al, 2008), 804 mm in Çanakkale (Çamoğlu & Genç, 2013), 342mm in Ismailia (Marzouk et al., 2016), 840 mm in Ankara (Köksal et al., 2015), 489 mm in Konya (Albayati, 2018). In this study, highest ET was obtained as 677 mm. ET depends upon weather parameters, crop characteristics, environmental aspects and management factors (Allen et al., 1998). The differences in regions, plant varieties etc. included in previous studies have led to difference between ET calculated in this study and ET reported in previous studies. Albayati (2018) conducted irrigation experiment with Nazende variety under similar weather conditions with this study during 2017 growing seasons. The highest ET (677 mm) of the Nazende variety in this study was higher than ET (489 mm) calculated in the study conducted by Albayati (2018). However, higher yield was obtained against the higher ET in this study.

The snap bean yields were given in Table 4. There was no significant difference between two snap bean varieties in terms of yield. But significant relation between irrigation treatments and yield were found. For both varieties, the irrigation treatments of which pan coefficients are 1.25, 1.00 and 0.75 were included in same statistical group. The irrigation water applied to kcp3 treatment was 38% lower than kcp1 treatment. . It was concluded that the reduction in irrigation water amount can be expected in Konya. For Nazende snap bean variety, maximum mean yield 35.250 kg ha⁻¹ was obtained from the treatment kcp1 in which highest irrigation water applied. But for S3 variety the maximum mean yield 37622 kg ha⁻¹ was obtained from the treatment kcp2 where pan coefficient is 1.00. Similar trend was declared by Hegde & Srinivas (1990), Saleh et al. (2018), Bonano & Mack (1983) and Köksal et al. (2010). It was concluded that maximum irrigation water doesn't mean the maximum yields for several varieties.

Table 4. Snap Bean Yields

Treatments	Yield (kg ha ⁻¹)		Mean**
	Nazende	S3	
Kcp ₁	35250	35807	35528a
Kcp ₂	34757	37620	36188a
Kcp ₃	34800	31533	33167a
Kcp ₄	21247	24480	22863b
Kcp ₅	3273	3250	3262c
Mean	25865.4a	26538.0a	

**p<0.01

Minimum yields were obtained as 3273 kg ha⁻¹ and 3250 kg ha⁻¹ from the non irrigated treatment for both varieties. There were no differences in yield among varieties in this study. This results agree with Bonano and Mack (1983) who reported that there was no difference in yield between two varieties included in their study under adequate irrigation and disagree with and El-Noemani et al. (2010), Marzouk et al. (2016) and Saleh et al. (2018) who have reported significant difference in yield among varieties included in their study under different irrigation treatments. Seymen et al. (2010) reported that the differences in snap bean yield might be referred to genetic diversity of the varieties. S3 is newly improved variety and doesn't exist in Turkish market yet. The fact that there is no difference in yield Nazende and S3 proves that S3 has a market potential in Turkey.

Significant polynomial relationships were found between total irrigation water applied and snap bean yield and linear relationships were found between ET and snap bean yield for both varieties as shown in Figure 2.

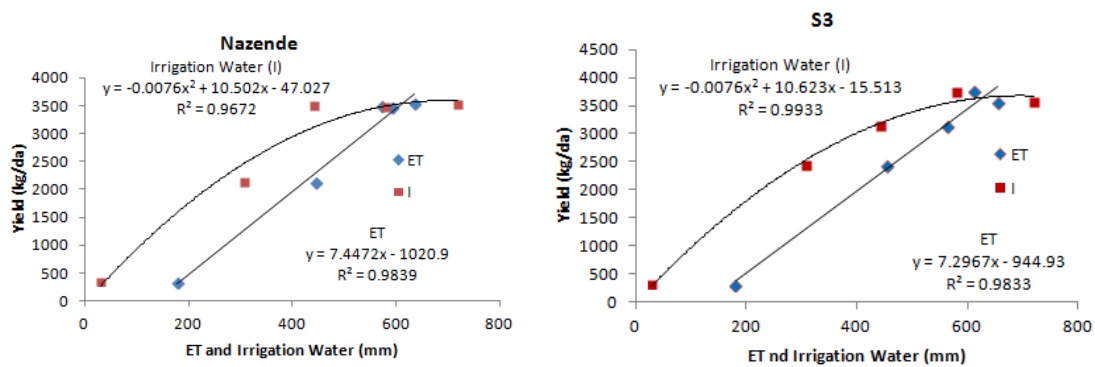


Figure 2. Relationships Between Irrigation Water, ET and Yield.

Linear relationship between ET and snap bean yield were indicated by several researches as Gençoğlan et al. (2006), Köksal et al. (2008), Sezen et al. (2008) and Saleh et al. (2018). Polynomial relationships between irrigation level and snap bean yield were also indicated by Bozkurt & Mansuroglu (2018).

Yield response factor (Ky) explains the complex relationship between production and water used by crop, where many chemical, physical and biological processes are included. The ky values are crop exclusive and vary over the growing season. (Steduto et al. 2012). The relative yield reduction and relative evapotranspiration values were given in Table 5 and Table 6 for Nazende and S3 respectively.

Table 5. The Relative Yield Reduction and Relative Evapotranspiration Values for Nazende

Treatment	ETm(mm)	ET (mm)	1-ETa/ETm	Ym(kg ha ⁻¹)	Ya(kg/ ha ⁻¹)	1-Ya/Ym
Kcp ₁	635		0.00	35250		0.00
Kcp ₂		592	0.07		34757	0.01
Kcp ₃		573	0.10		34800	0.01
Kcp ₄		445	0.30		21247	0.40
Kcp ₅		177	0.72		3273	0.91

Table 6. The Relative Yield Reduction and Relative Evapotranspiration Values for S3

Treatments	ETm(mm)	ET (mm)	1-ETa/ETm	Ym(kg ha ⁻¹)	Ya(kg ha ⁻¹)	1-Ya/Ym
Kcp ₁	655		0.00	38344*	35807	0.00
Kcp ₂		612	0.07	37620		0.02
Kcp ₃		563	0.14		31533	0.18
Kcp ₄		455	0.31		24480	0.36
Kcp ₅		181	0.72		3250	0.92

*The corrected maximum yield value calculated by using equation $Y_m = 7.2967ET - 944.93$ according to methodology given by Köksal et al. (2001).

The relationship between relative yield reduction and relative evapotranspiration deficit for snap bean were given in Figure 3.

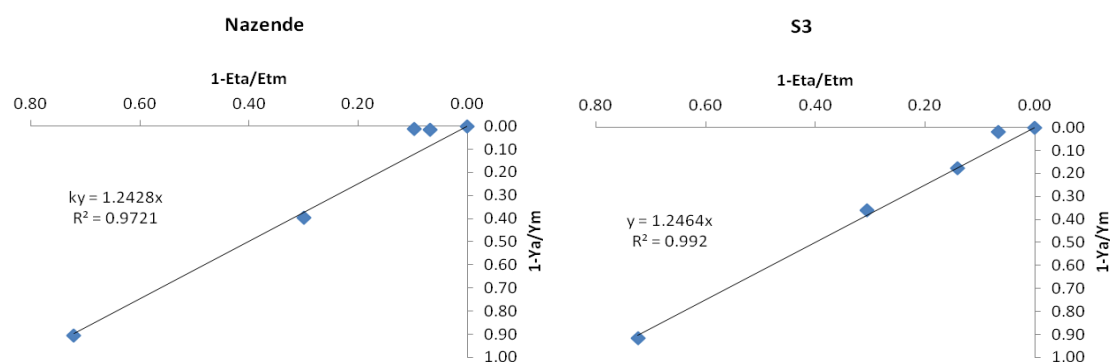


Figure 3. Yield Response Factors (k_y) for Varieties.

The higher k_y values than 1 means that crop is affected negatively water deficit and water reductions because of stress results higher yield reductions (Steduto et al., 2012). k_y values calculated for both variety were similar and higher than 1. So it was concluded that both variety response to water stress negatively and very sensitive to water deficit. Gençoğlu et al. (2006), Sezen et al. (2005) and Doorenbos & Kassam (1979) reported k_y values higher than 1.

Increasing water to 720 mm from 444 mm didn't affect the yield statistically for both varieties. Water use efficiency (WUE) and irrigation water use efficiency (IWUE) are summarized for both varieties in Table 7. When irrigated treatments considered, the highest WUE and IWUE values were obtained as 6.07 and 7.84 kg m⁻³ for Nazende variety in Kcp₃ treatment. For S3 variety highest WUE value was obtained in Kcp₂ treatment as 6.15 and highest IWUE value was obtained as 7.95 in Kcp₄ treatment for S3 respectively. When IWUE values of the treatments where the highest yield obtained for Nazende (kcp₁) and S3 (Kcp₂) compared, It was found that Nazende's values (4.90 and 5.98 kg m⁻³) were lower than S3's values (4.97 and 6.48 kg m⁻³) that means S3 produces more yield than Nazende for per m³ of irrigation water amount. The present results are similar with the results of several studies as El-Noemani et al. (2010), Saleh et al. (2018) who stated pod yield differed among varieties.

Table 7. Water Use Efficiency (WUE) and Irrigation Water Use Efficiency (IWUE) Data of Irrigation Treatments and Varieties (kg m⁻³)

Treatments	WUE		IWUE	
	Nazende	S3	Nazende	S3
Kcp ₁	5.55	5.47	4.90	4.97
Kcp ₂	5.87	6.15	5.98	6.48
Kcp ₃	6.07	5.60	7.84	7.10
Kcp ₄	4.77	5.38	6.90	7.95
Reinfed	1.85	1.80	10.91	10.83

The yield parameters of snap bean varieties obtained the study are given in Table 8. For both varieties, it was found that significant differences between irrigation treatments in terms of pod length, pod width, pod thickness and seed per pod. The physical properties of snap bean varieties are affected positively by increasing in irrigation water amount.

Table 8. Physical Properties of Snap Bean and Significance Groups

Plant-Pan Coefficient	Pod Length (cm)			Pod Width (mm)			Pod Thickness (mm)			Seed Per Pod		
	Nazende**	S3**	Mean**	Nazende**	S3**	Mean**	Nazende	S3	Mean**	Nazende*	S3*	Mean
1.25	12.6	15.1	13.9a	14.4	11.9	13.1a	6.6	7.1	6.9c	5.6	3.8	4.7a
1.00	11.9	14.7	13.3a	13.8	12.8	13.3a	8.0	8.5	8.3a	4.8	4.1	4.4a
0.75	11.0	12.3	11.6c	14.4	11.3	12.9a	7.7	7.2	7.4ab	3.9	2.7	3.3b
0.50	11.4	14.6	13.0ab	14.2	12.0	13.1a	7.5	7.7	7.6ab	4.6	4.1	4.4a
0.00	11.3	12.5	11.9bc	12.5	10.0	11.3b	6.7	6.6	6.6c	4.6	3.2	3.9b
Mean	11.6a	13.8b		13.8a	11.6b		7.3	7.4		4.7a	3.6b	

**p<0.01, *p<0.05,

Quality parameters measured in this study showed that significant differences between varieties in terms of pod length, pod width and seed per pod but not for pod thickness. It was found that the pods of the Nazende variety is longer in length, wider in width and have more seed per pod than S3 variety.

Statistical analyses of snap bean pod color parameters (L, a, b) indicated that irrigation water level has no effect on L, a and b value which is in agreement with Sezen et al. (2008) for a and b values but not for L values (Table 9). Ferreira et al. (1993) have stated that color b values were affected by the irrigation.

Table 9. Pod Color Values and Significance Groups

Plant-Pan Coefficient	L			a			b		
	Nazende	S3	Mean	Nazende**	S3**	Mean	Nazende**	S3**	Mean
1.25	56.9	58.6	57.7	-16.6	-14.8	-15.7	30.4	27.8	29.1
1.00	53.9	57.8	55.8	-16.1	-14.5	-15.3	31.2	28.5	29.9
0.75	59.1	59.3	59.2	-17.0	-14.9	-16.0	31.6	27.6	29.6
0.50	61.1	62.3	61.7	-17.4	-14.6	-16.0	32.4	28.3	30.4
0.00	56.3	53.4	54.9	-16.8	-13.7	-15.3	30.8	27.3	29.1
Mean	57.46	58.28		-16.8a	-14.5b		31.3a	27.9b	

**p<0.01, *p<0.05

“a” values ranged between 16.1 and 17.4 for Nazende and 13.7 to 14.9 for S3 variety. Nazende has lower “a” values than S3. “b” values ranged between 30.8 and 32.4 for Nazende and 29.1 and 30.4 for S3. According to color values S3 were greener and yellower than Nazende. Martinez et al. (1995) have stated that different color values obtained between the varieties included in their studies.

Conclusions

In this research, the response of two green bean varieties to different irrigation water levels under drip irrigation has been investigated. It was determined that snap bean seasonal evapotranspiration was ranged between 177 mm and 655 mm. It wasn't found significant difference between two snap bean varieties in terms of yield. So it can be concluded that S3 has a high marketability potential in Turkey market.

It was observed that there was significant relation between irrigation treatments and yield. For both varieties the irrigation treatments of which pan coefficients were 1.25, 1.00 and 0.75 are included in same statistical group. The irrigation water applied to the treatment where plant pan coefficient is 1.25 was 38% higher than the treatment where plant pan coefficient is 0.75. For Nazende snap bean variety, maximum yield was obtained from the treatment in which highest irrigation water applied. But for S3 variety the maximum yield was obtained from the treatment where pan coefficient is 1.00. It was concluded that maximum irrigation water doesn't mean the maximum yields for several varieties.

When the yields and irrigation water involved in same Duncan's grup interms of yield considered together, it can be seen that 62% and 31% more water were applied to kcp1 and kcp2 treatments than kcp3 treatments respectively. However the yield increase in kcp1 and kcp2 treatment is not more than 1.5% and 19% for Nazende and S3 respectively when compared the yields of kcp3 treatment. So that kcp3 irrigation treatment which produce highest IWUE values (7.84 and 7.10 kg m⁻³) between treatments involved in same Duncan's group interms of yield can be recommended for both varieties in Konya region.

When IWUE values of the treatments where the highest yield obtained for Nazende (kcp1) and S3 (Kcp2) compared, it was observed that S3 produced more yield than Nazende for per m³ of irrigation water amount. The ky values of the varieties was found around 1.24 that means both variety were affected by water stress negatively with same way.

In addition, when the pod color values were considered, it was concluded that the irrigation water amount has no effect on pod color values. When the changes in snap bean pod color observed during production, it is suggested to investigate other factors except water stress for the reasons of change in pod color.

Acknowledgment

This study is a part of the project supported by Selcuk University Scientific Research Projects Coordination Unit (SU-BAP) (Project No: 18401020) Turkey. This study was prepared from the MsC Thesis of Noor Muqdad Husein Husein. Authors would like to thank Prof. Dr. Önder Türkmen, Musa Seymen , Furkan Gürdap and internship students in Horticulture Department of Agricultural Faculty of Selcuk University.

References

- Albayati, İ. J. A. (2018). *Damla sulamada farklı lateral aralığı uygulamasının taze fasulyede verim ve kalite unsurlarına etkisi*. (MsC), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tar. Yap. ve Sul. ABD Konya.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56* (Vol. 300).
- Bahçeci, I. (1995). *Tarla Fasulyesinde Tuz-Su ve Verim İlişkilerinin İrdelenmesi*. (PhD), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tar. Yap. ve Sul. ABD Adana.
- Bonano, A., & Mack, M. (1983). Yield components and pod quality of snapbeans grown under differential irrigation. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 5, 869-863.
- Bozkurt, S., & Mansuroglu, G. S. (2018). Responses of unheated greenhouse grown green bean to buried drip tape placement depth and watering levels. *Agricultural Water Management*, 197, 1-8.
- Çamoğlu, G., & Genç, L. (2013). Taze Fasulyede Su Stresinin Belirlenmesinde Termal Görüntülerin ve Spektral Verilerin Kullanımı. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 15-27.
- Demirel, K., Genç, L., Saçan, M. (2012). Yarı Kurak Koşullarda Farklı Sulama Düzeylerinin Salçalık Biberde (*Capsicum Annum* Cv. Kapija) Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2), 7-15.
- Doorenbos, J., & Kassam, A. (1979). Yield response to water. *Irrigation and drainage paper*, 33, 257.
- Doorenbos, J., & Pruitt, W. (1977). Crop water requirements. Irrigation and drainage paper no. 24. *FAO, Rome*.
- El-Noemani, A., El-Zeiny, H., El-Gindy, A., El-Sahhar, E., & El-Shawadfy, M. (2010). Performance of some bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties under different irrigation systems and regimes. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(12), 6185-6196.
- Ertek, A. (2011). Importance of pan evaporation for irrigation scheduling and proper use of crop-pan coefficient (Kcp), crop coefficient (Kc) and pan coefficient (Kp). *African Journal of Agricultural Research*, 6(32), 6706-6718.
- Ferreira, M., Frogoso, M., Felix, M., Bianco, V., Ferreira, A., Andrada, L., . . . Monteiro, A. (1993). *Plant density, irrigation, harvest date, pod yield and quality of green beans for freezing*. Paper presented at the International Symposium on Quality of Fruit and Vegetables: Influence of Pre-and Post-Harvest Factors and Technology 379.
- Gençoğlan, C., Altunbey, H., & Gençoğlan, S. (2006). Response of green bean (*P. vulgaris* L.) to subsurface drip irrigation and partial rootzone-drying irrigation. *Agricultural Water Management*, 84(3), 274-280.
- Grigg, D. (1995). The pattern of world protein consumption. *Geoforum*, 26(1), 1-17.
- Hegde, D., & Srinivas, K. (1990). Plant water relations and nutrient uptake in French bean. *Irrigation Science*, 11(1), 51-56.
- Husein, N. M. H. (2018). *Farklı Taze Fasulye Çeşitlerinin Kısıtlı Sulama Koşullarında Verim Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi* (MsC), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tar. Yap. Ve Sul ABD, Konya.
- Kanber, R. (1984). Çukurova koşullarında açık su yüzeyi buharlaşmasından (class a pan) yararlanarak birinci ve ikinci ürün yerfistiğinin sulanması. Bölge Toprak Su Araşt. Enst. Müd. Yayınları. Tarsus, 78(33), 1-151.
- Karavaşin, M., & Sade, B. (2011). Farklı sulama yöntemlerinin hibrit mısırdada (*zea mays* L. *indentata* s.) dane verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 47-56.
- Kazlı, A. (2005). *Tam ve Yarı Islatmalı Damla Sulamanın Fasulye (Phaseolus vulgaris L.)'nin verimi ve bitki gelişimi üzerine etkisi*. (MsC), Kahramanmaraş.
- Köksal, E. S., Kara, T., Apan, M., Üstün, H., & İlbeyi, A. (2008). Estimation of green bean yield, water deficiency and productivity using spectral indexes during the growing season. *Irrigation and drainage systems*, 22(3-4), 209-223.
- Köksal, E. S., Üstün, H., & İlbeyi, A. (2010). Bodur yeşil fasulyenin sulama zamamı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınırlarları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 25-36.
- Köksal, E. S., Üstün, H., & İlbeyi, A. (2015). Bodur yeşil fasulyenin sulama zamamı göstergesi olarak yaprak su potansiyeli ve bitki su stres indeksi sınırlarları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 24(1), 25-36.
- Köksal, H., Tari, A., Çakır, R., Kanber, R., & Ünlü, M. (2001). Su-Verim İlişkileri. *Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi (435-1)*.

- Martinez, C., Ros, G., Periago, M., Lopez, G., Ortuno, J., & Rincon, F. (1995). Physico-chemical and sensory quality criteria of green beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). *LWT-Food Science and Technology*, 28(5), 515-520.
- Marzouk, N. M., RE, A., Salman, S., & El Baky, M. A. (2016). Effect of Water Stress on Yield and Quality Traits of Different Snap Bean Varieties Grown in an Arid Environment. *Middle East J*, 5(4), 629-635.
- Özbahçe, A. (2008). *Konya ekolojik koşullarında Akman-98 bodur kuru fasulye çeşidinin verim ve verim unsurları ile besin elementleri içeriğine mangan uygulamasının etkisi*. (PhD), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak ABD, Konya.
- Saleh, S., Liu, G., Liu, M., Ji, Y., He, H., & Gruda, N. (2018). Effect of Irrigation on Growth, Yield, and Chemical Composition of Two Green Bean Cultivars. *Horticulturae*, 4(1), 3.
- Seymen, M., Türkmen, Ö., & Paksoy, M. (2010). Bazi bodur taze fasulye (*Phaseolus vulgaris* l.) çeşitlerinin konya koşullarında verim ve bazi kalite unsurlarının belirlenmesi. *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 24(3), 37-40.
- Sezen, S. M., Yazar, A., Akyıldız, A., Dasgan, H. Y. & Gencel, B. (2008). Yield and quality response of drip irrigated green beans under full and deficit irrigation. *Scientia Horticulturae*, 117(2), 95-102.
- Sezen, S. M., Yazar, A., Canbolat, M., Eker, S., & Çelikel, G. (2005). Effect of drip irrigation management on yield and quality of field grown green beans. *Agricultural Water Management*, 71(3), 243-255.
- Steduto, P., Hsiao, T. C., Fereres, E., & Raes, D. (2012). *Crop yield response to water* (Vol. 1028): FAO Rome.
- Süheri, S. (2007). *Farklı gelişme safhalarında uygulanan farklı sulama seviyelerinin şeker pancarı verimi üzerine etkileri*. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tari, A. F. (2016a). The effects of different deficit irrigation strategies on yield, quality, and water-use efficiencies of wheat under semi-arid conditions. *Agricultural Water Management*, 167, 1-10.
- Tari, A. F. (2016b). The effects of lateral spacings and irrigation water levels on yield and sugar content of drip irrigated sugar beet in semi-arid region of Turkey. *International Sugar Journal*, 118(1408), 276-283.
- Topak, R., & Albayati, İ. J. A. (2018). Effect of different dripper discharge, spacing and lateral spacing on drip irri-gated green bean yield and quality parameters. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 32(1), 50-54.
- Topak, R., Süheri, S., & Acar, B. (2011b). Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey. *Irrigation Science*, 29(1), 79-89.
- Topak, R., Ünüvar, Y., & Acar, B. (2011a). Effects of different irrigation techniques on dry bean yield water use efficiency. *Albanian Journal of Agriculture Science, Special edition*.
- Weissenbacher, M. (2009). *Sources of power: how energy forges human history*. Abc-Clío.*
- Yavuz, D., Yavuz, N., & Suheri, S. (2016a). Design and management of a drip irrigation system for an optimum potato yield.
- Yavuz, N., Çiftçi, N., & Yavuz, D. (2016b) The effects of deficit irrigation on yield of sunflower *CHEMTECH'16*, 20.
- Yenigün, S., & Erdem, T . (2019). Tekirdağ Koşullarında Patlıcan Bitkisinin Su Kullanım Özelliklerinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2) , 221-231 . DOI: 10.33462/jotaf.544637
- Yurteri, E., & Topak, R. (2017). Economical Analysis of Sprinkler and Drip Irrigated-Dry Bean Production. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 31(2), 68-75.

Determination and antifungal activities of laurel and fennel essential oils against fungal disease agents of cypress seedlings

Servi fidanlarında sorun olan fungal hastalık etmenlerine karşı defne ve rezene uçucu yağlarının antifungal etkinliklerinin belirlenmesi

Merve KARA¹, Soner SOYLU^{1*}, Musa TÜRKMEN², D. Alpaslan KAYA²


Abstract


Fusarium oxysporum and *Pestalotiopsis funerea* are the most common fungal disease agents of conifer seedlings causing root rot and shoot or tip blight diseases. In this study, chemical compositions and antifungal activities of essential oils of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and laurel (*Laurus nobilis* L.) were determined against root rot and wilt disease agents *F. oxysporum* and *P. funerea* *in vitro* conditions. Chemical compositions of essential oils were determined by using GC-MS analysis. Antifungal volatile phase effects of essential oils were determined on inhibition of mycelial growth *in vitro* conditions by using different concentrations. The effect of most effective concentrations of essential oils on the morphology of fungal hypha was also determined by using light microscope. GC-MS analysis of essential oils of laurel and fennel plants revealed that eucalyptol (52.88%) and α -terpinyl acetate (11.77%) were major components of laurel; *trans*-anethole (81.55%) and limonene (5.88%) were major components of fennel essential oils. Volatile phase effects of fennel and laurel essential oils were found to completely inhibit mycelial growth of *F. oxysporum* at 30.0 and 50.0 μ l petri⁻¹ concentrations, respectively. Complete growth inhibition of *P. funerea* by essential oil of fennel and laurel were observed at relatively lower concentrations (20.0 and 25.0 μ l petri⁻¹ concentrations, respectively). Light microscopic observations on hyphae, exposed to volatile phase of the most efficient concentrations of essential oil, revealed considerable structural deformations such as cytoplasmic coagulation, vacuolations and protoplast leakage. In conclusion, our results suggest that essential oils have the potential for use in control of fungal diseases of conifer plants.

Keywords: Fennel, laurel, essential oil, antifungal, *Fusarium*, *Pestalotiopsis*


Öz

Fusarium oxysporum ve *Pestalotiopsis funerea*, kozalaklı bitki türlerinde kök çürüklüğü, sürgün ya da uç yanıklığı olarak bilinen hastalıklara sebep olan en yaygın fungal hastalık etmenleridir. Bu çalışmada, rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) ve defne (*Laurus nobilis* L.) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların kimyasal bileşimleri ve *F. oxysporum* ve *P. funerea*'ya karşı antifungal etkileri *in vitro* koşullarda belirlenmiştir. Uçucu yağların kimyasal bileşimleri, GC-MS analizi kullanılarak belirlenmiştir. Uçucu yağların buhar fazında misel gelişimini engellemesi

^{1*}Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Soner Soylu, Hatay Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Antakya/HATAY. E-mail: soylu@mku.edu.tr  OrcID: 0000-0003-1002-8958

¹ Merve Kara, Hatay Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Department of Plant Protection, Antakya/HATAY. E-mail: mervekara@mku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-7320-3376.

² Musa Türkmen, Hatay Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Antakya/HATAY. E-mail: musaturkmen@mku.edu.tr  OrcID: 0000-0001-9914-9523.

² D. Alpaslan Kaya, Hatay Mustafa Kemal University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Antakya/HATAY. E-mail: dkaya@mku.edu.tr  OrcID: 0000-0003-3544-9214.

Atıf/Citation: Kara, M., Soylu, S., Türkmen, M., Kaya, D.A. 2020. Determination and antifungal activities of laurel and fennel essential oils against fungal disease agents of cypress seedlings. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 264-275.

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

üzerine antifungal etkileri *in vitro* koşullarda farklı konsantrasyonlar kullanarak belirlenmiştir. Işık mikroskobu kullanarak uçucu yağların en etkili konsantrasyonlarının fungus hiflerinin morfolojisine etkileri de belirlenmiştir. Uçucu yağlarının GC-MS analiz sonuçları, eucalyptol (%52.88) ve α -terpinyl acetate (%11.77)'in defnenin, *trans*-anethole (%81.55) ve limonene (%5.88)'nin ise rezene uçucu yağının ana bileşenleri olduğunu göstermiştir. Rezene ve defne uçucu yağlarının buhar fazında *F. oxysporum*'un miselyal gelişimini tamamen engelleyen konsantrasyonları sırasıyla 30.0 ve 50.0 μ l petri⁻¹ olarak belirlenmiştir. Rezene ve defne uçucu yağlarının *P. funerea*'nın gelişimini tamamen engelleyen konsantrasyonların nispeten daha düşük olduğu gözlenmiştir (sırasıyla 20.0 ve 25.0 μ l petri⁻¹ konsantrasyonlarında). Uçucu yağların buhar fazında en etkili konsantrasyonuna maruz kalan hifler üzerinde yapılan ışık mikroskobu gözlemleri, sitoplazmik pıhtılaşma, vakuolleşme ve protoplazmik içeriğin hücre dışarısına akıntısı şeklinde gerçekleşen önemli yapısal deformasyonları ortaya koymuştur. Sonuç olarak elde edilen bulgularımız, uçucu yağların kozalaklı bitkilerde sorun olan fungal hastalıklarının kontrolünde kullanım potansiyeli bulunduğunu ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Rezene, defne, uçucu yağ, antifungal, *Fusarium*, *Pestalotiopsis*

In recent years, the increase in environmental consciousness parallel to the arrangement of park-garden arrangement with the importance given to the production of conifer trees are of great importance. Fungal diseases caused by *Fusarium* spp. and *Pestalotiopsis* spp. are important factors reducing seedling production of several conifer and cypress trees, particularly in forest nurseries. *Fusarium oxysporum* is the most common fungal disease agent of conifer seedlings causing root rot and wilt diseases (Gordon et al., 2015). On the other hand, foliage blight caused by *Pestalotiopsis funerea* has been also associated with root rot, shoot or tip blight, twig dieback and stem cankers on many conifer host (Sinclair et al., 1993; Bajo et al., 2008). The complexity of these diseases and the variety of pathogen races has led to the indiscriminate use of fungicides for their control in forest nurseries. Studies looking for alternative options for controlling these diseases have focused on use of the plant extracts and essential oils which possess antifungal activity.

Essential oils have been used in many fields scientifically and commercially for many years. Cosmetic, pharmaceutical, food industry, aromatherapy and phytotherapy are the most important areas of their usage (Isman, 2000). The antimicrobial activities of some plants containing essential oil have been demonstrated in several studies (Isman, 2000; Bakkali et al., 2008; Nazzaro et al., 2017). The antimicrobial activities of the essential oils of plants are mainly due to phenolic and terpenoid components found in their structures (Pirbalouti et al., 2013). Plants rich in these components are also used as an alternative to chemicals in the treatment of many plant, animal and human diseases (Bakkali et al., 2008). Laurel (*Laurus nobilis* L.) is an evergreen plant in the form of trees or large shrubs belonging to the Lauraceae family (Chahal et al., 2017). In Turkey, this plant is widely grown naturally along the Mediterranean, Black Sea and Aegean coasts. The fruits and leaves of laurel plant are utilized (Pinheiro et al., 2017). In recent years, it has also become widespread as ornamental and hedge plants. Turkey is one of the main producers and suppliers of laurel leaves (Demir et al., 2004). The essential oil obtained from wet and dried leaves of laurel is widely used in food, perfumery, medicine and liquor industry. Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) is a plant belonging to the Umbelliferae family, mostly used as a spice or in folk medicine for stomach disorders, gas expectorant and milk enhancing effects. Antibacterial, antifungal and insecticidal activities of essential oils and extracts of medicinal plants, including fennel and laurel, were reported against several insect, plant pathogenic fungal and bacterial disease agents (Sertkaya et al., 2010; Rather et al., 2016; Kaya et al., 2018; Aktepe et al., 2019; Karabüyük and Aysan, 2019). Antifungal activities of essential oils of different plants against *Fusarium* spp. and *P. funerea* has been reported (Ozcan et al., 2006; Cheng et al., 2011; Ho et al., 2012; Park et al., 2017; Soyulu and Incekara, 2017; Bayar et al., 2018). Although antifungal activities of laurel and fennel were investigated against *Fusarium oxysporum*, there is no study reporting antifungal activities of these essential oils against *Pestalotiopsis funerea*.

In this study, with the objective of finding alternative and environmentally friendly strategies to control fungal diseases in conifer seedlings, chemical compositions and antifungal activities of essential oils obtained from seeds of fennel (*F. vulgare*) and leaves of laurel (*L. nobilis*) were determined on mycelial growth of fungal disease agents *F. oxysporum* and *P. funerea* *in vitro* conditions.

Material and Method

Extraction of plant essential oils

Air-dried leaves of laurel and seeds of fennel plants (200 g, each) were used to extract essential oils. These materials were collected from the plants growing in Hatay Province of Turkey and identified by Prof. Dr. I. Uremis. Essential oils used in this study were extracted by steam-distillation for 3 h with Clevenger's apparatus, according to European Pharmacopoeia method (Council of Europe, 1997). The oils were separated, dried over anhydrous sodium sulphate and stored in an amber bottle at 4°C until used.

Characterization by GC-MS of essential oils

The components of the essential oils of the plants were determined by gas-chromatographic method. Determination of essential oil components was carried out with Thermo Scientific ISQ Single Quadrupole model gas chromatographic device under the following conditions. TR-FAME MS model, 5% Phenyl Polysilphenylene-

siloxane, 0.25 mm inner diameter x 60 m length, 0.25 μ m film thickness column was used. Helium (99.9%) was used as the carrier gas at a flow rate of 1 mL / min. The ionization 22 energy was set at 70 eV, the mass range m/z was 1.2-1200 amu. Scan Mode was used for data collection. The MS transfer line temperature was 250°C, the MS ionization temperature was 220°C, the injection port temperature was 220°C, the column temperature was initially 50 ° C and the temperature was increased to 220°C with a rate of heat increase of 3°C/min. The structure of each compound was identified using mass spectra with the Xcalibur program (Wiley 9).

Isolation of fungal disease agent

Fungal disease agents *F. oxysporum* and *P. funerea* were isolated from roots and stems of infected seedling of *Cupressus macrocarpa* growing in forest nursery in Hatay province of Turkey. Fungal disease agents *F. oxysporum* and *P. funerea* were tested for pathogenicity on 1-year-old and 4-year-old pot-grown *Cupressus macrocarpa* saplings (Kurt et al., 2017), respectively and identified based on morphological characteristics (Mordue, 1976; Leslie and Summerell, 2006) and MALDI-TOF analysis (Duman and Soylu, 2019). Fungal disease agent *F. oxysporum* caused typical root rot and wilting and *P. funerea* was found to be highly virulent on 4-year-old pot-grown *Cupressus macrocarpa* saplings five weeks after inoculations by causing bark necrosis or small cankers (1.0 to 2.5 cm long) on inoculated stems.

Antifungal effect of essential oils on mycelial growth

The *in vitro* antifungal volatile phase effects of laurel and fennel essential oils against *F. oxysporum* and *P. funerea* was determined towards mycelial growth of both fungal disease agents as described before (Soylu et al., 2010). The single spore-culture of each fungal isolates were grown on Potato Dextrose Agar (PDA) medium at 25°C for 3–5 days. Sterile PDA was poured into sterile 90 mm glass Petri plates (20 ml/plate). Different concentrations of essential oils were dropped on the inner surface of each petri lids. PDA disc (6 mm) from the edge of a 5-days old test isolates were placed at the center of each plate. In order to prevent loss of essential oils from the plates, inoculated petri plates were immediately sealed with parafilm and subsequently incubated at 25°C in incubator. Inhibitory effect of each concentrations of essential oils were monitored and fungal colony diameter were measured daily. PDA plate without essential oil was used as control. The mean growth values were obtained and then converted in to the inhibition percentage of mycelial growth in relation to the control treatment by using the formula, $MGI (\%) = ((dc)dt)/(dc) \times 100$, where dc and dt represent mycelial growth diameter in control and treated Petri plates, respectively. In addition, the effect of most effective concentrations of essential oils on the morphology of fungal hypha was also determined by using light microscope as described before (Soylu et al., 2007).

Statistical analysis

In vitro antifungal experiments were performed twice with at least three replications of each oil concentration. SPSS statistic program (version 17, USA) was performed for all calculations and statistical analysis. Analysis of variance was used to assess treatment effects. The significant differences between concentrations were determined by means of Duncan's Multiple Range Test ($P < 0.05$). The efficient concentration (EC_{50}) values for each essential oil were estimated by using Probit analysis.

Results and Discussion

Chemical compositions of essential oils

The average yields of essential oils obtained by steam distillation from fennel seeds and dried laurel leaves were determined. Laurel leaves had considerably had higher yield in essential oil (3.4%) compare to that obtained from fennel seed (2.15%). The percentage of fennel oil yield reported by Kan et al. (2006) was between 2.90-3.20%. In our study, the rate of essential oil obtained from fennel seeds was determined between 1.70-2.60%. The percentage of laurel leaf oil yield reported by Uyar (2014) at different harvest times ranged from 0.60% to 5.87%. while this rate was determined to be between 1.80-5.00% in our study.

The chemical components of essential oil from fennel seeds and laurel leaves were identified by GC and GC-MS analysis. The chromatograms of the both essential oil components is given in Figure 1, list of compounds determined are given in Table 1.

A total of 34 components were detected in fennel essential, representing 99.18% of the total essential oil. Among the component, *trans*-Anethole (81.55%) was determined as the most abundant compound which was followed by limonene (5.88%) and estragole (4.75%) respectively (Table 1). Following GC-MS analysis, a total of 48 components, representing 99.86% of the total essential oil, were detected in laurel essential oil (Table 1). Eucalyptol (52.88%) was determined as the major component which was followed by α -terpinyl acetate (11.77%), sabinene (8.05%), α -pinene (5.32%), β -pinene (3.65%) and terpinen-4-ol (2.83%).

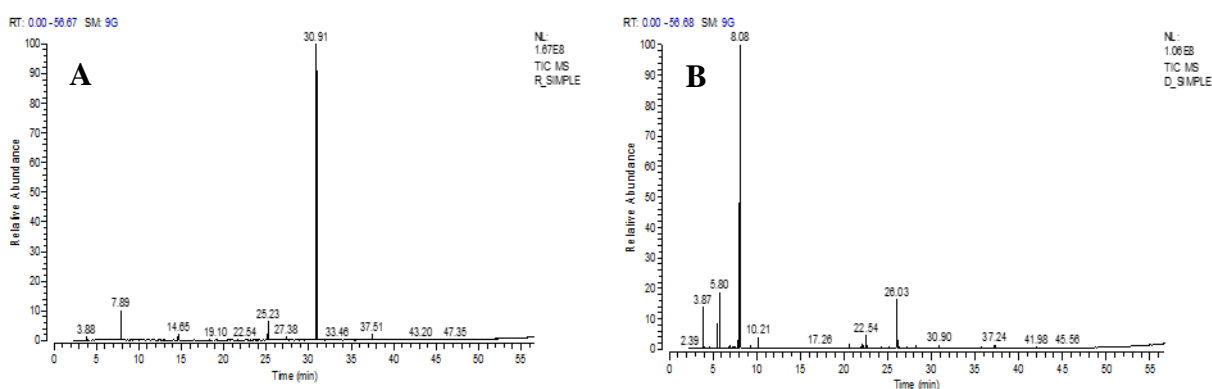


Figure 1. The chromatograms of the essential oil of seeds of fennel (A) and leaves of laurel (B).

Table 1. Chemical compositions of essential oil of fennel seeds and laurel leaves.

RT	Compound Name	SI	RSI	Laurel	Fennel
				Area %	Area %
3.88	α -Pinene	985	993	5.32	0.53
4.64	Camphene	956	980	0.22	-
5.50	β -Pinene	751	906	3.65	0.16
5.81	Sabinene	939	979	8.05	0.20
6.91	β -Myrcene	948	964	0.67	-
7.33	α -Terpinene	932	963	0.35	-
7.59	1,8-Epoxy-p-menth-2-ene	816	896	0.29	-
7.89	Limonene	987	992	1.33	5.88
8.09	Eucalyptol (1,8-cineole)	927	978	52.88	0.30
8.16	β -Phellandrene	769	922	-	0.05
9.06	<i>cis</i> -Ocimene	948	977	0.09	0.26
9.36	γ -Terpinene	847	936	0.56	0.09
10.22	<i>o</i> -Cymene	957	968	1.99	0.26
10.58	α -Terpinolene	867	927	0.14	-
14.27	3-Hexen-1-ol	870	972	0.13	-
14.65	Fenchone	985	985	-	1.53
17.02	<i>cis</i> -limonene-1,2-epoxide	560	825	-	0.04
17.26	<i>trans</i> -Sabinene hydrate	922	968	0.28	-
18.30	Hexadecatrienoic acid, methyl ester	654	681	-	0.04
19.11	Camphor	653	872	-	0.04
20.45	<i>cis</i> -Sabinene hydrate	855	954	0.19	-
20.60	Linalool	962	979	0.79	-
21.03	Terpineol	691	880	0.12	-

21.15	Pinocarvone	725	871	0.13	-
21.62	Endobornyl acetate	876	937	0.15	-
21.99	β -Elemene	947	963	0.58	-
22.12	<i>trans</i> -Caryophyllene	969	981	0.92	-
22.55	Terpinen-4-ol	543	722	2.83	0.05
22.72	Hexadecadienoic acid, methyl ester	473	562	-	0.04
23.43	Myrtenal	820	926	0.20	-
23.55	Verbenol	816	886	0.28	0.04
24.31	β -Fenchyl alcohol	840	888	0.55	-
24.46	<i>trans</i> -Pinocarveol	900	947	0.20	-
24.83	α -Humulene	772	833	0.09	-
25.16	L- α -Terpineol	857	934	0.42	0.07
25.23	Estragole	989	992	-	4.75
25.75	Heptadecen-8-ynoic acid, methyl ester	488	564	-	0.04
26.03	α -Terpinyl acetate	983	994	11.77	-
26.30	Germacrene -D	899	974	0.29	-
26.64	β -Chamigrene	800	852	0.15	-
26.85	α -Selinene	617	790	0.11	-
27.22	γ -Elemene	851	905	0.38	-
27.38	Carvone	970	982	-	0.94
27.50	Limonene oxide	626	785	0.14	-
28.13	Pleiocarpamine	466	510	-	0.04
28.22	Germacrene A	925	972	0.56	-
28.84	α -Humulene	865	885	0.23	-
29.51	Myrtenol	811	914	0.13	-
29.74	Dotriacontane	495	561	0.08	0.03
29.91	Hexadecatrienoic acid, methyl ester	599	631	0.12	-
30.91	<i>trans</i> -Anethole	990	995	0.77	81.55
31.10	<i>trans</i> -Carveol	679	863	-	0.04
31.62	Colchifoleine	466	509	-	0.03
35.72	Caryophyllene oxide	898	958	0.28	-
35.97	Butanoic acid, heptafluoro-, methyl ester	617	669	-	0.03
37.51	Benzaldehyde, 4-methoxy	983	987	0.71	1.76
40.40	Spathulenol	827	866	0.13	-
40.70	Lutein	335	450	-	0.03
41.49	2-Propen-1-ol, 3-phenyl-, acetate	577	685	0.08	-
41.58	Anisyl acetone	800	934	-	0.08
41.99	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)	895	920	0.32	-
43.20	Propanone, 1-(4-methoxyphenyl)	762	880	-	0.10
43.48	Ascaridole epoxide	488	687	-	0.06
43.56	β -Eudesmol	665	882	0.13	-
47.46	Dillapiole	455	648	-	0.06
47.67	Astaxanthin	400	418	-	0.03
50.75	Heptanoic acid, docosyl ester	347	383	-	0.03
55.50	Octadecanoic acid, ethyl ester	469	500	0.08	-

RT: Retention Time; SI: Similarity Index; RSI: Reversed Search Index.

The essential oil of medicinal and aromatics plants has been reported to contain a wide variety of compounds, such as phenolics, nitrogen compounds, vitamins, terpenoids, and some other endogenous metabolites, which possess antimicrobial and antioxidant activities (Pirbalouti et al., 2013). A number of studies on the chemical composition of the essential oils obtained from different parts of fennel and laurel growing in various regions including Turkey were published. *Trans*-anethole and estragole are the major constituents of the essential oils of different fennel chemotypes. *Trans*-anethole differs from its isomer estragole in the position of the double bond of propenyl chain as reported (Gross et al., 2002; Ahmed et al., 2019; Wodnicka et al., 2019). High presence of

trans-anethole in our sample clearly reveals that our sample is *trans*-anethole-rich chemotype of fennel. Although some differences observed, the chemical composition of the fennel essential oil agrees with same species from different countries including Turkey (Yamini et al., 2002; Mimica-Dukic et al., 2003; Ozel et al., 2019; Kalleli et al., 2019). There are a many studies on chemical compositions of the EO obtained from the leaves of *L. nobilis* from different locations of the world. Very recent study, conducted by Elkiran et al. (2018), investigated chemical compositions of essential oils from seeds and leaves of laurel (*Laurus nobilis* L.). According to results of GC-GC/MS system, monoterpenoids such as eucalyptol and α -terpinyl acetate were determined in the highest concentrations within both essential oils. Similar results were also reported essential oils of laurel grown in different parts of Turkey (Sangun et al. 2007; Yalcin et al., 2007; Perez et al., 2007; Ozcan et al., 2010, Yılmaz and Deniz, 2017). Isoeugenol, α -pinene and linalool were also reported as the main components of essential oils of leaves of *L. nobilis* from other countries which is in contrast with the results of the present study (Bozbouita et al., 2003; Choudhary et al., 2013; Peixoto et al., 2017, Pinheiro et al., 2017, Chahal et al., 2017). According to previous reports, the yield and composition of essential oil varies with genetic and environmental factors, as well as developmental stage and extraction methods like steam distillation, hydro distillation and soxhlet extraction (Woolf, 1999).

Antifungal activity of essential oils against mycelial growth of fungal isolates

The volatile inhibitory effects of different concentrations of essential oils against two tested fungal disease agents *P. funerea* and *F. oxysporum* are given in Table 2 and 3. Both essential oils inhibited mycelial growth of fungal disease agents in a dose dependent manner (Figure 2). Complete mycelial growth inhibition by fennel and laurel essential oils against *P. funerea* were observed at 20 and 25 ml/petri concentrations, respectively (Table 2, Figure 2). The efficient concentration (EC₅₀) for fennel and laurel essential oils were estimated 5.66 and 4.31 ml/petri concentrations, respectively.

Table 2. The inhibitory effects (%) of different concentrations of volatile phase of essential oils of fennel and laurel on the mycelial growth (mm)^a of *Pestalotiopsis funerea*

Concentrations (μ l/petri)	Essential oils, mycelial growth (mm) and inhibitory effect (%)			
	Fennel	% Inhibition	Laurel	% Inhibition
0.0	81.00d	-	81.0e	-
5.0	41.33c	48.97	33.33d	58.85
10.0	21.66b	73.25	20.67c	74.49
15.0	18.0b	77.78	14.66b	81.89
20.0	0.00a	100.0	10.0b	87.65
25.0	0.00a	100.0	0.00a	100.0
EC ₅₀ ^b	5.66		4.31	

^a The mean mycelial growth of fungal agent determined was based on the measurements of 3 replicate plates, recorded at 7 days after inoculation. Mean values within the column followed by different letters are significantly different according to Duncan Multiple Range Test ($P < 0.05$).

^b The estimated efficient concentration (EC₅₀) values (ml petri⁻¹) for each essential oil were estimated by using Probit analysis.

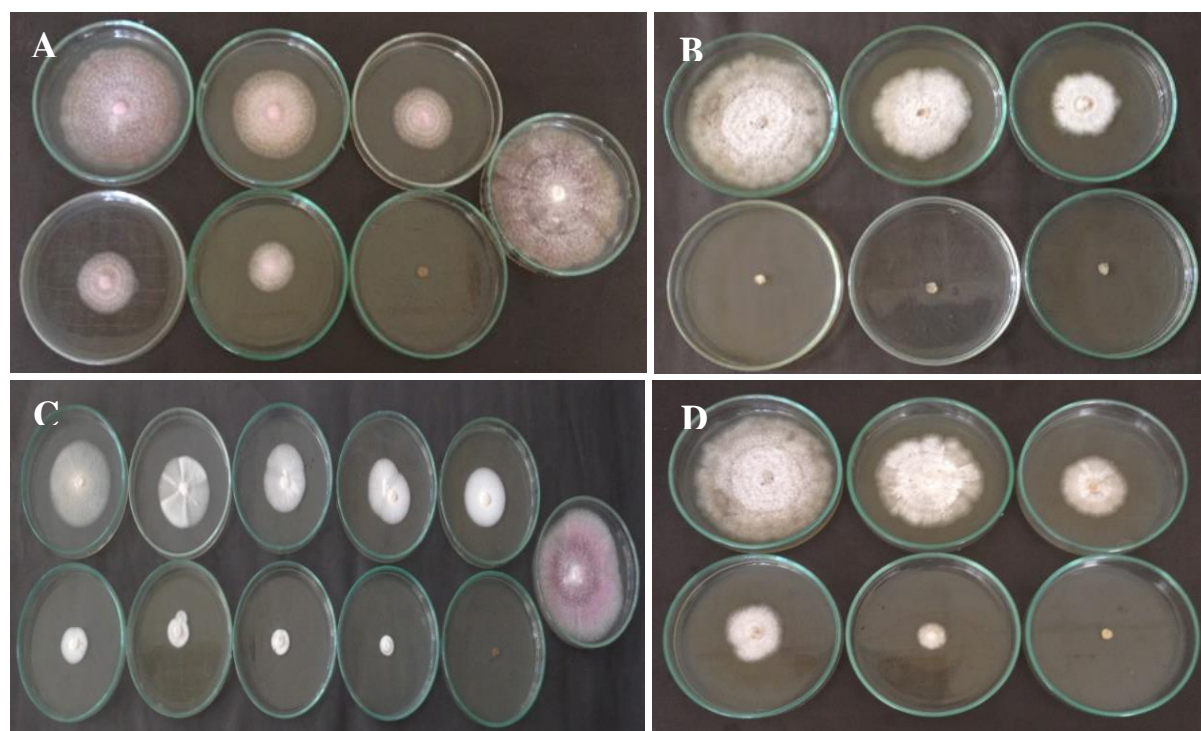
Complete mycelial growth inhibition by fennel and laurel essential oils against *F. oxysporum* were observed at 30 and 50 ml/petri concentrations, respectively (Table 3, Figure 2). The efficient concentration (EC₅₀) for fennel and laurel essential oils were estimated 10.98 and 15.04 ml/petri concentrations, respectively.

Table 3. The inhibitory effects (%) of different concentrations of volatile phase of essential oils of fennel and laurel on the mycelial growth (mm)^a of *Fusarium oxysporum*

Concentrations (μ l/petri)	Essential oils, mycelial growth (mm) and inhibitory effect (%)			
	Fennel	% Inhibition	Laurel	% Inhibition
0.00	84.67f	-	82.33j	-
5.00	70.0e	17.33	63.33i	23.07
10.00	46.67d	44.88	54.33h	34.01
15.00	30.00c	64.57	45.67g	44.53
20.00	25.00c	70.47	36.67f	55.46
25.00	16.33b	80.71	30.67e	62.75
30.00	0.0a	100.0	24.33d	70.44
35.00	0.0a	100.0	20.67cd	74.90
40.00	0.0a	100.0	16.67c	79.76
45.00	0.0a	100.0	10.67b	87.04
50.00	0.0a	100.0	0.0a	100.0
EC₅₀	10.98		15.04	

^aThe mean mycelial growth of fungal agent determined was based on the measurements of 3 replicate plates, recorded at 7 days after inoculation. Mean values within the column followed by different letters are significantly different according to Duncan Multiple Range Test ($P < 0.05$).

^bThe estimated efficient concentration (EC₅₀) values (ml petri⁻¹) for each essential oil were estimated by using Probit analysis.

**Figure 2.** The antifungal activities of different concentrations of volatile phase of fennel (A and B) and laurel (C and D) essential oils on the mycelial growth of *Fusarium oxysporum* (A and C) and *Pestalotiopsis funerea* (B and D).

In previously published studies, there are many reports on concentration-dependent antifungal activities of essential oils whereby the mycelial growth suppressed with increase in the concentration of essential oils from taxonomically different medicinal plants, including fennel and laurel, against several subspecies of *Fusarium* spp. The antifungal activity of the essential oils of *Laurus nobilis* plants inhibited *in vitro* mycelial growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (Bayar et al., 2018), *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Soylu and Incekara, 2017) in a dose-dependent manner. Similarly, fennel essential oil was also reported to inhibit *in vitro* conidial germination and mycelial growth of *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* (Park et al., 2017), *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* (Soylu and Incekara, 2017), *Fusarium subglutinans*, *F. verticillioides*, *F. oxysporum*,

F. tricinctum, *F. sporotrichioides*, *F. equiseti*, *F. incarnatum* and *F. proliferatum* (Ozcan et al., 2006; Starovic et al., 2016).

Comparison to antifungal activities of essential oils against *Fusarium* spp., very few studies were, however, conducted to determine antifungal activities of essential oils against *Pestalotiopsis* spp. Essential oils of ginger oleoresin (GO) against olive fruit rot disease agent *P. microspora* (Chen et al., 2018), *Cymbopogon citratus* and hydrolate soursop (*Annona muricata*) against *Pestalotiopsis* sp. (Bibiano and Saber, 2017), *Chamaecyparis formosensis* and *Cunninghamia konishii* against *Pestalotiopsis funerea* (Cheng et al., 2011; Ho et al., 2012) were reported to have strong inhibitory effect on mycelial growth of the fungal pathogen. To best of our knowledge, this study was the first study to show that essential oils of fennel and laurel have antifungal activities against *Pestalotiopsis funerea*.

Moreover, microscopical observations of essential oil treated fungal hyphae clearly revealed significant alterations in the both fungal hyphae (Figure 3 and Figure 4). Volatile compounds of each essential oils damaged to plasma membrane and changed the morphology of fungal hyphae, which were resulted in distortion, sunken and shriveled fungal mycelia of the disease agents (Figure 3 and 4). Shrivelled hyphal aggregates, reduced hyphal diameters and lyses of hyphal wall were commonly observed in fennel oil treated mycelium, compared with thick, elongated, normal mycelial growth in controls. Laurel oil mainly caused marked deformations, cytoplasmic coagulations and necrosis. This kind of modifications may be related to the effect of the essential oil as enzymatic reactions regulating wall synthesis (Rasooli et al., 2006).

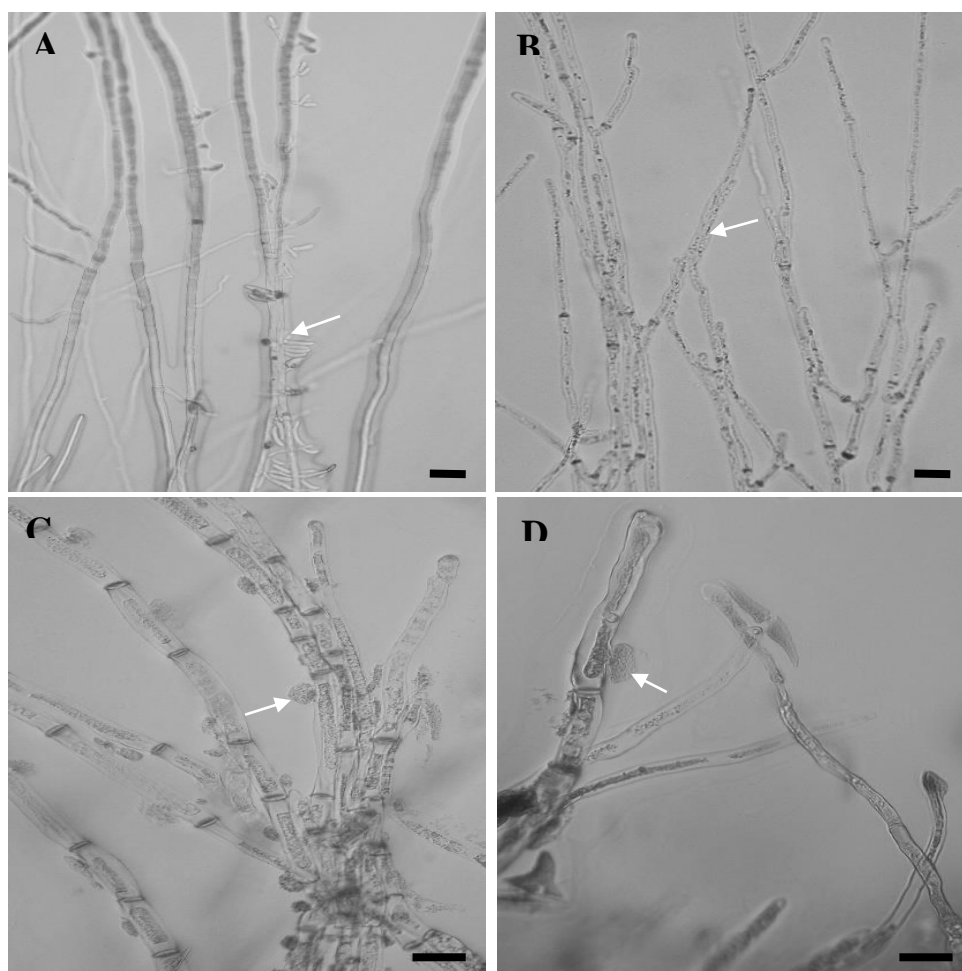


Figure 3. Effect of essential oils of laurel and fennel on hyphal morphology of *Fusarium oxysporum*. (A) Hyphae growing on control petri plate without essential oil. Volatile phase effects of laurel (B) and fennel (C and D) essential oils, respectively, on hyphal morphology. Note

cytoplasmic coagulation, vesiculation (arrow) in plate (B) and hyphal shrinkage and outflow of cytoplasmic content (arrows) following lysis of hyphal wall in plate (C and D). Bar=20 μ m

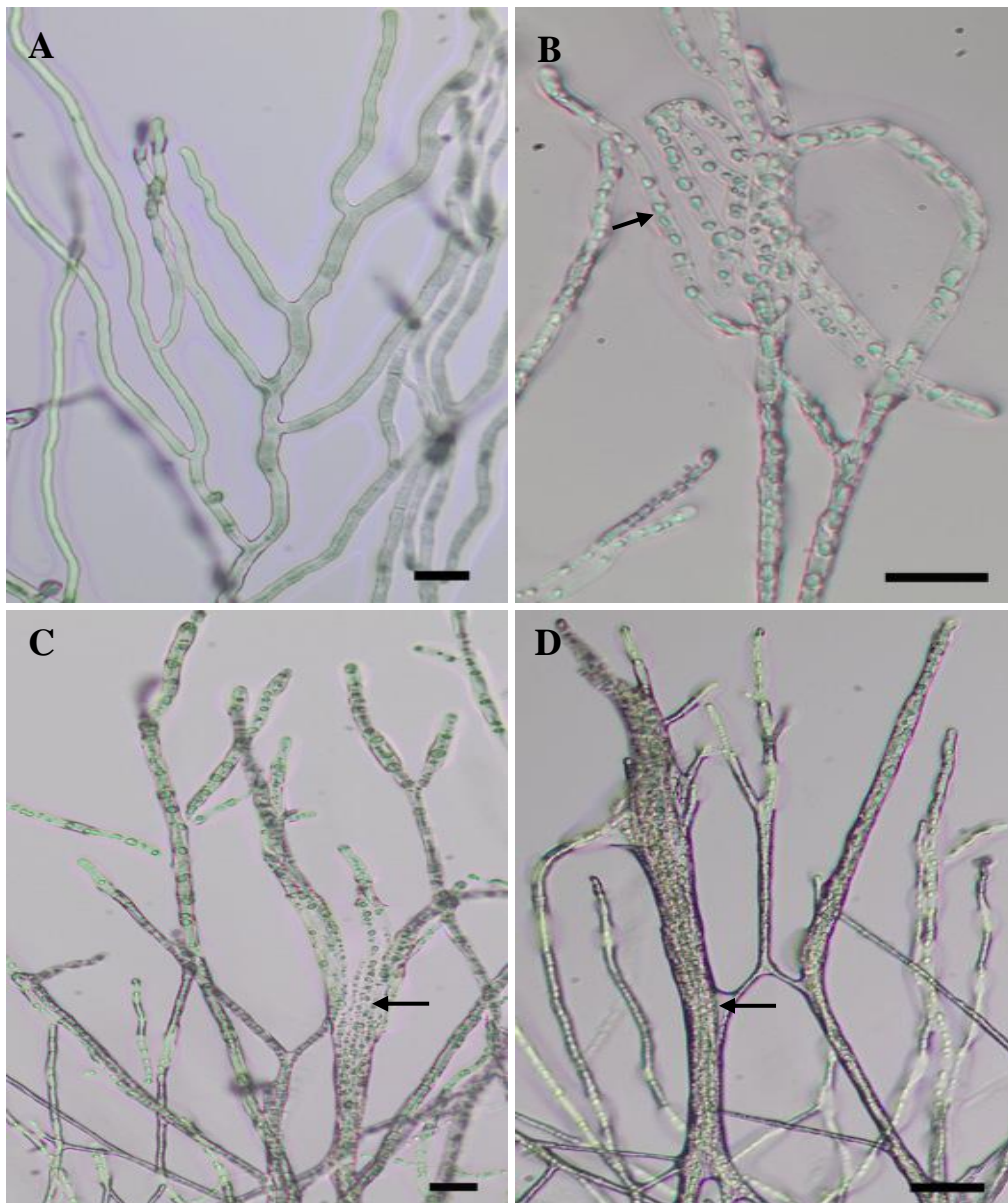


Figure 4. Effect of essential oil of fennel and laurel on hyphal morphology of *Pestalotiopsis funerea*. (A) Hyphae growing on control medium. Volatile phase effects of laurel (B) and fennel (C and D) essential oils, respectively, on hyphal morphology. Note cytoplasmic coagulation and vesiculation (arrow) in plate (B) and hyphal shrinkage and necrosis (arrows) following lysis of hyphal wall in plate (C and D). Bar=20 μ m

The observations made with light microscopy are in accordance with previously published studies which verified that essential oils of medicinal plants caused the morphological alterations on the fungal hyphae of taxonomically different plant fungal disease agents (Bianchi et al., 1997; Fiori et al., 2000; Soylu et al., 2007).

Conclusions

In conclusion, our results suggest that essential oils have the potential for use in control of soil borne fungal disease agents such as *F. oxysporum* and *P. funerea* used in this study. The essential oils tested in this study could be considered as potential alternatives for synthetic fungicides with modification as their structures could lead to the development of new classes of antifungal compounds.

References

- Ahmed, A.F., Shi, M.J., Liu, C.Y., Kang, W.Y. (2019). Comparative analysis of antioxidant activities of essential oils and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Egypt and China. *Food Science and Human Wellness*, 8: 67-72.
- Aktepe, B.P., Mertoğlu, K., Evrenosoğlu, Y., Aysan, Y. (2019). Farklı bitki uçucu yağların *Erwinia amylovora*'ya karşı antibakteriyel etkisinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1): 34-41.
- Bajo, J., Santamaria, O., Diez, J.J. (2008). Cultural characteristics and pathogenicity of *Pestalotiopsis funerea* on *Cupressus arizonica*. *Forest Pathology*, 38: 263-274.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., Waomar, M. (2008). Biological effects of essential oils-A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475.
- Bayar, Y., Onaran, A., Yılar, M., Gul, F. (2018). Determination of the essential oil composition and the antifungal activities of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and bay Laurel (*Laurus nobilis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21: 548-555.
- Bianchi, A., Zambonelli, A., Zechini D'aulerio, A., Bellesia, F. (1997). Ultrastructural studies of the effects of *Allium sativum* on phytopathogenic fungi *in vitro*. *Plant Disease*, 81: 1241-1246.
- Bibiano, H.D., Saber, M.L. (2017). Mycelial growth inhibition of plant pathogenic fungi by extracts. *Revista Agrogeoambiental* 9: 61-71.
- Bouzouita, N., Nafti, A., Chaabouni, M.M., Lognay, G.C., Marlier, M., Zghoulli, S., Thonart, P.H. (2001). Chemical composition of *Laurus nobilis* oil from Tunisia. *Journal of Essential Oil Research*, 13: 116-117.
- Burt, S. (2004). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods – A review. *International Journal of Food Microbiology*, 94: 223-253.
- Chahal, K.K., Kaur, M., Bhardwaj, U., Singla, N., Kaur, A. (2017). A review on chemistry and biological activities of *Laurus nobilis* L. essential oil. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6: 1153-1161.
- Chen, T.W., Lu, J., Kang, B.B., Lin, M.S., Ding, L.J., Zhang, L.Y., Chen, G.Y., Chen, S.J., Lin, H.T. (2018). Antifungal activity and action mechanism of ginger oleoresin against *Pestalotiopsis microspora* isolated from Chinese olive fruits. *Frontiers in Microbiology* 9: 2583.
- Cheng, S.S., Lin, C.Y., Gu, H.J., Chang, S.T. (2011). Antifungal activities and chemical composition of wood and leaf essential oils from *Cunninghamia konishii*. *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 31: 204-217.
- Choudhary, D., Kala, S.P., Todaria, N.P., Dascupta, S., Kinhal, G., Kollmair, M. (2013). Essential oil from bay leaves in India and Nepal: An analysis for quality oriented value chain development. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 3: 11-17.
- Council of Europe (1997). European Pharmacopoeia. (3rd ed). Strasbourg: Council of Europe.
- Demir, V., Gunhan, T., Yagcioglu, A.K., Degirmencioglu, A. (2004). Mathematical modelling and the determination of some quality parameters of air-dried bay leaves. *Biosystems Engineering*, 88: 325-335.
- Duman, K., Soylu, S. (2019). Characterization of antagonistic and plant growth-promoting traits of endophytic bacteria isolated from bean plants against *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola*. *Bitki Koruma Bülteni*, 59 (3): 59-69.
- Elkiran, O., Akbaba, E., Bağcı, E. (2018). Constituents of essential oils from leaves and seeds of *Laurus nobilis* L.: A Chemotaxonomic approach. *Bangladesh Journal of Botany*, 47(4): 893-901.
- Fiori, A.C.G., Schwan-Estrada, K.R.F., Stangarlin, J.R., Vida, J.B., Scapim, C.A., Cruz, M.E.S., Pascholati, S.F. (2000). Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella bryoniae*. *Journal of Phytopathology*, 148: 483-487.
- Gordon, T.R., Swett, C.L., Wingfield, M.J. (2015). Management of Fusarium diseases affecting conifers. *Crop Protection*, 73: 28-39.
- Gross, M., Friedman, J., Dudai, N., Larkov, O., Cohen, Y., Bar, E., Ravid, U., Putievsky, E., Lewinsohn, E. (2002). Biosynthesis of estragole and t-anethole in bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *vulgare*) chemotypes. Changes in SAM: phenylpropene O-methyltransferase activities during development. *Plant Science*, 163: 1047-1053.
- Ho, C.L., Hua, K.F., Hsu, K.P., Wang, E.I.C., Su, Y.C. (2012). Composition and antipathogenic activities of the twig essential oil of *Chamaecyparis formosensis* from Taiwan. *Natural Product Communications*, 7: 933-936.
- Isman, B.M. (2000). Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Protection*, 19: 603-608.
- Kalleli, F., Rebey, I.B., Wannes, W.A., Boughalleb, F., Hammam, M., Tounsi, M.S., M'hamdi, M. (2019). Chemical composition and antioxidant potential of essential oil and methanol extract from Tunisian and French fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds. *Journal of Food Biochemistry*, 43: 12935.
- Kan, Y., Kartal, M., Aslan, S., Yıldırım, N. (2006). Farklı koşullarda yetiştirilen rezene meyvelerinin uçucu yağ bileşenleri. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 35(2): 95-101.
- Karabüyük, F., Aysan, Y. (2019). Bazı bitki ekstraktlarının *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*'nun neden olduğu domates bakteriyel benek hastalığına antibakteriyel etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2): 231-243.
- Kaya, K., Sertkaya, E., Üremiş, İ., Soylu, S. (2018). Determination of chemical composition and fumigant insecticidal activities of essential oils of some medicinal plants against the adults of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *KSU Journal of Agriculture and Nature*, 21: 708-714.
- Kurt, S., Uysal, A., Kara, M., Soylu, S., Soylu, E.M. (2017). Natural infection of potato by *Sclerotinia sclerotiorum* causing stem rot disease in Turkey. *Australasian Plant Disease Notes*, 12: 39.
- Leslie, J.F., and Summerell, B.A. (2006). The Fusarium Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Ames, Iowa, 388 pages.
- Mimica-Dukic, N., Kujundzic, S., Sokovic, M., Couladis, M. (2003). Essential oil composition and antifungal activity of *Foeniculum vulgare* Mill. obtained by different distillation conditions. *Phytotherapy Research*, 17: 368-371.
- Mordue, J.E.M. (1976). *Pestalotiopsis funerea*. *CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria*, 514: 1-2.
- Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., Feo, V.D. (2017). Essential oils and antifungal activity. *Pharmaceuticals*, 10: 86.
- Ozcan, M.M., Chalchat, J.C., Arslan, D., Ates, A., Unver, A. (2006). Comparative essential oil composition and antifungal effect of bitter fennel (*Foeniculum vulgare* ssp. *piperitum*) fruit oils obtained during different vegetation. *Journal of Medicinal Food*, 9: 552-561.
- Ozcan, B., Esen, M., Sangun, M.K., Coleri, A., Caliskan, M. (2010). Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of *Laurus nobilis* seed oil. *Journal of Environmental Biology*, 31: 637-641.

- Ozel, A., Kosar, I., Demirbilek, T., Erden, K. (2019). Changes in yields and volatile oil composition of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in high plant populations. *Italian Journal of Agronomy*, 14: 147-152.
- Park, J.Y., Kim, S.H., Kim, N.H., Lee, S.W., Jeun, Y.C., Hong, J.K. (2017). Differential inhibitory activities of four plant essential oils on *in vitro* growth of *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* causing Fusarium wilt in strawberry plants. *Plant Pathology Journal*, 33: 582-588.
- Peixoto, L.R., Rosalen, P.L., Ferreira, G.L., Freires, I.A., de Carvalho, F.G., Castellano, L.R., de Castro, R.D. (2017). Antifungal activity, mode of action and anti-biofilm effects of *Laurus nobilis* Linnaeus essential oil against *Candida* spp. *Archives Oral Biology*, 73: 179-185.
- Perez, R.A., Navarro, T., de Lorenzo, C. (2007). HS-SPME analysis of the volatile compounds from spices as a source of flavour in 'Campo Real' table olive preparations. *Flavour and Fragrance Journal*, 22: 265-273.
- Pirbalouti, A.G., Firoznehad, M., Craker, L., Akbarzadeh, M.A. (2013). Essential oil compositions, antibacterial and antioxidant activities of various populations of *Artemisia chamaemelifolia* at two phenological stages. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 23: 861-869.
- Pinheiro, L.S., Filho, A.A.O., Guerra, F.Q.S., Menezes, C.P., Santos, S.G., Sousa, J.P., Dantas, T.B., Lima, E.O. (2017). Antifungal activity of the essential oil isolated from *Laurus nobilis* L. against *Cryptococcus neoformans* strains. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 7: 115-118.
- Rasooli, I., Rezaei, M.B., Allameh, A. (2006). Growth inhibition and morphological alterations of *Aspergillus niger* by essential oils from *Thymus eriocalyx* and *Thymus x-parlock*. *Food Control*, 17: 359-364.
- Rather, M.A., Dar, B.A., Sofi, N.S., Bhat, B.A., Qurishi, M.A. (2016). *Foeniculum vulgare*: A comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety. *Arabian Journal of Chemistry*, 9: 1574-1583.
- Sangun, M.K., Aydın, E., Timur, M., Karadeniz, H., Caliskan, M., Ozkan, A. (2007). Comparison of chemical composition of the essential oil of *Laurus nobilis* L. leaves and fruits from different regions of Hatay, Turkey. *Journal of Environmental Biology*, 28: 731-733.
- Sertkaya, E., Kaya, K., Soylu, S. (2010). Chemical compositions and insecticidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*. *Asian Journal of Chemistry*, 22: 2982-2990.
- Sinclair, W.A., Lyon, H.H., Johnson, W.T. (1993). *Diseases of Trees and Shrubs*. New York: Cornell University Press.
- Soylu, S., Yigitbas, H., Soylu, E.M., Kurt, S. (2007). Antifungal effects of essential oils from oregano and fennel on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Journal of Applied Microbiology*, 103(4): 1021-1030.
- Soylu, E.M., Kurt, S., Soylu, S. (2010). *In vitro* and *in vivo* antifungal activity of essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. *International Journal of Food Microbiology*, 143(3): 183-189.
- Soylu, E.M., Incekara, R. (2017). Biofungicidal activities of plant essential oils against cucumber root and stem rot disease caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum*. *Journal of Plant Pathology*, 99: 437-444.
- Starovic, M., Ristic, D., Pavlovic, S., Ristic, M., Stevanovic, M., AlJuhaimi, F., Svetlana, N., Ozcan, M.M. (2016). Antifungal activities of different essential oils against anise seeds mycopopulations. *Journal of Food Safety and Food Quality-Archiv Fur Lebensmittelhygiene*, 67: 72-78.
- Wodnicka, A., Huzar, E., Dzieciol, M., Krawczyk, M. (2019). Comparison of the composition and fungicidal activity of essential oils from fennel fruits cultivated in Poland and Egypt. *Polish Journal of Chemical Technology*, 21: 38-42.
- Woolf, A. (1999). Essential oil poisoning. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, 37: 721-727.
- Yalçın, H., Akın, M., Sanda, M.A., Çakır, A. (2007). Gas chromatography/mass spectrometry analysis of *Laurus nobilis* essential oil composition of Northern Cyprus. *Journal of Medicinal Food*, 10: 715-719.
- Yamini, Y., Sefidkon, F., Pourmortazavi, S.M. (2002). Comparison of essential oil composition of Iranian fennel (*Foeniculum vulgare*) obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(5): 345-348.
- Yılmaz, B., Deniz, İ. (2017). The effects of cultivation area and altitude variation on the composition of essential oil of *Laurus nobilis* L. grown in eastern, Western and Central Karadeniz Region. *International Journal Secondary Metabolite*, 4: 187-194.