



CİLT / VOLUME : 25

SAYI / ISSUE : 2

e-ISSN: 2667-7733 (online)

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ

MUSTAFA KEMAL UNIVERSITY

JOURNAL OF AGRICULTURAL SCIENCES

Uluslararası Hakemli Bilimsel Dergi / An International Peer Reviewed Scientific Journal



Mustafa Kemal Üniversitesi
Tarım Bilimleri Dergisi
Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences
e-ISSN:2667-7733

Sahibi/Publisher

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi adına
Prof.Dr. Okan ŞENER, Dekan

On behalf of the Faculty of Agriculture, Hatay Mustafa Kemal University
Prof.Dr. Okan ŞENER, Dean

Yazışma Adresi / Corresponding Address

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Dergi Yayın Kurulu Başkanlığı
31034 Antakya-Hatay/TURKIYE
Tel: (+90).326.2455845
Fax: (+90).326.2455832
e-mail: zfdergi@mku.edu.tr

Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, yılda üç sayı olarak yayınlanmakta ve
“TR Dizin, CAB Abstracts ve Ebsco Discovey Service” veri tabanı tarafından taranmaktadır. Her makale 2 hakem
tarafından incelenmektedir.

*Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences is published three a year and abstracted/indexed in “TR
Dizin, CAB Abstracts and Ebsco Discovey Service” databases. Each manuscript is evaluated by two referees.*

Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi

Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences

e-ISSN:2667-7733

Cilt/Volume: 25, Sayı/Number: 2, 2020

Baş Editör / Editor in Chief

Prof.Dr. Soner SOYLU, Hatay Mustafa Kemal University, Turkey

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

Prof.Dr. Erdal SERTKAYA, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Prof.Dr. Ömür BAYSAL, *Muğla Sıtkı Koçman Uni., Turkey*

Assoc. Prof.Dr. Young-Joon CHOİ, *Kunsan National Uni., South Korea*

Dr.Öğr.Üyesi Murat ÖZTÜRK, *Yozgat Uni., Turkey*

Prof.Dr. Elif ÇANDIR, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Dr. Volkan ÇEVİK, *Uni. of Bath, U.K.*

Dr. Öğr.Üyesi Ahsen Eren ÖZDEN, *Iğdır University, Turkey*

Prof.Dr. Murat KAÇIRA, *The Uni. of Arizona, USA*

Doç.Dr. Gürkan Alp Kaan GÜRDİL, *Ondokuzmayıs Uni., Turkey*

Prof.Dr. Mevlüt GÜL, *Isparta Uygulamalı Bilimler Uni., Turkey*

Prof.Dr. K. Mesut ÇİMRİN, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Prof. Dr. Mehmet Rüştü KARAMAN, *Afyon Kocatepe Uni., Turkey*

Prof.Dr. Nesrin YILDIZ, *Atatürk Uni., Turkey*

Prof.Dr. Mustafa Y. CANBOLAT, *Atatürk Uni., Turkey*

Prof.Dr. Ahmet ŞAHİN, *Ahi Evran Uni., Turkey*

Dr.Öğr.Üyesi. Aziz GÜL, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Prof.Dr. Ahmet Esen ÇELEN, *Ege Uni., Turkey*

Prof.Dr. W. Young PARK, *Fort Valley State Uni., USA*

Prof.Dr. Gülsün Akdemir EVRENDİLEK, *Bolu İzzet Baysal Uni., Turkey*

Doç. Dr. Zafer ERBAY, *Adana Alpaslan Türkeş Bil. Tek. Uni., Turkey*

Prof.Dr. Fatih EVRENDİLEK, *Bolu İzzet Baysal Uni., Turkey*

Dr. Carlos A. UTHURRY WEINBERGER, *Universidad Nacional de Río Negro, Argentina*

Yabancı Dil Editörü / Language Editor

Dr. Alim Koray CENGİZ, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Yayın Kurulu / Associate Editorial Board of Sections

Prof.Dr. Kazım MAVİ, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Prof.Dr. Şerafettin KAYA, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Prof.Dr. Erdal DAĞISTAN, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Prof.Dr. Zehra GÜLER, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Doç.Dr. Cahit ERDOĞAN, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Doç.Dr. Cengiz KARACA, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Prof.Dr. Ali KAYGISIZ, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Uni., Turkey*

Prof.Dr. İzzet AKÇA, *Ondokuz Mayıs Uni., Turkey*

Prof.Dr. Fatih ŞEN, *Ege Uni., Turkey*

Asistan Editörler Kurulu / Assistan Editorial Boards

Arş.Gör. Cenk Burak ŞAHİN, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Arş.Gör. Merve KARA, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Arş.Gör. Mücahide KÖKSAL, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Arş.Gör. Yunus Emre ŞEKERLİ, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Arş.Gör. Aybüke KAYA, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Arş.Gör. Muhammet Hanifi SELVİ, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Arş.Gör. Fulya UZUNOĞLU, *Hatay Mustafa Kemal Uni., Turkey*

Grafik Tasarımcısı / Graphics Designer

Uğur CAN

Araştırma Makalesi / Research Article

- Geographical indications and traditional products as instruments of rural development: the example of Hatay, a cultural crossroads**
Kırsal kalkınma aracı olarak coğrafi işaretler ve geleneksel ürünler: Medeniyetler şehri Hatay örneği
Gülşen KESKİN Erdal DAĞISTAN 101-107
- Use of subsurface drip irrigation and water retention barrier to effective use of water in rice**
Çeltik üretiminde suyun etkili kullanımında toprakaltı damla sulama ve su tutma bariyeri kullanımı
Kürşad DEMİREL Gökhan ÇAMOĞLU Özgür TATAR Hakan NAR Ahmet BORAN İlker EROĞLU Levent GENÇ 108-121
- Effects of nutritional practices in different periods on some yield characteristics of Kilis goats**
Kilis keçilerinde farklı dönemlerdeki besleme uygulamalarının bazı verim özellikleri üzerine etkileri
Mahmut KESKİN 122-126
- The effects of different basal medium, combinations of auxin and cytokinin, solidification types and pre-cold treatments on embryonic callus and shoot development in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars**
Farklı temel besin ortamı, sitokinin ve oksin kombinasyonları, katılaştırıcı tipi ve ön soğuk uygulamalarının ekmeçlik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin anter kültüründe embriyonik kallus ve sürgün oluşumu üzerine etkileri
Serkan URANBEY Güray AKDOĞAN Hussein Abdullah Ahmed AHMED Mikail ÇALIŞKAN 127-137
- Relationship between some soil characteristics and contribution on available phosphorus of inorganic phosphorus fractions in calcareous soils**
Kireçli topraklardaki inorganik fosfor fraksiyonlarının yayayışlı fosfora katkıları ve bazı toprak özellikleri ile ilişkileri
Kerim Mesut ÇİMRİN 138-144
- Determination of the effects of propolis ethanolic extract on some properties of fruit yoghurt during storage**
Propolis etanol ekstraktının depolama süresince meyveli yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi
Fazıl GÜNEY Ömer ERTÜRK 145-152
- Effects of foliar boron fertilization at early vegetative stages on silage yield and quality parameters of maize**
Erken gelişme döneminde yapraktan bor uygulamasının mısırın hasıl verimi ve kalitesi üzerine etkileri
Ömer KONUSKAN İbrahim ATIŞ Hüseyin GÖZÜBENLİ 153-158

Araştırma Makalesi / Research Article

- The effect of salt stress on germination and early seedling growth of some foreign origin quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars province**
Bazı yabancı orjinli kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi
Hüseyin BEYAZÇİÇEK Şaban YILMAZ 159-168
- Determination of nitrogen content of cotton plant leaves from RapidEye and PlanetScope satellite data**
RapidEye ve PlanetScope uydu bantları ile pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin belirlenmesi
Serkan KILIÇASLAN Remzi EKİNCİ Sema BAŞBAĞ 169-180
- Effects of proline and temperature applications on germination of black mulberry seeds**
Karadut tohumlarının çimlenmesi üzerine prolin ve sıcaklık uygulamalarının etkileri
Emel KAÇAL Oğuzhan ÇALIŞKAN Arif ATAK Melih AYDINLI Gökhan ÖZTÜRK Alamettin BAYAV 181-188
- Effects of different salinity stress levels on germination and early seedling performance of some tall Fescue (*F. arundinacea*) species**
Farklı tuzluluk seviyelerinin bazı kamışı yumak (*F. arundinacea*) çeşitlerin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi
Mustafa KIZILŞİMŞEK Eylül Nezahat SÜREN 189-197
- The effects of yellow coloured feather quails at different ages and periods of stroge on the egg quality characteristics**
Sarı tüy rengindeki (*Coturnix japonica*) bıldırcınlarda farklı yaş ve depolama sürelerinin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi
Ayşe Alev AVŞAR Gülşen ÇOPUR AKPINAR 198-210
- Plant preference of honey bee (*Apis mellifera* L.) over some plants grown in Mustafa Kemal University Campus**
Bal arısının (*Apis mellifera* L.) Mustafa Kemal Üniversitesi Kampüsünde bulunan bazı bitkiler üzerindeki bitki tercihi
Nadire Pelin BAHADIRLI Aziz GÜL 211-216
- Environmental impact of bio-briquettes produced from agricultural residues concerning to CO2 emissions**
Tarımsal artıklardan üretilen biyo-briketlerin CO2 emisyonları açısından çevresel etkisi
Gürkan Alp Kağan GÜRDİL 217-224
- The comparison of apple production costs in Isparta and Karaman provinces**
Isparta ve Karaman illerinde elma üretim maliyetinin karşılaştırılması
Alamettin BAYAV Bahri KARLI 225-236

Araştırma Makalesi / Research Article

- Determination of population density and infestation rates of peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) on early apricot orchards in Mersin province**
Mersin ili erkenci kayısı bahçelerinde Şeftali güvesi, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve bulaşıklık oranının belirlenmesi
İlker Ahmet SEFEROĞLU Nihat DEMİREL 237-242
- The effects of different organic fertilizers on forage yield and quality of some vetch species**
Bazı fiğ türlerinin yem verim ve kalitesi üzerine farklı organik gübrelerin etkileri
İbrahim ERTEKİN İbrahim ATIŞ Şaban YILMAZ 243-255
- A new pest of *Gossypium hirsutum* in Turkey: *Leptodemus minutus* Jakovlev 1876 (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae: Oxycareninae)**
Türkiye'de Pamukta yeni bir zararlı: *Leptodemus minutus* Jakovlev 1876 (Hemiptera: Lygaeidae: Oxycareninae)
Gülten YAZICI Erdal SERTKAYA 256-261
- Comparison of different inoculation methods in the investigation of fungal trunk diseases in grapevines**
Asmalarda fungal gövde hastalıklarının araştırılmasında farklı inokulasyon yöntemlerinin karşılaştırılması
Davut Soner AKGÜL 262-270
- Comparing hot air drying kinetics and color quality of organic and conventional sweet red peppers**
Organik ve konvansiyonel tatlı kırmızı biberlerin sıcak hava kurutma kinetiği ve renk kalitesinin karşılaştırılması
Aysel ARSLAN Yurtsever SOYSAL Muharrem KESKİN 271-283
- Assessment of Sinop Karasu Stream's physicochemical properties and microbiological pollution**
Sinop Karasu Çayı fizikokimyasal özellikleri ve mikrobiyolojik kirliliğinin araştırılması
Ayşe GÜNDOĞDU Uğur ÇARLI 284-299



Geographical indications and traditional products as instruments of rural development: the example of Hatay, a cultural crossroads

Kırsal kalkınma aracı olarak coğrafi işaretler ve geleneksel ürünler: Medeniyetler şehri Hatay örneği

Gülşen KESKİN¹ , Erdal DAĞISTAN¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.631195](https://doi.org/10.37908/mkutbd.631195)

Geliş tarihi /Received:10.10.2019

Kabul tarihi/Accepted:12.02.2020

Keywords:

Geographical indication, traditional products, rural development

✉ Corresponding author: Gülşen KESKİN

✉: gulsen.keskin@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The province of Hatay is one of Turkey's most important provinces with regard to its cultural richness and the variety of its local products, and in this study, an investigation is made of the current state of its geographical indications and traditional products, their potential, and their contribution to rural development.

Methods and Results: In this study, products and potential products with a registered geographical indication of Hatay province were obtained from the data of relevant institutions, and in-depth interviews were held with experts on the topic in those institutions. Also, observations relating to the products were made in the relevant areas. As a result, it was found that although the potential for local products was very high, the levels of exploitation and awareness were low.

Conclusions: In a globalising world, the increase in the importance of local values, the acquisition of value by local products and their contribution to rural development attract attention. In underdeveloped regions, in particular, traditional products can constitute an important opening for rural development and can create important areas of employment for women and young people.

Significance and Impact of the Study: Developing the capacity of both the public and the private sector and especially cooperatives with regard to geographical indications and achieving producer and consumer awareness are important for rural development.

Atif / Citation: Keskin G, Dağistan E (2020) Geographical indications and traditional products as instruments of rural development: the example of Hatay, a cultural crossroads. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(1) : 101-107. DOI: 10.37908/mkutbd.631195

INTRODUCTION

Throughout history, Hatay has played host to a large number of civilisations. As a natural result of this, it has a wealth of traditional and local products arising from its cultural and social diversity, making Hatay a world brand for geographical indications and traditional products.

Studies of geographical indications and traditional products, which have only recently become commoner in Turkey, have from the beginning been powered by the Chambers of Trade and Industry and the Commodity Exchanges. This also applies to Hatay, and the

registration procedures of three out of five registered products are carried out by the Antakya Chamber of Trade and Industry. Registration of the other two-fifths of products is performed by local administrations. Producers' organisations and in particular cooperatives are known to take almost no part in this process, and this is the situation in Hatay reflected in the general picture in Turkey as a whole.

As well as products which are registered or at the application stage, the large number of potential products is also important. In this process, it is necessary to provide good governance because the efforts of only

a certain proportion will not be sufficient. To this end, the Geographical Indication Registration and Cooperation Protocol was formed on 1 October 2015 between the East Mediterranean Development Agency (DOĞAKA) and Hatay Metropolitan Municipality, Hatay Mustafa Kemal University, Antakya Chamber of Trade and Industry (ATSO), Antakya Commodity Exchange and Hatay Bay Laurel and Medicinal Aromatic Plants Association (Anonim, 2016). In this way, it was aimed to increase the economic contribution of local products to the region, preserve cultural heritage, and to contribute to the promotion of the region through these products. Since then, the process has gained momentum, and Hatay's first registered product, Antakya Künefesi, has been followed with other registrations.

In this study, an examination is made of geographical indications and traditional products, recognised as means of rural development, taking account of the current and potential situation in Hatay province, and the effects on rural development.

MATERIAL AND METHODS

The primary material of the study consisted of research relevant to the topic conducted on publications and documents of the Turkish Patent and Trade Mark Institution, the Antakya Chamber of Trade and Industry, the East Mediterranean Development Agency (DOĞAKA), the Turkish Statistics Institute (TÜİK) and the European Commission. For the five products which had received geographical indication registration, in-depth interviews were also conducted with producers and experts on the topic in the relevant institutions. In this way, the current situation was shown, and it was possible to make qualitative evaluations of various elements which were necessary for rural development. Besides, sellers were interviewed on the topic in places where consumers made a lot of trade, and field observations were performed.

RESULTS and DISCUSSION

The situation with registration and products which have applied for registration

Of the five products which have received Hatay geographical indication, all have protected geographical indication. These are Antakya Künefesi, Antakya Sürkü (Antakya Çökelek cheese), Antakya Küflü Sürkü (Çökelek), Hatay İpeği (silk) and Hatay Defne Sabunu. After Geographical Indication Registration and the Cooperation Protocol, applications made from Hatay province increased: in 2017 and 2018, four products

received protected geographical indications, and in 2018, applications were made for protected designation of origin for one product and protected geographical indication for three products. These products, whose applications have not yet been concluded, are Dört Yol Satsuma Mandarin, Antakya Künefe Peyniri, Kırıkhan Havucu and Hatay Lif Kabağı. In 2019, the list was extended with Antakya Tuzlu Yoğurdu, Kırıkhan Siyah Havucu, Antakya Carra Peyniri, Antakya Kağıt Kebebi, and Samadağ Ney Kamışı (Table 1). Hatay's share of registered geographical indications was 1.15% in 2019, and its share of the total of applications was 2.12%. So far, there have been no applications or product registered as and Traditional Speciality Guaranteed (TSG) (Anonim, 2019). The best-known of Hatay's products which have GI, Antakya Künefesi, is sold by the cold chain on the national market. Another product sold outside the province and outside the country is Hatay Defne Sabunu (Kızıltuğ et al., 2017).

The only product for which a registration application has been made in Hatay for geographical indication under the European Union's Database of Origin and Registration (DOOR) is Antakya Künefesi, and for this purpose, a protocol of cooperation between DOĞAKA and ATSO was signed in 2016 (Anonim., 2018). Application for registration as protected geographical indication was made on 14 March 2019 (Anonymous, 2019a).

Various factors affect the small number of applications and the lack of completion of registration processes despite the high potential of Hatay. These are an inadequate number of scientific studies and therefore inadequate preparation of the necessary technical reports at the application stage, a lack of policy on the topic and thus inadequate financial resources, decision-makers remaining indifferent, the academic community not getting involved, producers' associations not existing at an adequate level, and the existing associations being uninformed on the topic (Avşar, 2016).

According to 2018 data from the Turkish Patent and Trademark Institution, the registration of only 4.5% of registered products in Turkey was applied for by cooperatives or producers' associations. In Hatay, there were no products which had been registered by a cooperative, association or any producers' organisation. The only application was for Dört Yol Satsuma Mandarin by the Dört Yol Citrus Producers' Association.

Table 1. Application for and registration of Hatay province geographical indication

State	Geographical Indication Name	Product / product group	Applicant	Date of Application / Registration	Type	
Registered	Antakya Künefesi	Other baker's wares	Antakya Chamber of Trade and Industry	27.12.2007	Protected Geographical Indication (PDI)	
	Antakya Sürkü	Cheeses	Antakya Chamber of Trade and Industry	26.02.2018		
	Antakya Küflü Sürkü	Cheeses	Antakya Chamber of Trade and Industry	12.06.2018		
	Hatay Defne Sabunu	Soap	Samandağ Governorate	16.10.2017		
	Hatay İpeği	Textiles	Hatay Metropolitan Municipality	30.11.2017		
Applied	Antakya Künefelik Peyniri	Cheeses	Antakya Chamber of Trade and Industry	28.08.2018	Protected Geographical Indication (PDI)	
	Antakya Tuzlu Yoğurdu	Other products of animal origin	Antakya Chamber of Trade and Industry	09.05.2019		
	Antakya Carra Peyniri	Cheeses	Antakya Chamber of Trade and Industry	19.07.2019		
	Dört Yol Satsuma Mandarini	Fruit, vegetables and cereals fresh or processed	Dört Yol Citrus Producers' Association	14.03.2018		
	Kırıkhan Havucu	Fruit, vegetables and cereals fresh or processed	Kırıkhan Chamber of Trade and Industry	04.10.2018		
	Kırıkhan Siyah Havucu	Fruit, vegetables and cereals fresh or processed	Kırıkhan Chamber of Trade and Industry	27.03.2019		Protected designation of Origin (PDO)
	Hatay Lif Kabağı	Fruit, vegetables and cereals fresh or processed	Defne Governorate	22.11.2018		
	Samandağ Ney Kamışı	Handicrafts	Antakya Chamber of Trade and Industry	29.03.2019		
Antakya Kağıt Kebabı	Foods and soups	Antakya Chamber of Trade and Industry	19.07.2019	Protected Geographical Indication (PDI)		

Source: (Anonim, 2019)

Analysis of the current situation with potential products

Thanks to its cultural diversity, the richness of its cuisine and products specific to the area, the province of Hatay has the highest potential for GIs of any Turkish province. However, only a tiny part of this potential has been brought to reality.

It is thought that there are more potential products than having so far been identified, and therefore it is essential to determine them. Table 2 shows various products of Hatay which have GI potential. Many products have been rejected because despite their high potential, they have no standard, and the scientific data and work relating to these products has been inadequate.

Table 2. Various products of Hatay province with significant potential

Product Name	
Hatay Amanoslar Püren Balı	
Hatay Cevizli Biberi	
Hatay Halhalı Zeytini	Products applied for and rejected in 2014
Hatay Hurması	
Hatay Karamani Zeytini	
Hatay Sarı Haşebi Zeytini	
Hatay Saurani Zeytini	
Yayladağ Lokumu	
Hatay Ney Kamışı	Products applied for and rejected in 2015
Hatay Akçay Şeker Portakalı	
Kırıkhan Nar Ekşisi	
Antakya Simidi	
Hatay İp Peyniri/sünme peynir	
Hatay Kömbesi	
İskenderun Tavuk Döneri	
Defne Meyvesi Yağı	
Hatay Kabak Tatlısı	
Sakit Kayısısı	Some products with significant potential
Andak Balı	
Belen Tava	
Hatay Biber Salçası	
Hatay Nar Ekşisi	
Hatay Kabak Tatlısı	
Hatay Ceviz Reçeli	
Samandağ Biberi	
Kırıkhan Kara Mehmet/Delibekirli Narı	
Kırıkhan Telbizek Portakalı	
Zahter Salatası	

Source: (Kızıltuğ et al., 2017; Anonim, 2018a); interviews with ATSO and DOĞAKA.

Assessment of geographical indications concerning rural development

Geographical indications are a different approach to production and are a means of local development which can be used to provide sustainability for local businesses and to protect cultural heritage and biodiversity (Giray and Hun, 2010). One aim of arrangements relating to geographical indications is to encourage diversity in agricultural production, and it strengthens rural development by encouraging the production of high-quality food items. GI and TSG are particularly important in developing the rural economy and protecting agriculture in disadvantaged regions (Anonymous, 2019). In order for these products to contribute to rural development and the national economy, they must first gain recognition outside their own region, and for this, they must reach consumers outside their region. In particular, when the demand for PDO products is met by a single locality, area or region, GI may be the key to local

development (Avşar, 2016).

Products which are under the protection of geographical indication increase recognition of the locality or region, and in particular protect handicrafts and agricultural products in rural areas and contribute to the development of tourism by making their name known (Kızıltuğ et al., 2017). However, a product's contribution to rural development and the sustainability of this depends on the existence of producers' associations, because a process in which the producers themselves are not involved will be limited in both its contribution and its sustainability.

Because GI and TSG show that the product is under production control and inspection for its local and traditional characteristics, they guarantee consumption of the original product, for this reason, consumers are more willing to pay, and a higher price can be charged. These price rises can be of the order of 15-80%, and may sometimes be as much as three to four times (Kızıltuğ et al., 2017; Kantaroğlu and Demirbaş 2018; Aşçı et al., 2009). However, the sustainability of GI and TSG and the contribution to rural development are only possible with inspection of the products. Also, sustainable demand for these products and an increase in this area at the same time related to purchasing power, and the provision of an increase in income in the countryside by geographical indications provides an increase in the buying power of consumers.

Although Hatay silk provides the most significant added value of any of the registered products, production the raw material, silk cocoons, is steadily falling. According to TÜİK data, in 2018, silkworm farming was being conducted in 53 businesses in 29 villages in Hatay. In the absence of encouragement to stimulate production, which is limited to one or two families in the villages where it is practised, its value is in danger of being lost. According to TÜİK data, production of fresh silk cocoons in 2000 was one tonne, but in 2018 it had fallen to 0.368 tonnes.

GIs provide local awareness on the global market and thus support local production against globalisation (Keskin, 2017; Keskin, 2018). With the international registration of Antakya Künefesi, it is expected to provide an increase in international awareness and to contribute significantly to the export of baked goods (Anonim, 2018). In Table 3, various qualitative evaluations are made of registered geographical indications. The identity of the product with the local people and the effect on local development is high for all products, but recognition of the product is low except Hatay Künefesi and Hatay İpeği.

Table 3. Evaluations concerning registered products of Hatay

Products/Indicators	Antakya Sürkü	Antakya Küflü Sürkü	Antakya Künefesi	Hatay Defne Sabunu	Hatay İpeği
Regional definition /geographical boundaries	Hatay province	Hatay province	Antakya city	Yayladağı, Samandağ, Antakya, İskenderun and Dört Yol districts	Hatay province
Recognition of product outside the region	Medium	Low	High	Medium	High
Typical producers	Mainly produced in homes		Confectioners	Homes + businesses	-
Characteristic / use of registration*	Cultural heritage, protection of traditional production method		Protection of traditional production process and trade	Protection against imitation	Cultural heritage protection and an increase in income
Identification of people with a product	High	High	High	High	High
Main problem	Creating standard recognition and demand outside the area		Imitation	Imitation	Imitation
Growth	Medium	Low	High	Medium	Low
Sensitivity to natural factors	High	High	High	High	High
Sensitivity to economic factors	Medium	Medium	High	Medium	High
Use of product potential	Low	Low	High	Medium	Low
Importance of product for rural area	High	High	High	High	High

*Primary characteristic/use

Source: Created by the authors.

CONCLUSION

Geographical indications and traditional speciality guarantees constitute an essential opening for rural development in undeveloped regions and can create an important area of employment for women and young people. For this reason, expanding capacity in both the public and private sectors, especially that of cooperatives, is vital for bringing about awareness in both producers and consumers, and for rural development. Geographical indications are not by themselves sufficient for rural development but are an essential vehicle for this.

Because of inadequacies in economic data such as on the production and inland and foreign sales of GI and TSG

products, no economic assessment of these products has been made. Therefore, it is also essential from the point of view of assessing their contributions to rural development to collect economic data on potential products and protected products.

Promotion and marketing of these products make a significant contribution to local economies and rural development. However, merely registering products which are not yet recognised outside the local market and which therefore have not yet reached national and international markets will not make a visible contribution. For this reason, promoting potential and registered products and creating awareness in producers and consumers is at least as necessary as registering the products. Having a sustainable economy in the market of

products will be enabled with supervision which provides sustainability in quality. The way to sustain economic activities of the agricultural enterprises is through observing the constantly changing technological and economic events and taking the required precautions (Acar and Gül 2016).

Therefore, in order for GI and TSG to contribute to development which will create added value in the countryside, it is necessary to:

1. Create awareness in producers and consumers
2. Identify potential products
3. Register nationally and internationally
4. Set up adequate supervision and a marketing network
5. Encourage producer organisations
6. Promote the products
7. Ensure good governance at the national and international level (Keskin 2017; Keskin 2018).

In addition to this, it is necessary to determine what contribution these products make to the rural economy and development and to keep statistics on the products in order to be able to make an economic assessment.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada kültürel zenginliği ve yöresel ürünler çeşitliliği bakımından Türkiye'nin önemli illerinden biri olan Hatay ilinin coğrafi işaretler ve geleneksel ürünlerde mevcut durumu, potansiyeli ve kırsal kalkınmaya katkıları araştırılmıştır.

Yöntemler ve Sonuçlar: Çalışmada Hatay ilinin coğrafi işaret tescilli alan ürünleri ile potansiyel ürünleri ilgili kurumların verilerinden elde edilmiş ve kurumlarda konu uzmanları ile derinlemesine mülakatlar gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, ürünlerle ilgili sahada gözlemler de yapılmıştır. Sonuç olarak yöresel ürün potansiyeli çok yüksek olmakla birlikte bunun kullanımı ve farkındalık düzeyi düşük olarak değerlendirilmiştir.

Genel Yorum: Küreselleşen dünyada yerel değerlerin öneminin artması coğrafi işaretleri ve yöresel ürünleri değerli hale getirmekte ve kırsal kalkınmaya katkılarına dikkat çekmektedir. Özellikle az gelişmiş bölgelerde geleneksel ürünler kırsal kalkınma için önemli bir açılım oluşturacak, kadınlar ve genç nüfus için önemli bir istihdam alanı yaratabilecektir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Coğrafi işaretler konusunda gerek kamu gerekse özel sektör ve özellikle de kooperatiflerin kapasite geliştirmesi, üretici ve tüketici farkındalığının gerçekleşmesi kırsal kalkınma açısından önemlidir.

Anahtar kelimeler: Coğrafi işaret, geleneksel ürünler, kırsal kalkınma.

CONFLICT OF INTEREST

The authors hereby declare that they have no conflict of interest with regard to the study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Acar M, Gül M (2016) Carrot Production-Structure and Profitability-Cost Analysis: The Case of Konya Province, Turkey. *Custos e @gronegocio on line*, 12(1): 73-88.
- Anonim (2016) Doğaka Bülten, Nisan 2016, 9:56.
- Anonim (2018) Hatay İli Gıda Ürünleri ve İçecek İmalatı Sektör Raporu, DOĞAKA, s.80-127.
- Anonim (2018a) TR63 Bölgesi Yöresel Ürünler Kataloğu, DOĞAKA, s. 1-39.
- Anonim (2019) Türk Patent ve Marka Kurumu, Coğrafi İşaret İstatistikleri, <https://www.ci.gov.tr/veri-tabani> (Erişim Tarihi: 28.08.2019)
- Anonim (2019a) Tarım İstatistikleri, <http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=kategorist> (Erişim Tarihi: 23.09.2019)
- Anonymous (2019) Bewertung von geschützten Herkunftsbezeichnungen der EU. Retrieved March 22, 2019, from <https://www.ecologic.eu/de/2431>
- Anonymous (2019a) DOOR veri tabanı, Retrieved August 06, 2019, from <https://ec.europa.eu/agriculture/quality/door/list.html?locale=en>
- Aşçı S, Giray FH, Koç AA (2009) "Competition Power of Olive Oil Sector in terms of Quality in case of Turkey' Membership to the EU", Symposium of Agriculture-2015: Olive and Olive Oil, organised by Yasar University, 29 May 2009, İzmir, Turkey.
- Avşar YK (2016) Analiz, DOĞAKA Bülten, Nisan 2016, 9:36-38.
- Giray FH, Hun Ş (2010) Isparta'da Coğrafi İşaret Potansiyeli, Isparta'nın Değerleri ve Değer Yaratma Potansiyeli Sempozyumu, Nisan 2010, Isparta.
- Kantaroglu M, Demirbaş N (2018) Türkiye'de Coğrafi İşaretli Gıda Ürünleri Üretim Potansiyelinin Değerlendirilmesi, VIII. IBANESS Kongreler Serisi – Plovdiv / Bulgaristan, 21-22 Nisan 2018, s.514-520.
- Keskin G (2017) Türkiye'de Tarımsal Potansiyelin Gizli Gücü: Coğrafi İşaretler ve Geleneksel Ürün Adları, Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi (AEÜİİBFD), 1: 115-128.

Keskin G, Gümüřay N (2018) Developments on Geographical Indications and Traditional Product Name Registration in Turkey, Proceedings of the IX International Agricultural Symposium "Agrosym 2018, October 04-07, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, pp.1996-2001.

Kızıltuğ T, elik AD, Fidan H (2017) Hatay'da Coğrafi İşaret Alan Tarım ve Gıda Ürünlerinin Durum Deđerlendirmesi, 1. Uluslararası Sosyal Bilimler ve Eğitim Araştırmaları Sempozyumu, 3-5 Kasım 2017, Antalya, s. 223-232.



Use of subsurface drip irrigation and water retention barrier to effective use of water in rice

Çeltik üretiminde suyun etkili kullanımında toprakaltı damla sulama ve su tutma bariyeri kullanımı

Kürşad DEMİREL¹ , Gökhan ÇAMOĞLU² , Özgür TATAR³ , Hakan NAR² ,
Ahmet BORAN² , İlker EROĞLU² , Levent GENÇ⁴ 

¹Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Architecture and Design, Department of Landscape Architecture, Canakkale, Turkey

²Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Structures and Irrigation, Canakkale, Turkey

³Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Izmir, Turkey

⁴Canakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Architecture and Design, Department of City and Regional Planning, Canakkale, Turkey

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.678748](https://doi.org/10.37908/mkutbd.678748)

Geliş tarihi /Received:22.01.2020

Kabul tarihi/Accepted:25.02.2020

Keywords:

Subsurface drip irrigation, Water retention barrier, Water saving, Rice, Yield

✉ Corresponding author: K. Demirel

✉: kdemirel@comu.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: Rice is one of the most applied irrigation waters applied plant among cultivated plants since it is grown in water or in saturated soil conditions in a significant portion of the growing season. This study was aimed to determine the effects of rice grown on water use, development, yield and some yield parameters using of both separately and jointly water retention barriers and subsurface drip irrigation methods in Enez, Edirne, Turkey in 2017.

Methods and Results: Four different treatments were applied: ponding ((control(C)), subsurface drip irrigation system (SDI), ponding + water retention barrier (C+WRB) and SDI+WRB in this study. Subsurface drip irrigation laterals were placed 10 cm deep from the soil surface and the WRB was placed at 30 cm deep. Plants were irrigated with a constant water height of 10-15 cm on the soil in C and C+WRB treatments, 20% ± 5% of the available water retention capacity is consumed without exposure to water stress in SDI and SDI+WRB treatments, the field capacity is completed. WRB and SDI applications significantly affected the irrigation water amount, grain yield and yield components of rice. The yield and irrigation water amount according to the treatments varied between 321-715 kg da⁻¹ and 751-2444 mm, respectively.

Conclusions: In comparison to the control treatment, water saving was achieved by 27%, 50%, 69% in C+WRB, SDI and SDI + WRB treatments, respectively. Despite this, when marketable yield values are analysed according to the control treatment, it has increased by 10.8% in C+WRB, and decreased by 48.8% and 40.7% in SDI and SDI + WRB treatments. The water retention barriers and subsurface drip irrigation practices used in the study have been shown to reduce the use of irrigation water in rice production.

Significance and Impact of the Study: It can be said that these methods have the potential to be used especially in arid and semi-arid regions where water is limited or inadequate.

Atıf / Citation: Demirel K, Çamoğlu G, Tatar Ö, Nar H, Boran A, Eroğlu İ, Genç L (2020) Use of subsurface drip irrigation and water retention barrier to effective use of water in rice. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 108-121. DOI: 10.37908/mkutbd.678748

INTRODUCTION

Rice is the third largest grain produced in the world after wheat and maize. Most of the rice produced in the world is grown in tropical and subtropical regions where water is abundant (Anonymous, 2003). Rice is grown everywhere in Turkey where water is adequate and flat land. The most important limiting factor in paddy farming is the provision and management of irrigation water (Ozgenç and Erdogan, 1988). Rice is a plant with different propensity to other plants in terms of cultural activities and is the only grain plant that uses dissolved oxygen for water. Therefore, the amount of irrigation water and the consumption of plant water of rice and the application of this water are different. The amount of water needed by the rice grown under water varies depending on factors such as climate and length of growing period, varieties, soil type and land structure (Tabbal et al., 2002; Tulucu, 2003).

Ponding irrigation method is generally applied in paddy growing in Turkey or other countries. In this method, the water is kept on the soil surface at a certain depth. Among the advantages of the method, it can be said that it is a good growing eliminating the drought stress and easier to control weed (Surek, 2002). However, in this method water has negative features such as excessive use of irrigation, making tanks and channels for water retention, drainage water's effects on ground water and environment. Another negative effect is the presence of anaerobic conditions in rice cultivation due to the continuous presence of water in the field, which causes methane gas formation. It has been reported that the adverse effects of drip irrigation applications will be reduced (Beser and Surek, 2009). Subsurface drip irrigation systems are defined as the application of water and plant nutrients directly to the plant root zone. Subsurface drip irrigation systems have begun to be part of modern agricultural irrigation since the 1980s, which first appeared in the United States in the early 1960s. The first scientific report on groundwater drip irrigation was published by Blass (1964) in Israel (Lamm and Camp, 2007).

Irrigation is usually made in rice depending on the presence of water at a certain level on the soil surface. There are many studies on this subject in the world (Raju, 1980; Veerara Ghavulu and Reddy, 1985; Surek et al., 1998; Xiaoguang et al., 2002; Meral and Temizel, 2006). In recent years, water has become more valuable day by day. Therefore, it has increased the research on the feasibility of different irrigation methods (sprinkler or drip irrigation), because of the use of too much irrigation water in paddy growing. Muirhead et al.

(1989) reported that sprinkler irrigation method resulted 50% reduction in grain yield of rice comparison to traditional method. Similar results were found other researchers (Surek et al., 1996; Cakir et al., 1998). It has been reported by researchers that studies have generally saved irrigation water but have significantly reduced yield.

The use of drip irrigation in the world has been accepted for many years, but subsurface drip irrigation has gained momentum for different plants, melon (Sharma et al., 2014), grassland (Finger et al., 2015), ornamental plant (Elhindi et al., 2016), sugar cane (Silva et al., 2016), broccoli (Oliveira et al., 2016) in recent years. Studies on the use of surface/subsurface drip irrigation for rice have been emphasized in recent years, but research on the subject is still needed. Ottis et al. (2006) reported that subsurface drip irrigation system reduced water use by 80% in 3 different rice varieties. He et al. (2013) examined the performance and water use efficiency in rice production using traditional methods and plastic mulching + drip irrigation. While water use efficiency is highest for drip irrigation, it has been reported that the yield decreases by 31.76-52.19%. Rajwade et al. (2014) reported that subsurface drip irrigation applied in rice increased grain yield compared to conventional irrigation and decreased fertilizer requirement.

From the beginning of 1950, asphalt application (Smucker, 1969; Palta and Blake, 1974), mulching (Garrity et al., 1992), soil treatment (Galvez and Barahona, 2005), and polymer (Boartright et al., 1997; Hayat and Ali, 2004) material was applied to the soil surface and subsurface to hold water in the soil. These applications have not been widely used today due to both application difficulties and economic reasons. The placement of polyethylene (PE) materials used as an impermeable barrier to soil is an approach to reduce both the detrimental effects of rapid percolation and the movement of poor-quality groundwater upwards. The main advantages are that the PE barrier (WRB) is retained for longer than the polymeric materials, the absence of any harmful side effects known, the application of the barrier only once in land conditions, and the more cost-effective. Furthermore, the developed WRB covering methods causes an increase in yield and provide significant savings water resources. The most important disadvantage of the system is about the implementation of the material to the sub-soil. For this purpose, in 2014, a placement machine called SWRT (BRON) was developed in USA). In the coming years, this method will become popular in the world especially in countries experiencing water scarcity. Studies of different plants; turfgrass (Demirel and Kavdir, 2013),

maize (Gong, 2014; Amirpour et al., 2016), pepper (Al-Rawi et al., 2017; Hommadi and Almasraf, 2018), eggplant (Almasraf and Salim, 2018) related to this method have begun to gain speed in recent years. According to the results of these researches done on different plants, WRB/SWRT significantly reduces irrigation requirements and saving up to 50% on irrigation water. At the same time, it was seen that the incomes increased significantly in studies.

In recent years, research has been spreading on the use of subsurface drip irrigation in many crops in the world, work on the use of paddy fields has been limited. In studies on this subject; Dunn et al. (2004) and Ottis et al. (2006) stated that the subsurface drip irrigation method provides significant savings from irrigation water in rice. On the other hand, any other study has been published on application of subsurface drip irrigation and water retention barriers together in rice production. The aim of this study is to determine that combination of subsurface drip irrigation and water retention barriers would be more appropriate in reducing irrigation water use, considering yield and grain quality of rice.

MATERIAL AND METHOD

Study site

The study was carried out in a condition on rice farm field (40° 40' north latitude, 26° 10' east latitude) located in the Edirne/Turkey where rice farming was

intensively conducted in 2017. In the study, as a plant material, a sleep-resistant, short-lived, medium-early and high-yielding "Luna" rice variety was used.

The physical properties of the soil were determined before the experiment began. The field capacity, wilting point, bulk density and soil texture values are shown in Table 1. Field capacity and wilting point values were determined at pF at 1/3 and 15 atm, respectively.

Experimental design

The experiment was carried out in 3 replications, 4 different treatments: ponding ((control(C)), subsurface drip irrigation system (SDI), ponding+water retention barrier (control+WRB), and SDI+WRB according to randomized blocks trial design (Figure 1).

Table 1. Soil analysis results of the study area

Depth (cm)	Texture Class	Bulk density (gr cm ⁻³)	Field Capacity Pv (%)	Wilting point Pv (%)
0-30	Clay-loam	1.33	46.3	32.63
30-60	Clay-loam	1.35	47.4	34.67

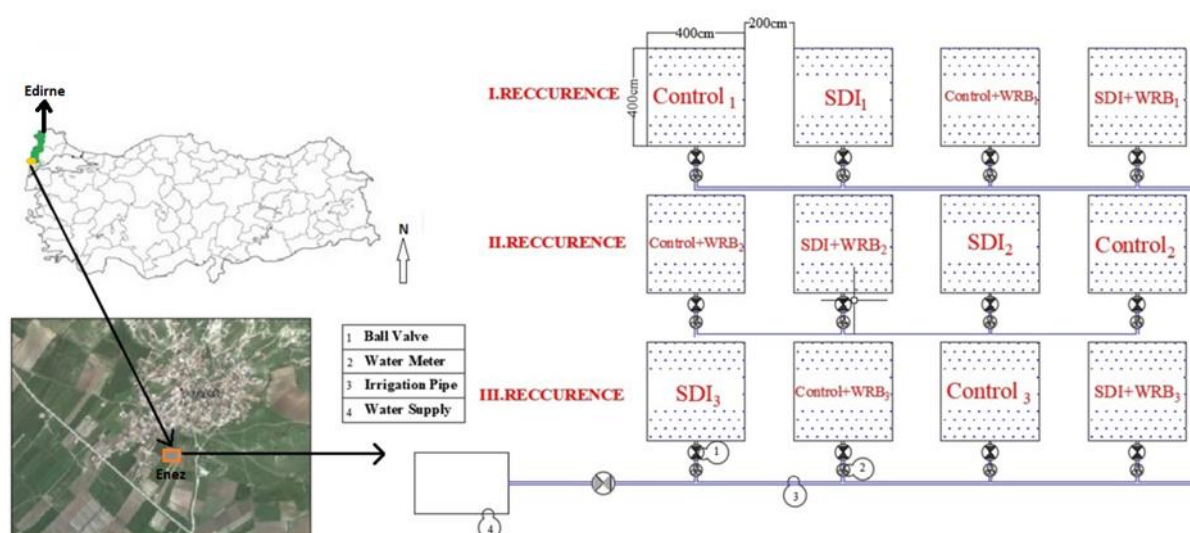


Figure 1. Experimental design and irrigation system

Rice seeds were planted on the field on May 21, 2017 after application of subsurface drip irrigation system and water retention barriers. On 21 June 2017,

irrigation practices were started after rice seed were kept in the soil. During the period from sowing to irrigation treatments, SDI and SDI + WRB trial plots were

not allowed to fall below the field capacity. Seeds were planted with 20 g m⁻² spreading method. The dimensions of a parcel were arranged as 4 m x 4 m. To prevent interaction between the plots, a space of 2 m was left between the parcels (Figure 1). The electrical conductivity value (EC) of the irrigation water is 420 mmhos cm⁻¹ and the pH value are 7.77. A 250 kg ha⁻¹ N15P15K15 compose fertilizer was applied as base fertilizer in experimental soils. Additionally, ammonium sulphate fertilization (500 kg ha⁻¹) was performed 2 times (June 28, 2017 and July 28, 2017) after sowing. As the plant nitrogen requirement is high during the sibling period, the second fertilization is applied considering this period. Two different struggles were made in pre-planting and post-seeding, as weed control is especially important in subsurface drip irrigation in rice. Herbicides (Buckstar) with a doses of 25 EC 5 L ha⁻¹

against *Echinochloa oryzoides*, *Echinochloa crus-galli*, etc. was used prior to sowing. Different herbicides were applied at 3 times (June 14, 2017; 2 kg ha⁻¹ Clipper 200 EC, June 28, 2017; 2 kg ha⁻¹ Basagran M, 2 kg ha⁻¹ Efdal Halo, 0.5 kg ha⁻¹ Intervix Pro, July 4, 2017; 2 kg ha⁻¹ Basagran M) after sowing.

Soil preparation of all plots was done according to traditional methods. Soil tillage was made by plow in April, 2017. Afterwards, the leveling of the soil was performed by digging machine equipped with laser. Embankments have been made in the control treatments. After these processes in the water retention barrier applications, the plots were excavated to a depth of 30 cm with the aid of the bucket (Figure 2). After the water barrier covering material was laid, the parcels were re-leveled (Figure 3).



Figure 2. The excavation for water retention barriers



Figure 3. Leveling operations after water retention barriers

Treatments

a) Ponding irrigation (Control/C): In the control application, irrigation was done according to the traditional method. The irrigation water in the plot was filled 1 day before planting in order to reach the

appropriate germination temperature. 5 days after sowing, the water in the pans was evacuated and thus the seeds were attached to the soil and their development was accelerated. Afterwards, the water depth was 10-15 cm during the trial period. The pans

were emptied and refilled for the water circulation for the development of the plants in the pans throughout the trial. Irrigations were made for a few days during the trial period. Prior to irrigation, the height of the water in the pan was measured and the water was completed up to 15 cm high. The amount of irrigation water to be applied is given in a controlled manner according to water meter. In order to make the harvesting operations easily, water was cut 2 weeks before the harvest.

b) Subsurface drip irrigation (SDI): The subsurface drip irrigation pipes were buried 10 cm below the soil surface. Drip pipes has drippers within pressure regulators, self-cleaning and anti-siphon. These drippers have a flow rate of 1.6 L h^{-1} , an outer diameter of 17 mm and a dripper spacing of 0.50 m and pipes were placed in the soil at 50 cm intervals with a wetting ratio of 1 (Lamm and Camp 2007). One soil moisture sensor was placed to 10 cm deep to determine moisture of the root depth effectively and another sensor was placed to 30 cm depth to monitoring water movement in each plot. Irrigation was carried out so as not to fall below the field capacity during the planting and fertilization times to prevent water stress of plants. After irrigation applications, $20 \pm 5\%$ of the available water holding capacity has been made in a way that will bring it back to the field capacity. The amount of irrigation water to be applied is given in a controlled manner according to the water meter.

c) Ponding irrigation + water retention barrier (C+WRB): 1.0 mm thickness polyethylene plastic cover

material used as greenhouse cover material was used as water retention barrier. The material used was tested in terms of water permeability in laboratory conditions and it was found to be completely impermeable. The WRBs were placed in a depth of 30 cm of the soil surface after all the edges of the paddy plant were folded up to 20 cm above the effective root depth. Thus, in practice the drainage is partially blocked. Irrigation is similar to the control application.

d) Subsurface drip irrigation + water retention barrier (SDI+WRB): In this treatment, the details of the irrigation practices were carried out under the heading of SDI and the detail of the water retention barrier to be applied was as described under Control + WRB.

Measurements and calculations

Soil moisture

In the monitoring of soil moisture, moisture sensors (DECAGON) working according to the dielectric principle and remote-control systems (DEVINT) were used for computer monitoring of the data to be obtained from the sensors (Figure 4). The placement of the sensors was done prior to seed sowing. 20 days prior to the establishment of the experiment, the soil was saturated by turning a certain area in the experiment area for the calibration process. Then, regression equations were obtained between the soil samples taken at certain intervals and the sensor values and calibration equations were obtained. The sensors are placed in the parcels as described in the experimental part.



Figure 4. Remote monitoring system (DEVINT)

Determination of the amount of irrigation water

Irrigation was carried out as described in the treatments. In the C and C+WRB treatments, the water height was measured continuously and when the water level fell below 10 cm, water was given up to 15 cm level

again. In other treatments, the amount of irrigation water to be applied was calculated with the help of Equation 1 (Howell and Meron, 2007). The calculated irrigation water was given via water meter placed at the beginning of all parcels.

$$I = \text{AWHC} \times R_y \times P \times A \quad (1)$$

Where; I: Irrigation water amount (mm), AWHC: Available water holding capacity up to 25 cm in depth (determined using moisture sensors) (mm), R_y : Part of AWHC allowed to be consumed ($\%20 \pm 5$), P: Wetted area ratio (1.0), A: Parcel area (m^2)

Water use and irrigation water use efficiency

Water usage values for each subject were calculated as seasonal. For this purpose, the amount of irrigation water applied to the treatments was taken into consideration. Irrigation Water Use Efficiency (IWUE) values are calculated according to Equation 2 by using the applied irrigation water quantities and rice grain yield values. (Hillel and Guron, 1973).

$$IWUE = \frac{Y}{I} \quad (2)$$

Where, IWUE: Irrigation Water Use Efficiency (kg m^{-3}), Y: Rice yield (kg da^{-1}), I: Irrigation Water Amount (mm).

Yield and yield parameters

Yield (kg da^{-1}): Each sub-parcel of the applications was harvested and yield per decare was calculated from the grain product cleaned after the blend.

Thousand grain weights (g): In the three separate samples taken from 1 m^2 , one thousand grain weight was calculated as the result of multiplying the averages with ten.

Plant height (cm): The length of the plant between the top connection point of the fringe roots and the inflorescence starting point was measured as the plant height.

Panicle length (cm): It was determined by measuring the distance between the top of the panicle and the bunch of the panicle between 10 plants which were taken accidentally from the plots in the maturation stage.

Number of panicle (number m^{-2}): The total number of panicles detected in 1 m^2 was determined.

Grain number per panicle ($\text{number panicle}^{-1}$): The average number of total numbers of ten plants selected randomly in 1 m^2 was determined.

Grain length and width (mm): After the separation of the beak of the rice grains from each parcel, 3 specimens were measured using a caliper tool in 100 samples.

Grain-shaped: The length of the grain is calculated by proportioning the grain width.

Unbroken kernel ratios (%): During the processing of the rice, the parts of the grain such as the chunky-fruit shell (embryo) are separated and the remaining brass (solid and broken) remains. The unit is determined by how many units of the whole rice is obtained from the unit.

Marketable yields (kg da^{-1}): This parameter was found by multiplying yields by unbroken kernel ratio

Change in grain yield (kg da^{-1}): $(\text{Yield}_{\text{control}} - \text{Yield}_{\text{treatment}}) / (\text{Yield}_{\text{control}}) \times 100$

Water saving (%): $(\text{Irrigation water}_{\text{control}} - \text{Irrigation water}_{\text{treatment}}) / (\text{Irrigation water}_{\text{control}}) \times 100$

Statistical analysis

The difference between the data obtained as a result of the experiments ($p = 0.05$) was determined by one-way analysis of variance (One-Way ANOVA). If the difference is significant, Duncan test is used to determine the difference between the treatments. All statistical evaluations were made by SPSS 20.0 package program. Also, data from the study were analyzed in R program (R Development 2014). Covariant / Correlation analysis was used in BiplotGUI (La Grange et al. 2009) package to demonstrate the change of the properties according to irrigation practices.

RESULTS AND DISCUSSION

Total irrigation water amount and irrigation water use efficiency

Total irrigation water amount (TIWA) and irrigation water usage efficiency (IWUE) values are shown in Figure 5. In the mentioned figures, the mean values and statistical analysis results and the standard error values are given on the graphs.

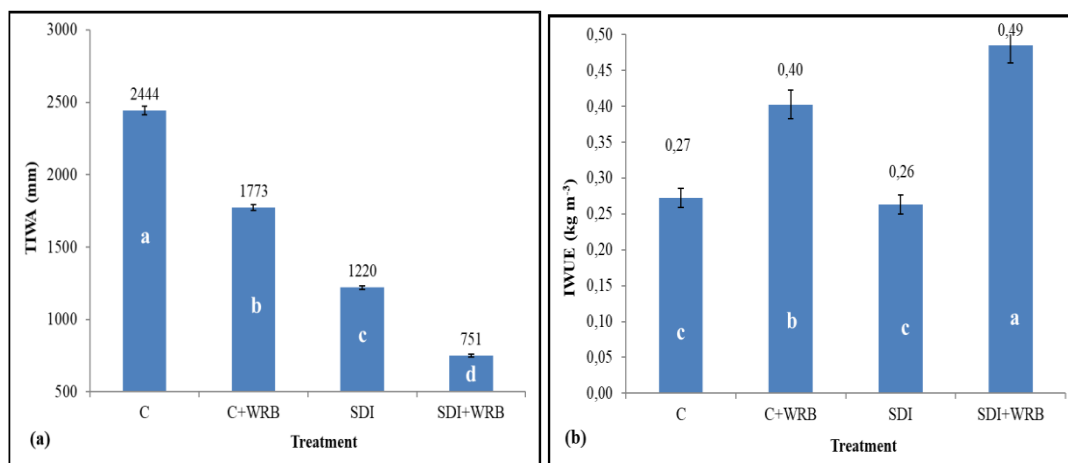


Figure 5. TIWA (a) and IWUE (b) values by treatments

When amount of irrigation water applied to the treatments is examined, it is seen that the highest water application is control treatment (C) and the lowest is SDI+WRB with use of subsurface drip irrigation and water retention barrier. In addition, difference between amount of irrigation water applied on all treatments was statistically significant (Figure 5a). The highest IWUE value was obtained for SDI+WRB. In the treatments of water retention barrier applications (C+WRB and SDI+WRB), irrigation water usage efficiency values were higher than the treatments (C and SDI) in which the application was not performed (Figure 5b). Difference between the treatments was statistically significant. Our results indicated that WRB treatment caused significant increase in water use efficiency of rice.

Yield and yield parameters

Grain yield and yield components (number of panicles, panicle length, grain number per panicle, thousand grains weight, plant height, grain length, grain width, grain-shaped, unbroken kernel ratios) are shown in Figure 6. As a result of the statistical analysis on the yield values, it is seen that the C and C+WRB treatments and SDI and SDI+WRB treatments were in the same group, namely the difference between these treatments is not significant (Figure 6a). However, it was determined that the C treatments were more efficient than the SDI treatments and this difference was important. According to these results, it was found that WRB

application increased the efficiency in both treatments, but this increase was not statistically significant. Also, SDI applications significantly reduce rice yield (Figure 6a). It is thought that this is due to weed pressure. At the end of the harvest 1 m² obtained in the number of panicles obtained results similar to yield values. The highest number of panicles was in control and the lowest in SDI+WRB (Figure 6b). When the panicle length was compared, the C treatment had the highest value and the difference between the other treatments was significant (Figure 6c). The difference between the treatments in terms of grain number per panicle was not significant (Figure 6d). The highest value in terms of thousand grain weights of SDI+WRB. Nevertheless, there was no difference between the other treatments except for the control treatment (Figure 6e). Our findings indicated that remarkable decrease in grain yield as a result of SDI and SDI+WRB treatments were mostly caused by decrease in number of panicles in a unit area instead of panicle number or grain weight of rice. Reduction in panicle number could be attributed to less tiller number per plant. Since tiller number is determined earlier growth stages of rice, alternative agronomic practices such as lower sowing density and higher nitrogen application could be suggested to examine for those application. It was observed that the highest plant height values were in C+WRB application and the difference between the application and other application treatments was statistically significant (Figure 6f).

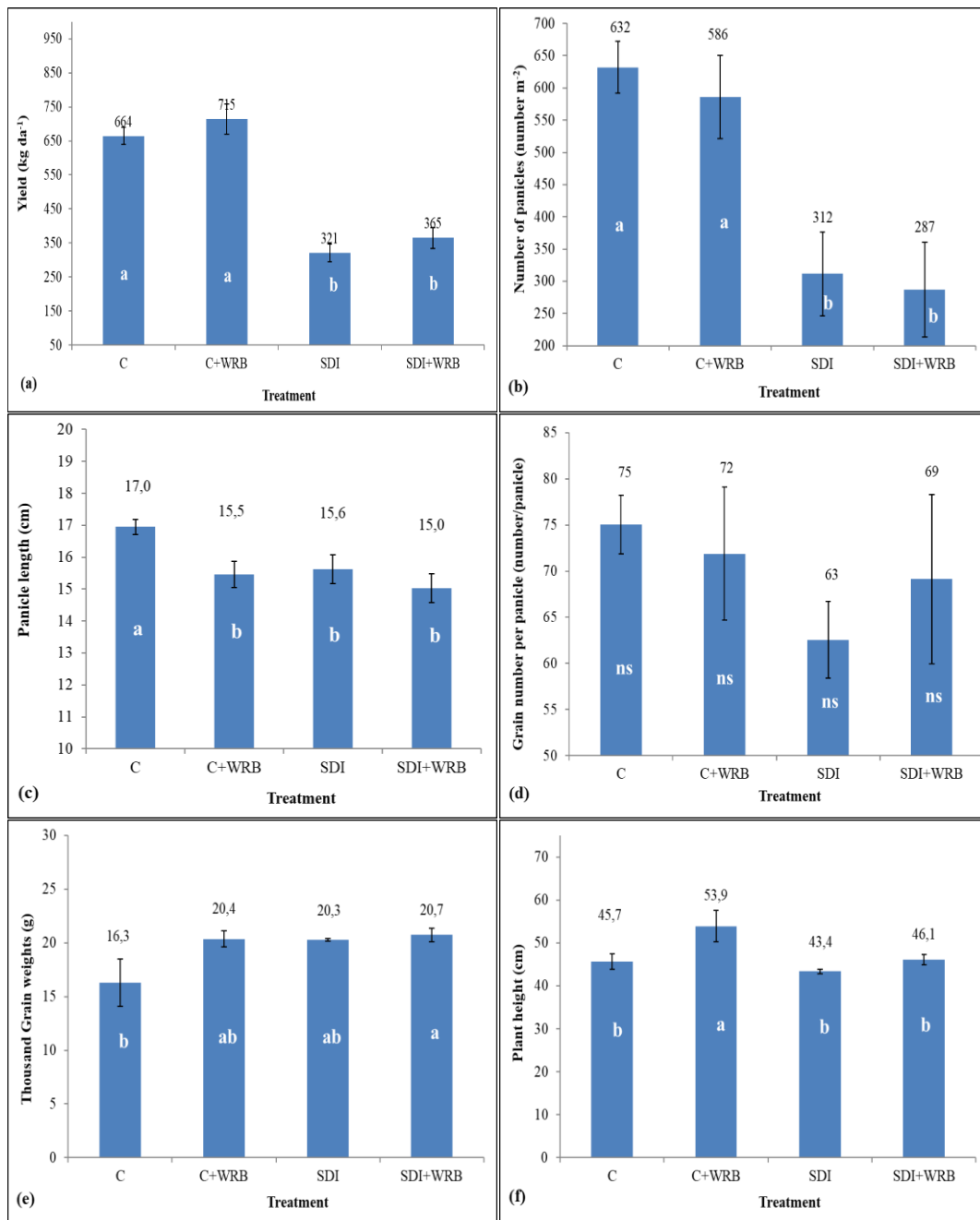


Figure 6. Yield and yield parameters (yield (a), number of panicles (b), panicle length (c), grain number per panicle (d), thousand grain weights (e), plant height (f))

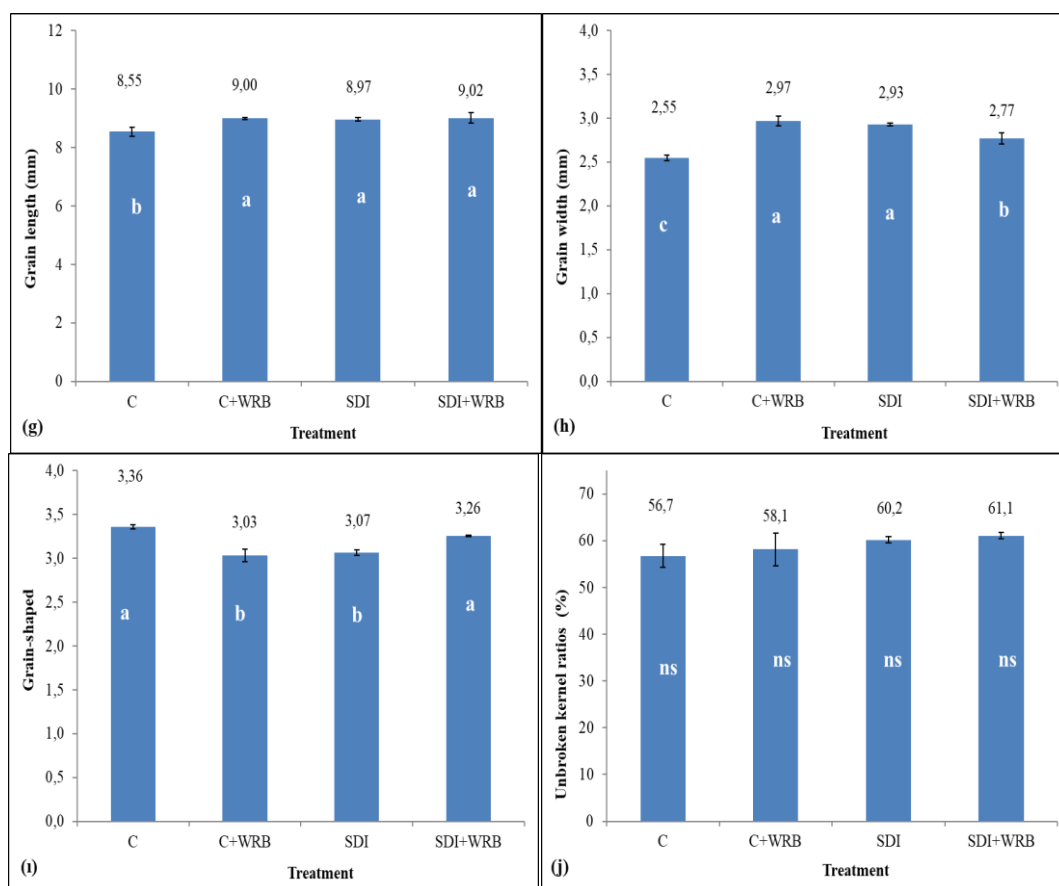


Figure 6. continued (grain length (g), grain width (h), grain-shaped (i), unbroken kernel ratios (j))

When the grain length and width are examined together, it is seen that the lowest values are obtained at control treatment (Figure 6 g, h). It was determined that the difference between the grain length and the other treatments was not statistically significant. In terms of grain width, C+WRB and SDI treatments achieved the highest value (Figure 6 g, h). If the grain-shaped values were inspected, the highest values were obtained from C and SDI+WRB treatments in contrast to grain width and the differences of these treatments were significant compared to other treatments (Figure 6i). This difference was not statistically significant even if there was a difference between the treatments in unbroken kernel ratios (Figure 6j). Measurements on physical properties of rice grain revealed that although slight changes in all alternative treatments relative to control, grain formation didn't drastically affect by each treatment. Therefore, we may suggest that the treatments which limited water is applied have not discernible changes during grain filling stage then that of earlier growth period of rice.

When all yield parameters are evaluated together, it can be said that C treatments are higher yields compared to SDI subjects as the reason number of panicles and panicle length obtained in harvest. Other yield

parameters did not have a clear effect on the overall yield while making differences between the treatments. In addition, the other parameters directly affecting the yield, the grain number per panicle and the unbroken kernel ratios values do not affect the difference between the treatments. As one of the results of the study; in the case of SDI applications with little irrigation water compared to the control subject, although it has a significant effect on the number of panicles, indirectly, it does not significantly affect the quality of rice.

Comparison of irrigation water and yield

The yield obtained per decares in rice cultivation is separated from the shells of the shelled grains as a result of the processing of the rice. As a result of the decomposition process, two different yields are obtained with and without fractures. The 1st and 2nd broken rice are left to the factories in exchange for processing fee. The rice produced by the producer from the factory is the yield value which is found at the rate of breakage. For this purpose, market efficiency was calculated within the scope of the study. The yield value was obtained by multiplying the yield value by the percentage of the broken rate and the yield value obtained from the square meter. In other words, it is the

amount of rice that the producer receives from the factory per kilogram. As the difference between the unbroken kernel ratios values was not statistically significant, market yield values showed a similar trend as in yield values (Figure 7a).

As a result of the study, it was observed that SDI applications in rice plant significantly increased water use and affected yield values negatively. On the other hand, although less irrigation water was used for the C+WRB where the water retention barrier was applied, it was seen that it affects the efficiency in a positive way (Figure 5a, 6a). In order to determine the effects to the rice of the applied treatments in this study, it is necessary to compare the decreasing or increasing yield and water use in other treatments compared to the control treatment (Figure 7c, d). When the yield values

are examined according to the C, it is seen that the efficiency and market yield values increased by 7.58% and 10.85% in the C+WRB application, respectively (Figure 7b, c). In terms of SDI and SDI+WRB, where subsurface drip irrigation was applied, the yield and market yield values were approximately reduced by 50% and 43%, respectively. Compared to the amount of irrigation water, the situation seems to be reversed. The highest water saving was achieved in SDI+WRB (69%) with the SDI application applied to the water retention barrier (Figure 7d). The effect of water retention barrier on yield values was not statistically significant, but it was seen that it was important in terms of total amount of irrigation water applied. The effect of water retention barrier on water saving is seen clearly in both different applications (Figure 7d).

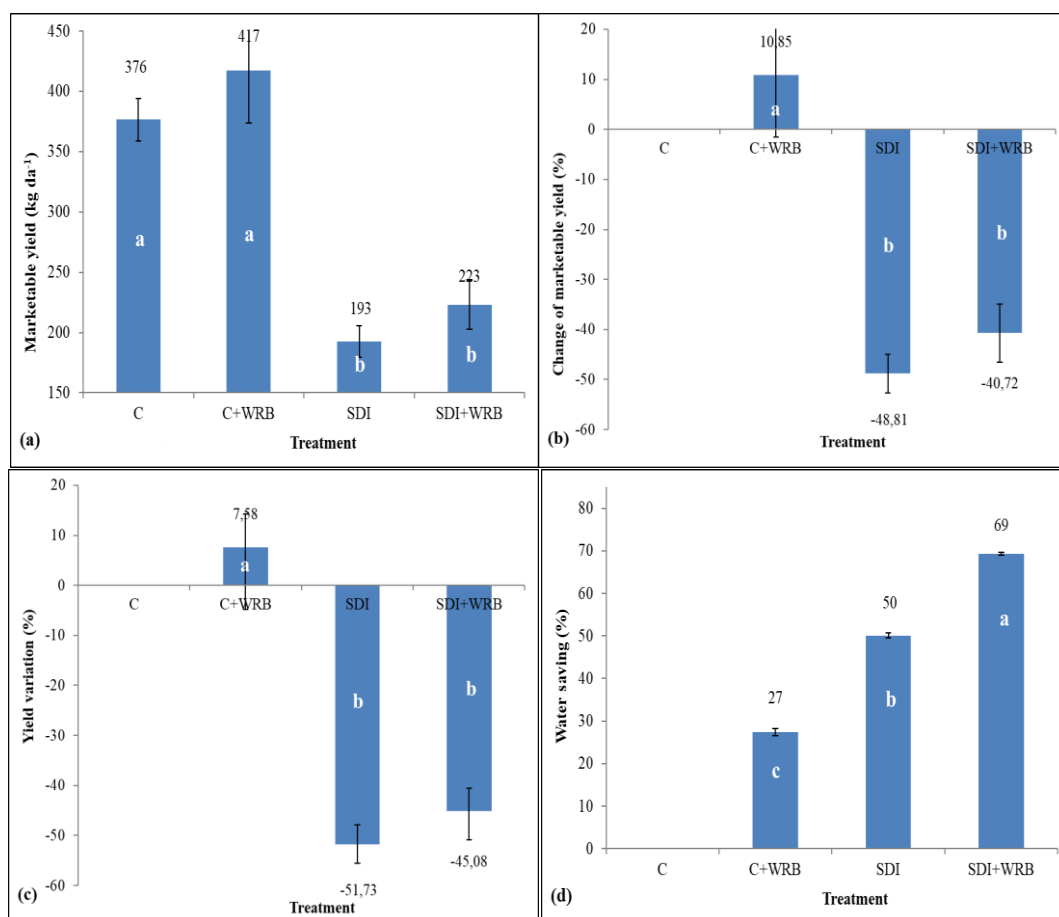


Figure 7. Marketable yield (a), change of marketable yield (b), yield variation (c), water saving (d)

There are many studies conducted in Turkey and in the world about ponding, sprinkler and drip irrigation in rice. In recent years, especially sprinkler and drip irrigation methods were compared with ponding irrigation. Many researchers reported that sprinkler irrigation (Ferguson and Gilmore, 1977; Muirhead et al., 1989; Sürek et al., 1996; Cakir et al., 1998; Gevrek et al.,

2009) and drip irrigation systems (Anonymous, 2009; Tuna, 2012) increased the use of water however the yield was significantly reduced. However, there are few studies using subsurface drip irrigation system. In the studies; Dunn et al. (2004) examined the effects of different irrigation methods on rice in Australia. In the study, they applied ponding irrigation, furrow irrigation

and subsurface drip irrigation in rice and reported that the highest yield was obtained in the ponding irrigation and the lowest yield in subsurface drip irrigation was about 35% yield loss. Ottis et al. (2006), applied different doses of nitrogen in 3 different rice cultivars using subsurface drip irrigation system. According to the results of the study, they were found that the subsurface drip irrigation system reduced the water use by 80%. He et al. (2013) studied the effects on the performance of rice and water use efficiency of traditional methods and plastic mulching + drip irrigation methods. They reported that yield decreased by 31.76-52.19% while water use efficiency was highest in drip irrigation. The results obtained in our study were similar to the other studies.

Relationships among plant traits and grain traits

The statistical analysis (covariance/correlation plot) for plant and grain traits examined in the study are presented in Figure 8 and 9, respectively.

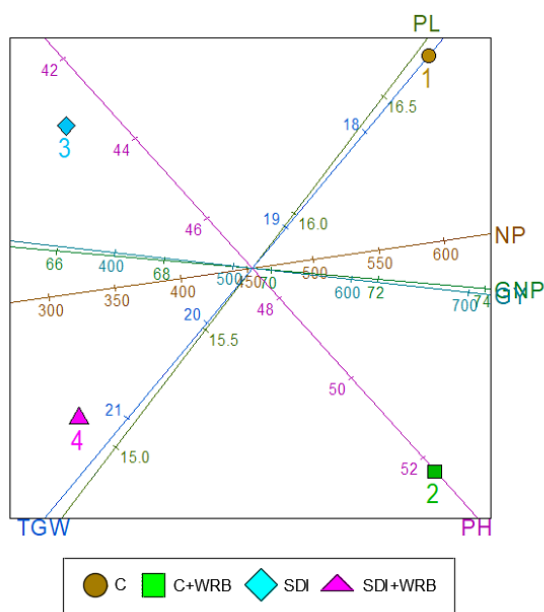


Figure 8. Covariance/correlation plot for plant traits

According to the results of the biplot analysis for plant traits; C + WRB application in terms of plant height (PH) value has the highest average (Figure 8). In the SDI application, the PH value was lower than other applications. Control treatment in terms of panicle length (PL) gave higher value than other treatments. However, thousand grain weight (TGW) in the control treatment was found to be lower than other applications. It was observed that there was a high and negative correlation between panicle length and thousand grain weight according to the

covariance/correlation graph (Figure 8). Also, it was found that there was a positive and high correlation between the number of panicles (NP), grain number per panicle (GNP) and the grain yield (GY) in the unit area. In terms of these properties, C and C+WRB applications were found to be higher than SDI and SDI+WRB applications.

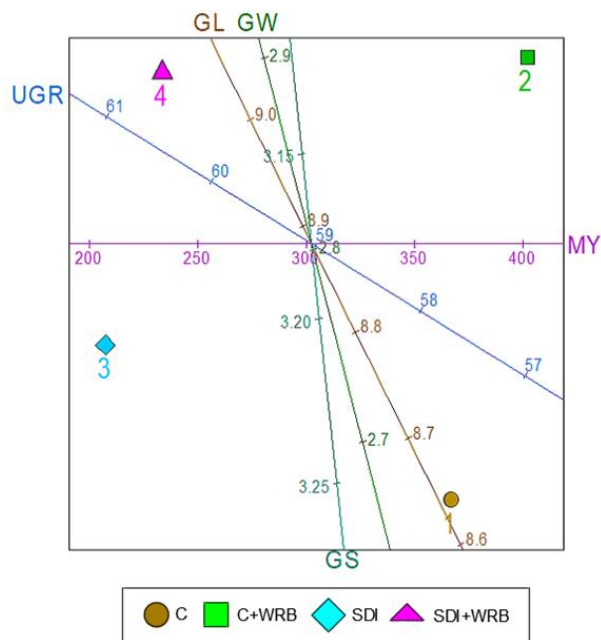


Figure 9. Covariance/Correlation plot for grain traits

According to the results of biplot analysis for grain traits; the highest values for grain length (GL), grain weight (GW) and unbroken kernel ratios (UGR) were obtained from SDI + WRB treatment. There was a negative relationship between the control treatment and the mentioned properties (Figure 9). In the SDI application, the marketable yield (MY) value was lower than other applications. It was observed that the highest grain-shaped (GS) value was obtained in control treatment to the covariance/correlation graph.

CONCLUSION

It has been observed that water retention barriers and subsurface drip irrigation applications significantly affect irrigation water amounts, yield and yield parameters in rice. The highest irrigation water use efficiency has been found in SDI+WRB. The C+WRB, SDI and SDI+WRB treatments were 27%, 50% and 69% water saving to control treatment, respectively. As a result of the study, when the irrigation water amount, irrigation water use efficiency, yield and yield parameters are evaluated together; we concluded that C+WRB application is the best application among the treatments because it provides 27% water saving,

causes an increase in yield although not statistically significant and positively affects the yield parameters. However, due to meteorological drought in the coming years, it is foreseen that the reduction of water resources and especially cultivation of rice, where water use is high, will be significantly reduced by prohibitions. In most of these areas, it is estimated that only cultivation will be allowed with the use of alternative methods which can save a considerable amount of water instead of the method of ponding irrigation. Therefore, even if subsurface drip irrigation system causes a decrease in efficiency, it can be used in rice fields due to significant water savings.

Considering the features such as the subsurface drip irrigation and water retention barriers to be applied in rice fields for long years in the soil, saving water from irrigation water, increasing yield and cost, it is thought that the use of these methods will increase in arid and semi-arid regions. In addition, it is believed that high amounts paid for irrigation work will be minimized by the methods used in this study. Also, it will be saved in terms of workmanship, fuel-oil and time since there will be no need to tillage deeply before the season. On the other hand, studies on new agronomic approaches such as better sowing density or fertilizer management and selecting or developing suitable rice varieties should be performed in order to minimize yield reduction for this kind of water saving rice production systems.

ÖZET

Amaç: Çeltik, büyüme döneminin önemli bir bölümünde sürekli su altında veya doygun toprak koşullarında yetiştirildiğinden kültür bitkileri arasında en çok sulama suyu uygulanan bitkilerden birisidir. Bu çalışmada, 2017 yılında Edirne İli, Enez İlçesinde su tutma bariyeri ve toprakaltı damla sulama yöntemlerinin hem ayrı ayrı hem de birlikte kullanımının; çeltik bitkisinde su kullanımına, gelişimine, verime ve bazı verim parametrelerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntemler ve Bulgular: Çalışmada; Göllendirme (kontrol), toprakaltı damla sulama sistemi (SDI), göllendirme+su tutma bariyeri (kontrol+STB) ve SDI+STB olmak üzere 4 farklı konu oluşturulmuştur. SDI toprak yüzeyinden 10 cm, STB ise 30 cm derinliğe yerleştirilmiştir. Sulamalar kontrol ve kontrol+STB konularında toprak üzerinde sürekli 10-15 cm su yüksekliği bulunacak şekilde, SDI ve SDI+STB konularında ise su stresine maruz bırakmadan toprakta kullanılabilir su tutma kapasitesinin %20±5'i tüketildiğinde, tarla kapasitesine tamamlanması şeklinde yapılmıştır. STB ve SDI uygulamalarının çeltik

bitkisinde sulama suyu, verim ve verim parametrelerini önemli düzeyde etkilediği görülmüştür. Konulara göre verim ve sulama suyu miktarları sırasıyla 321-715 kg da⁻¹ ve 751-2444 mm arasında değişmiştir.

Genel Yorum: Kontrol konularına oranla kontrol+STB, SDI ve SDI+STB konularında sırasıyla %27, %50, %69 oranında su tasarrufu sağlanmıştır. Buna rağmen, kontrol konusuna göre verim değerleri incelendiğinde, kontrol+STB konusunda pazarlanabilir verimi değerinin %10.8 artmış, SDI ve SDI+STB konularında ise sırasıyla %48.8 ve %40.7 azalmıştır. Çalışmada kullanılan su tutma bariyeri ve toprak altı damla sulama uygulamalarının, çeltik alanlarında sulama suyu kullanımını azalttığını göstermiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu yöntemlerin, özellikle suyun sınırlı veya yetersiz olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde kullanılma potansiyeli olduğu söylenebilir.

Anahtar kelimeler: Toprakaltı damla sulama, su tutma bariyeri, su tasarrufu, çeltik, verim

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by Çanakkale Onsekiz Mart University, The Scientific Research Coordination Unit, Project number: FBA-2017-1229. We would like to thank Ferhat Şener and Recep Şener for their support by allocating field for the study, Mehmet Balcı who assisted in the field studies, and Dr Fatih Kahrıman for the statistical analysis.

CONFLICT OF INTEREST STATEMENT

The author declares that there is no conflict of interest in the study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Almasraf SA, Salim AH (2018) Effects of subsurface water retention technology on crop coefficient and crop evapotranspiration of eggplant. University of Baghdad Engineering, Journal of Engineering. 24(8): 152-160.
- AL-Rawi SS, Aoda MI, Ati AS (2017) The role of subsurface water retention technology (SWRT) for growing chili pepper in Iraqi sandy soils. Journal of Environment and Earth Science. 7(1): 82-89.

- Amirpour M, Shorafa M, Gorji M, Naghavi H (2016) Effect of subsurface water retention using polyethylene membranes with surface mulch and irrigation on moisture, temperature and salinity of sandy soil of an arid region in Iran. *Advances in Environmental Sciences -International Journal of the Bioflux Society*. 8(1): 33-41.
- Anonymous (2003) Rice irrigation in the Near East: current situation and prospects for improvement, FAO Regional Office for the Near East Cairo, Egypt. 1-23.
- Anonymous (2009) Çeltikte (*Oryza sativa* L.) damla sulama araştırmaları sonuç raporu (Proje No: TAGEM/TA/07/07/04/001), T.C.T.K.B, TAGEM, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü EDİRNE, p.289-349.
- Beser N, Surek H (2009) Çeltikte (*Oryza sativa*) damla sulama araştırmaları projesi sonuç raporu. T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Edirne.
- Blass S (1964) Sub-surface irrigation. *Nassade* 45:1.
- Boartright JL, Balint DE, Mackay WA, Zajicek JM (1997) Incorporation of a hydrophilic polymer into annual landscape beds. *J. Environ. Hort.* 15: 37-40.
- Cakir R, Surek H, Aydın H, Karata H (1998) Sprinkler irrigation - a water saving approach in rice farming. *Proceedings of the 1st Inter-regional Conference on Water-Environment: Innovate Issues in Irrigation and Drainage*, 16-18 September, 1998. Lisbon, Portugal. pp 287-293.
- Demirel K, Kavdir Y (2013) Effect of soil water retention barriers on turfgrass growth and soil water content. *Irrig. Sci.* 31(4): 689-700.
- Dunn BW, Mathews SK, Beecher HG, Thompson JA, Humphreys E (2004) Growing rice on raised beds in South-Eastern Australia. 4th International Crop Science Congress. http://www.regional.org.au/au/cs/2004/poster/1/2/705_dunna.htm
- Elhindi K, El-Hendawy S, Abdel-Salam E, Elgorban A, Ahmed M (2016) Impacts of fertigation via surface and subsurface drip irrigation on growth rate, yield and flower quality of *Zinnia Elegans* Bragantia, Campinas. 75(1): 96-107.
- Ferguson JA, Gilmour JT (1977) Centre-Pivot sprinkler irrigation of rice. *Arkansas Farm Research*, March-April, 12 p.
- Finger L, Wang QJ, Malano H, Chen D, Morris M (2015) Productivity and water use of grazed subsurface drip irrigated perennial pasture in Australia. *Irrigation Science*. 33: 141-152.
- Galvez JF, Barahona E (2005) Changes in soil water retention due to soil kneading. *Agricultural Water Management*. 76: 53-61.
- Garrity DP, Vejpas C, Herrera WT (1992) Percolation barriers increase and stabilize rainfed lowland rice yields on well-drained soil. *Proceedings of the International Workshop on Soil and Water Engineering for Paddy Field Management*, 28-30 January 1992, Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand. pp 413-421.
- Gevrek MN, Beser N, Dittert K, Tatar O (2009) Effects of plastic film mulching cultivation system on some agronomic characters of rice in relation with the increase of paddy acreage. *Turkish Journal of Field Crops*. 14: 15-29.
- Gong N (2014) Life cycle assessment of subsurface water retention technology. Michigan State University. Master Thesis, USA.
- Hayat R, Ali S (2004) Water absorption by synthetic polymer (aquasorb) and its effect on soil properties and tomato yield. *International Journal of Agriculture & Biology* 6: 998-1002.
- He H, Ma F, Yang R, Chen L, Jia B, Cui J, Fan H, Wang X, Li L (2013) Rice performance and water use efficiency under plastic mulching with drip irrigation, *PLoS ONE*, 8(12), e83103. doi:10.1371/journal.pone.0083103.
- Hillel D, Guron Y (1973) Relation between evapotranspiration rate and maize yield, *Water Resour Research*. 9: 743-748.
- Hommadi AH, Almasraf SA (2018) subsurface water retention technology improves water use efficiency and water productivity for hot pepper. *Journal of Kerbala University*. 16(1): 125-135.
- La Grange AM, Le Roux NJ, Gardner-Lubbe S (2009) BiplotGUI: Interactive Biplots in R. *Journal of Statistical Software* 30(12): 1-37.
- Lamm FR, Camp CR (2007) Subsurface drip irrigation. *Microirrigation for crop production*. Editors: F.R.Lamm, J.E. Ayars and F.S.Nakayama, Elsevier. pp 473-551.
- Meral R, Temizel, KE (2006) Çeltik Tarımında Sulama Uygulamaları ve Etkin Su Kullanımı. *KSU. Journal of Science and Engineering* 9(2): 104-109.
- Muirhead WA, Blackwell J, Humphreys E, White RJG (1989) The growth and nitrogen economy of rice under sprinkler and flood irrigation in South East Australia. I. Crop Response and N uptake, *Irrigation Science* 10: 183-199.

- Oliveira FC, Geisenhoff LO, Almeida ACDS, Junior JADL, Lavanholi R (2016) Economic feasibility of irrigation systems in broccoli crop. *Associação Brasileira de Engenharia Agrícola*. 36(3): 460-468.
- Ottis B, Henggeler J, Vories ED (2006) Low-pressure, subsurface drip-irrigation for rice, ASA-CSSA-SSSA Annual Meeting [abstracts]. November 12-16, Indianapolis, Indiana.
- Ozgenç N, Erdogan FC (1988) DSİ sulamalarında bitki su tüketimleri ve sulama suyu ihtiyaçları. DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara. 88-91.
- Palta JP, Blake GR (1974) Effect of an asphalt barrier on water storage and drought probability. *Agronomy Journal*. 66: 209-212.
- R Core Team (2014) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Raju RA (1980) Effect of irrigation regimes on agronomic characters of rice, *International Rice Research Newsletter*. 5(6).
- Rajwade YA, Swain DK, Tiwari KN (2014) Subsurface drip irrigation for wet season rice production under climate variability in India, Agricultural and Food Engineering Department, Indian Institute of Technology Kharagpur, Kharagpur, Medinipore (W), West Bengal, India.
- Sharma SP, Leskovara DI, Crosby KM, Volder A, Ibrahim AMH (2014) Root growth, yield, and fruit quality responses of *reticulatus andinodorus melons (Cucumis melo L.)* to deficit subsurface drip irrigation. *Agricultural Water Management*. 136:75-85.
- Silva ALBO, Pires RCM, Ribeiro RV, Machado EC, Blain GC, Ohashi AYP (2016) Development, yield and quality attributes of sugarcane cultivars fertigated by subsurface drip irrigation. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 20(6): 525-532.
- Smucker AJM (1969) Asphalt moisture barriers increase water use efficiency in rice and sugarcane cultures in Taiwan. M.S. Thesis, Michigan State University, USA.
- Surek H, Aydın H, Cakır R, Karata H (1996) Rice yield under sprinkler irrigation. *International Rice Research (IRRI)*. 21: 2-3.
- Surek H, Beser N, Negis M, Kusku H (1998) Bazı çeltik çeşitlerinin farklı sulama koşullarındaki performanslarının belirlenmesi projesi sonuç raporu, TAGEM/IY/96/01/01/001. Edirne.
- Surek H (2002) Çeltik tarımı kitabı. Hasad Yayıncılık. İstanbul.
- Tabbal DF, Bouman BAM, Bhuiyan SI, Sibayan EB, Sattar MA (2002) On-Farm strategies for reducing water input in irrigated rice; case studies in the Philippines. *Agricultural Water Management*. 56: 93-112.
- Tuna B (2012) Trakya koşulları çeltik (*Oryza sativa L.*) tarımında farklı sulama uygulamaları ve su-verim-kalite ilişkilerinin belirlenmesi. Doktora Tezi. Namık Kemal Üni. Fen Bilimleri Enst.
- Tuluçcu K (2003) Özel bitkilerin sulanması. Ç.Ü.Ziraat Fakültesi ders kitabı, yayın no:254, Adana.
- Veerara Ghavulu D, Reddy SR (1985) Efficient use of limited irrigation water in rice cultivation. *Seeds & Farms*. 11(10): 21-24.
- Xiaoguang Y, Huaqi W, Zhimin W, Junfang Z, Bin C, Bouman BAM (2002) Yield of aerobic rice (Han Dao) under different water regimes in North China, *Proceedings of the International Work-shop on Water-wise Rice Production*, 8-11 April 2002, International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. pp 155-163.



Effects of nutritional practices in different periods on some yield characteristics of Kilis goats

Kilis keçilerinde farklı dönemlerdeki besleme uygulamalarının bazı verim özellikleri üzerine etkileri

Mahmut KESKİN¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.686349](https://doi.org/10.37908/mkutbd.686349)

Geliş tarihi /Received:07.02.2020

Kabul tarihi/Accepted:04.03.2020

Keywords:

Supplementary feeding, kid growth, milk.

✉ Corresponding author: Mahmut KESKİN

✉: mkeskin@mku.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: In this study, the effects of supplementary feeding during gestation and lactation period on birth and weaning weights of kids and milk yield of dams in Kilis goats were investigated.

Methods and Results: In the study, experimental goats were divided into three groups as control group, short-term feeding (STF) group and long-term feeding (LTF) group. The control group was kept under breeder's management conditions. Supplementary feed of 750 g/head/day were given to the goats from the last 20 days of gestation to 90th days after birth in the STF group, and from last 40 days of gestation to the end of lactation in LTF group. At the end of the experiment, the highest lactation period was 220.2 days in the LTF group, followed by STF and control groups ($P < 0.05$). Likewise, in the LTF and STF groups, the lactation milk yield, which was determined as 466.2 and 426.3 liters respectively, was higher than the control group (316.4 liters) ($P < 0.05$).

Conclusions: It was concluded that supplementary feeding during gestation and lactation periods caused an increase in milk yield and lactation length of Kilis goats.

Significance and Impact of the Study: At the end of study, it can be stated that if supplementary feeding is made during gestation or lactation, milk yield characteristics of Kilis goats will be improved. Suckling period for the goats is the period when pasture conditions are good. For this reason, even in the goats managed only in the pasture, milk yield of mothers is sufficient for multiple born kids.

Atif / Citation: Keskin M (2020) Effects of nutritional practices in different periods on some yield characteristics of Kilis goats. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 122-126. DOI: 10.37908/mkutbd.686349

INTRODUCTION

According to the Turkish Statistical Institute data, Hair goats constitutes approximately 98% of total goat population that are 10,9 million in Turkey (Anonymous, 2018). Although it is not included in the official statistics, it is stated by different researchers that there are approximately 500 thousand heads of Kilis goats in the country (Gül et al., 2016b; Keskin et al., 2017). Kilis goat, which is one of the native gene sources of Turkey is reared extensively in Kilis, Gaziantep, Hatay, Adana and

Mersin provinces (Özcan, 1989; Keskin et al., 1996; Gül et al., 2016c; Keskin et al., 2017). Kilis goats, which have higher milk yield and litter size than Hair goats, have the advantages of being raised in hot and dry weather conditions, mountainous and rugged areas, and under extensive or semi-intensive conditions compared to breeds of European origin. Many studies have been conducted to determine and improve milk and fertility characteristics of Kilis goats (Keskin et al., 1996; Koşum et al., 2004; Kaymakçı, 2010; Gül et al., 2016b; Keskin et al., 2017).

According to our experience in the region where this goat is reared, Kilis goat breeding has been carried out depending on the natural conditions as in the Hair goats, with some minor differences. Some of these differences are feeding practices in different herds during the last periods of pregnancy and different periods of lactation and migration of some breeders to Cukurova region to feed their animals by evaluating the harvest residues in summer months due to the narrowing of the grazing areas in Kilis.

Many researchers have reported that feeding in late stages of pregnancy or during lactation period on milk yield and fertility in goats (Özcan, 1989; Kaya and Öztürkcan, 2005). As stated in these studies, supplementary feeding during these periods is important for better growth of the fetus, higher birth and weaning weights and more milk production in lactation. It is also known that the effect of feeding practice in the late stages of pregnancy appears more pronounced, especially in multiple pregnancies.

In this study, the effects of short and long-term supplementary feeding on the birth and weaning characteristics of the kids and milk yield characteristics of dams were investigated in Kilis goats reared under extensive conditions in Kilis province.

MATERIALS and METHODS

The animal material of the study was consisted of 75 head of primiparous or multiparous Kilis goats and their kids born in 2017 year with the approval of the Mustafa Kemal University Ethics Committee(MKUHAYDEK-2016-6/1). The study was carried out in Kilis province located between 36.7165 north latitude and 37.1147 east longitude.

In the study, goats were divided into three groups (control, STF and LTF) considering their equal ages. Effects of the ages to the observed data were adjusted to the means using the additive correction factor method. Mating was performed under controlled conditions. In the periods after the mating, the herd management applied by the breeder in the control group was followed without any changes. In the short-term feeding group (STF), each goat was given daily 750 g concentrate (170-180 g crude protein, 2600 kcal ME per kg dry matter) in addition to pasture, starting from the last 20 days of pregnancy until the 90th days after birth. Goats in long term feeding group (LTF) were given daily 750 g/goat the concentrate during lactation starting from the last 40 days of pregnancy. Routine vaccines and internal and external parasitic medication were applied to the goats. Birth type, sex of kids, number of mating

goats, number of infertile goats, birth weight and weaning (60th day) weight were determined as the birth characteristics in all groups. Kidding rate, kid yield by mated goats, kid yield by goats giving birth, survival rate and single, twin and triple birth rates were calculated using the formulas reported by Özcan (1989). The milk controls were made at 28 days intervals from birth in order to determine lactation milk yield and length. The calculation of milk yield was made according to the AT method of ICAR (The International Committee for Animal Recording), which was also given in Keskin (2000). Fleischman (Trapez II) method was used to calculate lactation milk yields for each goat. The Oneway Anova test and DUNCAN test were used for statistical analysis in SPSS Packet Program (Version 22.00, SPSS, IBM, NY, USA).

RESULTS and DISCUSSION

Different fertility characteristics of Kilis goats are given in Table 1. As seen in this table, litter sizes that was number of kids per number of goats joined by bucks for the control, STF and LTF groups were calculated as 132.0%, 144%, 164%, respectively. While the single birth rate was 54.5% in the control group, it was calculated as 48.0% and 33.3% in the LTF and STF groups, respectively. As average of all groups, birth rate, kid yield by mated goats, kid yield by goats giving birth, survival rate and multiple birth rate were detected as 90.7%, 146.7%, 161.8%, 91.8% and 54.4%, respectively. Feeding practices during the mating period may have effect on these properties. However, there was no statistical comparison between the groups since the different feeding practices to the groups were applied after the last 20th and 40th days of pregnancy in the current study. The reproductive characteristics determined in the study were higher than the values reported by Keskin and Tüney (2015). On the other hand they were similar to the values reported by Keskin et al. (1996), Gül et al. (2016a,b) and Keskin et al. (2017) for the same breed. In the study, the effects of different feeding practices on birth and weaning weights of Kilis goats are given in Table 2. As seen in this table, birth and weaning weights were similar in control, STF and LTF groups. However, it was determined that sex of the kids affected birth and weaning weight. Male kids were heavier than female kids at both birth and weaning ($P < 0.05$). It was also determined that the birth weights of triplets were lower than twins and singles ($P < 0.05$). The average birth and weaning weights of the kids were calculated as 4.4 ± 0.06 kg and 12.7 ± 0.23 kg, respectively.

Table 1. Some reproductive traits of experimental goats (%)

Traits	STF	LTF	Control	Total
Kidding rate	84.0	100.0	88.0	90.7
Kid yield by mated goats	144.0	164.0	132.0	146.7
Kid yield by goats giving birth	171.4	164.0	150.0	161.8
Survival rate	97.2	90.2	87.9	91.8
Single birth rate	33.3	48.0	54.5	45.6
Twin birth rate	61.9	40.0	40.9	47.1
Triple birth rate	4.8	12.0	4.6	7.3

Different feeding practices had no effect on the birth and weaning weights of the kids (Table 2). This may be due to the fact that the number of single-born kids in the control group is higher than the other two groups, even by chance. However, the fact that the birth weight was lower in triplets showed that the nutrients given to the dams fed during gestation were insufficient for three fetuses to gain enough live weight. Similar effect of birth type on birth weight in Kilis goat was also reported by Keskin et al. (1996). It was also seen in the same table that this effect of birth type on the kids' body weight disappears during the weaning period. This is due to the fact that the milk yield of Kilis goats is sufficient to raise the multiple born kids, even in the control group (Table

3). The period when the milk yield rises after birth and peak coincides with the months when the pasture conditions are good due to the rains in the region. Therefore, even if the breeders do not feed additionally, goats' milk production is sufficient for the growth of the kids. For this reason, the important effect of birth type on birth weight disappeared during the weaning period since multiple born kids in all groups were fed well during the period of suckling. This situation is compatible with the effect of gender on birth and weaning weight, as stated by many researchers (Al-Shaikh and Mogawer, 2001; Kaya and Öztürkcan, 2005; Keskin et al., 2017; Nugroho et al., 2018).

Table 2. Birth and weaning weight (kg) of the kids ($\bar{x} \pm$ s.e.)

	Birth weight	Weaning weight
<i>Feeding application groups</i>		
STF	4.6±0.10 (n=36)	12.6±0.47 (n=35)
LTF	4.3±0.09 (n=41)	12.5±0.37 (n=36)
Control	4.2±0.13 (n=33)	13.2±0.33 (n=29)
P	>0.05	>0.05
<i>Sex</i>		
Male	4.5±0.09 (n=55)	13.7±0.27 (n=49)
Female	4.2±0.08 (n=55)	11.8±0.32 (n=51)
P	<0.05	<0.05
<i>Birth type</i>		
Single	4.4±0.14 ^a (n=31)	12.6±0.49 (n=24)
Twin	4.4±0.08 ^a (n=64)	12.9±0.30 (n=62)
Triplet	3.9±0.15 ^b (n=15)	12.4±0.57 (n=14)
P	<0.05	>0.05
<i>Total</i>		
	4.4±0.06 (n=110)	12.7±0.23 (n=100)

P, statistical significance; a, b, c, different superscripts in same column indicate statistically different groups.

Table 3. Lactation milk yield and lactation length of the groups ($\bar{x} \pm s.e.$)

Groups	Lactation milk yield (l)	Lactation length (days)
STF	426.3±20.96 ^a (n=21)	210.1±2.05 ^b (n=21)
LTF	466.2±19.59 ^a (n=25)	220.2±2.03 ^a (n=25)
Control	316.4±16.76 ^b (n=22)	194.4±2.05 ^c (n=22)
P	<0.05	<0.05

P, statistical significance; a, b, c, different superscripts in same column indicate statistically different groups

As can be seen from Table 3, the highest lactation length was calculated for the LTF group with 220.2 days, followed by STF and control groups ($P < 0.05$). Similarly, the lactation milk yields, which were determined as 466.2 for LTF group and 426.3 liters for STF group were higher than the control group (316.4 liters; $P < 0.05$). In other words, both lactation length and lactation milk yield were affected by additional feeding. These results regarding the lactation characteristics were in agreement with the reports of Kaya and Öztürkcan (2005) which indicated that feeding had a positive effect on lactation time and lactation milk yield. In addition, the milk yield characteristics obtained in the current study were compatible with the reports of different researchers (Gül ve ark., 2016b; Keskin ve ark., 2017).

CONCLUSIONS

In this study carried out with Kilis goats to investigate the effect of supplementary feeding on the growth of kids and some lactation traits, it was concluded that (a) supplementary feeding practices during the last 20 or 40 days of gestation did not affect on the birth weight, (b) both sex and birth type affected birth weight, (c) the effect of birth type disappeared in the weaning because the milk yield of the dams was sufficient for the growth of the kids, (d) supplementary feeding during the first 90 days or whole lactation increased lactation length and milk yield.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada Kilis keçilerinde, gebelik ve laktasyon dönemlerinde ek yemleme uygulamalarının doğum ve süttten kesim ağırlıkları ile anaların süt verimleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yöntem ve Bulgular Bu projede deneme materyali keçiler kontrol, kısa süreli besleme ve uzun süreli besleme grupları olarak üç gruba ayrılmışlardır. Kontrol grubu yetiştirici koşullarında yönetilmiştir. Kısa dönem besleme grubunda gebeliğin son 20 gününden

başlayarak doğum sonrası 90. güne kadar, uzun süreli besleme grubunda ise gebeliğin son 40 gününden başlayarak laktasyon süresince keçilere günde 750 g/baş kesif yem verilmiştir. Deneme sonunda en yüksek laktasyon süresi 220.2 gün olarak uzun süreli besleme grubunda olmuş bunu kısa süreli besleme grubu ve kontrol grubu takip etmiştir ($P < 0.05$). Benzer şekilde uzun süreli ve kısa süreli besleme gruplarında laktasyon süt verimleri sırası ile 466.2 ve 426.3 litre olarak belirlenmiş ve kontrol grubundan (316.4 litre) daha yüksek olmuştur ($P < 0.05$).

Genel Yorum: Çalışmada gebelik ve laktasyon dönemlerinde ek yemleme uygulamalarının laktasyon süresi ve süt veriminde artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu çalışma sonunda Kilis keçilerinde gebelik ve laktasyon dönemlerinde ek yemleme yapılırsa keçilerin süt verim özelliklerinin iyileşeceğini göstermektedir. Bölgedeki oğlaklar için süt emme dönemi mera şartlarının iyi olduğu zaman dilimindedir. Bu nedenle, hayvanlar sadece merada yönetilseler dahi, annelerin süt verimleri çoğuz doğan oğlaklar için yeterli olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ek yemleme, oğlak gelişimi, süt.

ACKNOWLEDGEMENTS

The author thanks to the Research Foundation of Hatay Mustafa Kemal University for its financial supports (Project No: 16373).

CONFLICT OF INTEREST

The author declares that there is no conflict of interest in the study.

REFERENCES

Al-Shaikh MA, Mogawer HH (2001) Factors affecting body weight of Aardi goat kids in Saudi Arabia. J. Appl. Anim. Res. 20: 233-238.

- Anonymous (2018) TÜİK, Turkey Statistical Institute, Animal Production Statistics. Retrieved December 25, 2019, from <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelists>
- Gül S, Keskin M, Daşkiran İ, Gündüz Z (2016a) Applicability of different synchronization protocols during breeding season in Kilis goats. Greener J. Agric. Sci. 6 (6): 203-208.
- Gül S, Keskin M, Göçmez Z, Gündüz Z (2016b) Effects of supplemental Feeding on performance of Kilis goat on pasture condition. Ital. J. Anim. Sci. 15 (1): 110-115.
- Gül S, Keskin M, Gündüz Z (2016c). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan keçi ırkları. Tarım Türk Dergisi 59: 64-70.
- Kaya Ş, Öztürkcan O (2005) Meraya ek olarak verilen kesif yemin Hatay keçilerinde ananın performansına döl ve süt verimine etkileri. Süt Keçiciliği Ulusal Kongresi, Mayıs 20-28, İzmir.
- Kaymakçı M (2010) Goat breeding. In: Native breeds (Editor: Ozder M), Izmir: Meta Press. pp. 17–40.
- Keskin M, Kaya Ş, Özcan L, Biçer O (1996) Hatay bölgesinde yetiştirilen keçilerin bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri üzerine bir araştırma. MKÜ Zir. Fak. Derg. 1 (1): 69-84.
- Keskin M (2000) Hatay bölgesinde yoğun yetiştirme koşullarında Şam (Damascus) keçilerinin morfolojik özellikleri ve performanslarının saptanması. Doktora Tezi. MKÜ Fen Bil. Ens., Zootekni ABD, 108 s.
- Keskin M, Tüney D (2015) Kilis keçilerinde vücut *kondisyon* puanı ve döl verimi arasındaki ilişki. MKÜ Zir. Fak. Derg. 20 (2): 60-65.
- Keskin M, Gül S, Biçer O, Daşkiran İ (2017) Some reproductive, lactation, and kid growth characteristics of Kilis goats under semiintensive conditions. Turk J. Vet. Anim. Sci. 41: 248-254.
- Kosum N, Taskın T, Akbas Y, Kaymakçı M (2004) Heritability estimates of birth and weaning weights in Saanen, Bornova and Saanen x Kilis goats. Pakistan J. Biol. Sci. 7:1963–1966.
- Nugroho T, Nurhidayati A, Ayuningtyas AI, Kustiyani C, Prastowo S, Widya N (2018) Birth and weaning weight of kids from different Boer goat crosses. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 142: 1-4.
- Özcan L (1989) Küçükbaş Hayvan Yetiştirme I (Keçi Üretimi). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 111, 318s.



Farklı temel besin ortamı, sitokinin ve oksin kombinasyonları, katılaştırıcı tipi ve ön soğuk uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin anter kültüründe embriyonik kallus ve sürgün oluşumu üzerine etkileri

The effects of different basal medium, combinations of auxin and cytokinin, solidification types and pre-cold treatments on embryonic callus and shoot development in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars

Serkan URANBEY¹, Güray AKDOĞAN¹, Hussein Abdullah Ahmed AHMED¹, Mikail ÇALIŞKAN²

¹Ankara University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Ankara, Turkey.

²Field Crops Central Research Institute, Ankara, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.686209](https://doi.org/10.37908/mkutbd.686209)

Geliş tarihi / Received: 07.02.2020

Kabul tarihi / Accepted: 19.03.2020

Keywords:

Bread wheat, *Triticum aestivum* L, haploid, anther, MS, N₆, B₅ minerals and vitamins.

Corresponding author: Serkan

URANBEY

✉: uranbey@ankara.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study was to reveal different basal nutrient media, solidification types and pre-cold effects on high frequency compact embryogenic callus formation and shoot regeneration of Turkish bread wheat genotypes.

Methods and Results: Tosunbey, Demir-2000 and Bayraktar-2000 bread wheat varieties were used in this study. The anthers of the varieties were pre-chilled at 4 °C for 0, 4 and 7 days, then, were cultivated different callus induction medium containing different basal media (MS, N₆ and B₅) with liquid, agar-solidified or gelrite solidified.

Conclusions: According to the results; the best calli induction (14%) was obtained from the anthers kept on at 4 °C for 7 days on N₆ basal liquid medium from Tosunbey variety. While the pre-cold treatment time had positive effects on embryonic callus formation and liquid nutrient media positively affected calli development in Tosunbey and Demir 2000 varieties. Also, N₆ basal medium was more effective on embryogenic callus formation in Tosunbey than other basal media. Developed anthers with calli were transferred to Murashige and Skoog (MS) medium supplemented with combinations BAP, KIN, NAA and IBA.

Significance and Impact of the Study: According to the results; the highest shoot regeneration capacity (7.5%) was also determined on MS medium containing 2 mg L⁻¹ KIN and 0.50 mg L⁻¹ NAA; 2 mg L⁻¹ KIN and 0.50 mg L⁻¹ IBA from the Tosunbey variety.

Atıf / Citation: Uranbey S, Akdoğan G, Ahmed HAA, Çalışkan M (2020) Farklı temel besin ortamı, sitokinin ve oksin kombinasyonları, katılaştırıcı tipi ve ön soğuk uygulamalarının ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşitlerinin anter kültüründe embriyonik kallus ve sürgün oluşumu üzerine etkileri. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 127-137. DOI: [10.37908/mkutbd.686209](https://doi.org/10.37908/mkutbd.686209)

GİRİŞ

Ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.)'da pek çok kültür bitkisinde olduğu gibi uygun yetiştirme koşullarında, çeşit özelliğine bağlı genetik yapının verim ve kaliteye etkisinin yüksek olduğu türlerden biridir. Buğday veriminin

artırılmasında en önemli faktörlerden birisi de verim potansiyeli yüksek çeşitlerin kullanılmasıdır. Bölge ekolojilerine iyi uyum sağlamış, hastalık ve zararlılara dayanıklı, kuraklık, soğuk ve tuzluluk gibi stres faktörlerine toleranslı çeşitlere her zaman ihtiyaç vardır. Klasik bitki ıslahında tür içi ve dışı melezlemelerde uzun

zaman ve işgücü gereksinimi, melezlemede yaşanan sorunlar, genetik bağlılık ve gen kaynaklarının kullanımında engellerin aşılmasında modern moleküler ıslah tekniklerine başvurulmaktadır. Çeşitlere ait farklı özelliklerin haritalanması ve bu özelliklerine ait moleküler markör geliştirme çalışmalarında durulmuş katlanmış haploid populasyonların geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Moleküler ıslah yöntemlerin klasik bitki ıslahı programlarına entegrasyonu son derece önemlidir. Genetik saflaştırma işleminin, kısa bir sürede yapılabildiği, hibrit çeşit ıslahı programlarında zaman yönünden önemli kazanç sağlanabilmesi için etkin haplodizasyon tekniğinin geliştirilmesi son derece önemlidir (Demarly ve Sibi, 1989). Yapılan pek çok çalışmada ekmeleklik buğdaylarda yüksek oranda kallus, embriyogenik kallus ve bitki rejenerasyonu üzerine genotip, besin ortamı, ön soğuk uygulaması, donör bitkilerin yetiştirildiği çevre koşulları ve karbonhidrat kaynağının etkili olduğu çok sayıda yerli ve yabancı araştırmacı tarafından belirlenmiştir (Gürel ve ark., 1993; Gu ve Liang, 1997; Hansen ve Andersen, 1998; Bölük ve Dağüstü, 2003; Patel ve ark., 2004; Kim ve Baenziger, 2005; Ahmet ve Adak, 2007; Abdallah ve ark., 2012; Lantos ve ark., 2013; Asif ve ark., 2014). Buğdayda anter kültüründe başlangıç embriyonik kallus geliştirme ortamında çok farklı temel besin ortamları kullanılmıştır (Wang ve Chen, 1986; Patel ve ark., 2004; Tuveson ve ark., 2000; Niu ve ark., 2014). Ayrıca farklı katılaştırıcı tipi ve ön soğuk uygulamaları kullanılarak genotipe özgü protokoller rapor edilmiştir (Najia ve ark., 1997; Gu ve Liang, 1997; Saidi ve ark., 1997; Redha ve ark., 2000; Jauhar ve ark., 2009). Buğday bitkisinde haploid ve double haploid tekniğinde çok sayıda protokol geliştirilmiş olup, (Liu ve ark., 2002; Patel ve ark., 2004; Kim ve Baenziger, 2005) bitki büyüme düzenleticileri anter ya da mikrospor kültüründe son derece önemlidir. Uygun bir oksin-sitokinin dengesi sağlandığı takdirde buğday mikrosporlarının farklı tepkiler verebildiği bilinmektedir. Farklı araştırmacılar tarafından buğdayda mikrospor kültüründe sürgün oluşumunu teşvik etme amacı ile birbirinden farklı oksin/sitokinin kombinasyonları kullanılmıştır (Gu ve Liang., 1997; Hansen ve Andersen, 1998; Tuveson ve ark., 2000; Abdallah ve ark., 2012; Lantos ve ark., 2013; Asif ve ark., 2014). Bu çalışmada da ülkemizde yetiştirilen önemli ekmeleklik buğday genotiplerinde, yüksek frekansta kompakt embriyogenik kallus ve sürgün oluşumu için temel besin ortamları, katılaştırıcı tipi ve ön soğuk uygulamalarını ile oksin ve sitokin konsantrasyonu ve kombinasyonlarının etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bitki materyali

Çalışmada materyal olarak, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) tarafından ıslah edilmiş olan ve 2004 yılında tescil ettirilen aynı zamanda kalite özellikleri bakımından değerli bir çeşit olan Tosunbey ile 2000 yılında tescil ettirilen Demir 2000 ve Bayraktar 2000 çeşitleri kullanılmıştır.

Anterlerin izolasyonu ve ön soğuk uygulaması

Demir 2000, Tosunbey ve Bayraktar 2000 çeşitlerinde (Anterlerin yaprak kınından çıkmadığı ya da az miktarda çıktığı mikrospor çekirdek dönemi) en üstten ikinci boğum arasının ortasından kesilerek alınmıştır. Bir demet haline getirilen başaklar, su dolu bir beher içerisine konmuş ve alüminyum folyo ile sarılmıştır. Hazırlanan bu örnekler 4 ve 7 gün süreyle 4 °C'de ön soğuk uygulamasına tabi tutulmuştur.

Anterlerin sterilizasyonu

Seradan toplanan başaklar steril kabin içerisinde % 70'lik etil alkol içerisinde 5 dk steril edilmiş, daha sonra 3 kez steril saf su ile durulanmıştır. Tarladan toplanan başakçıklar ise % 50'lik çamaşır suyu içerisinde (% 5'lik sodyum hipoklorit içeren) 5 dakika bekletilerek 3 kez steril saf su ile tekrar durulanmıştır. Daha sonra kabin içerisinde % 70'lik etil alkol içerisinde 1-2 dk steril edilmiş ve 3 defa daha steril saf su ile durulanmıştır. Başakçık içerisinde bulunan anterler pens yardımıyla çıkarılarak besin ortamına yerleştirilmiştir. Anterler üç farklı gelişme dönemine ayrılmış, başakların yaprak kınından çıkmadığı veya en fazla % 20'ye kadar çıktığı dönem alınmıştır (Şekil 1.).

Embriyogenik kallus teşviki

Yüzey sterilizasyonuna tabi tutulan anterler, kallus oluşturma ortamına aktarılmıştır. Kallus oluşturma temel besin ortamı olarak, MS, B₅ ve N₆ mineralleri ve vitaminleri kullanılmıştır. Anterlerin tamamı 10 gün boyunca sıvı kallus teşvik başlangıç ortamında (KTBO) (MS mineral ve vitaminleri veya B₅ mineral ve vitaminleri veya N₆ mineral ve vitaminleri ve 0.5 mg L⁻¹ Pikloram, 2.0 mg L⁻¹ 2,4-D, 100 mg L⁻¹ Kazein, 20 g L⁻¹ sukroz, 1.2 g L⁻¹ Proline) kültüre alınmıştır. 10 gün sonra anterler alınarak hangi temel besin ortamı içeren kallus başlangıç teşvik ortamında muamele edilmiş ise, aynı temel besin ortamını içeren ancak modifiye edilmiş, sıvı, agar ile yarı katılaştırılmış ve gelrite ile yarı katılaştırılmış kallus teşvik ortamlarına aktarılmış olup kallus üzerinde adventif sürgünler oluştuktan sonra köklendirilmiştir. (Çizelge

1). Anterler, 26-28 °C de karanlıkta, 8-14 hafta süre ile inkübasyona alınmıştır.



Şekil 1. Anterlerin izolasyonu ve dönemsel olarak gruplandırılması a) Anterlerin yaprak kınından % 60-80 arasında çıktığı b) Anterlerin yaprak kınından % 30-50 arasında çıktığı dönem c) Anterlerin yaprak kınından çıkmadığı veya % 20'ye kadar çıktığı dönem

Figure 1. Isolation and development stage of anthers a) The first stage when the anthers emerge from the leaf sheath between 60-80% b) The second stage when the anthers emerge from the leaf sheath between 30-50% c) The third stage when the anthers emerge from leaf sheath up to 20%

Çizelge 1. Anter kültürü çalışmalarından elde edilen kallus oluşumu için hazırlanan besin ortamları

Table 1. Callus induction media used in anthers culture studies

Embriyokallus ortamı	Temel besin ortamı	Oksin ve oksin analogları, karbonhidrat kaynakları	Katılaştırıcı tipi
Kallus teşvik ortamı (KTO) M ₁	MS mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	Sıvı
Kallus teşvik ortamı (KTO) M ₂	MS mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	4 g L ⁻¹ agar
Kallus teşvik ortamı (KTO) M ₃	MS mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	1.25 g L ⁻¹ gelrite
Kallus teşvik ortamı (KTO) B ₁	B ₅ mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	Sıvı
Kallus teşvik ortamı (KTO) B ₂	B ₅ mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	4 g L ⁻¹ agar
Kallus teşvik ortamı (KTO) B ₃	B ₅ mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	1.25 g L ⁻¹ gelrite
Kallus teşvik ortamı (KTO) N ₁	N ₆ mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	Sıvı
Kallus teşvik ortamı (KTO) N ₂	N ₆ mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	4 g L ⁻¹ agar
Kallus teşvik ortamı (KTO) N ₃	N ₆ mineral ve vitaminleri	2.0 mg L ⁻¹ 2,4-D, 500 mg L ⁻¹ Kazein, 500 mg L ⁻¹ Glutamine, 200 mg L ⁻¹ manitol, 40 g L ⁻¹ sukroz, 1.2 g L ⁻¹ Proline	1.25 g L ⁻¹ gelrite

Adventif sürgün oluşumu teşviki: Kallus teşvik ortamında 7 gün süreyle soğukta muhafaza edilen anterlerden kallus üzerinde oluşan 1-2 mm çapındaki embriyoidler içeren anterler ile kallus oluşturmeyen anterler aşağıdaki Sürgün gelişim ortamına (SGO) aktarılmıştır.

Sürgün gelişim ortamı (SGO): MS mineralleri ve vitaminleri (1.0-2.0 mg L⁻¹ BAP ve 1.0-2.0 mg L⁻¹ Kinetin + (0.25-0.50 mg L⁻¹ IBA ve NAA), % 2 sukroz ve 7 g L⁻¹ agar içeren besin ortamından meydana gelmiştir.

İstatistiki analiz

Denemeler, tesadüf parselleri ve tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre kurulmuş olup, her muamele içerisinde 100 adet anterin bulunduğu 4 tekerrürlü 50x50 mm'lik petri kutularından oluşmuştur. Elde edilen verilere Düzgüneş ve ark. (1983) tarafından bildirildiği şekilde varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Yüzde değerler istatistiki analizden önce açı değerlerine dönüştürülmüş (Snedecor ve Cochran, 1967) ve tüm istatistiki analizler, MSTAT-C bilgisayar programı kullanılarak yapılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Tosunbey çeşidi anterlerinin in vitro'da kültüre alınması ve embriyonik kallus oluşumu

Genel olarak denenen tüm ortamlarda anterlerin etrafında kültüre alındıktan 8-14 hafta sonra kallus

oluşumu başlamış, 14 ila 18. haftadan sonra kallus büyüklüklerinin bariz bir şekilde arttığı görülmüştür. Tüm ortamlarda kallus büyüklükleri bakımından da bir farklılık gözlenmemiştir. Farklı temel besin ortamlarının ve ön soğuk uygulamasının kallus oluşumu üzerine etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre, farklı besin ortamları ve ön soğuk uygulaması, kallus oluşturan anter oranı %1 ($P < 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca farklı temel besin ortamları x ön soğuk uygulaması intreksiyonu, kallus oluşumu üzerine etkileri de %1 ($P < 0.01$) düzeyinde önemlidir. Çalışmada kullanılan tüm besin ortamları ve ön soğuk muamelelerinde ortalama kallus oranı % 0-14 arasında değişmiştir (Çizelge 2). Anterlerinin oran olarak büyük bir kısmının kallus oluşturmadığı gözlemlenmiştir. Anter eksplantları yakından incelendiğinde (binoküler altında bakılarak), alt dış kavuz ya da dışıcık tepesinin anter izolasyonu sırasında besin ortamına karıştığı ve bu parçacıkların kallus oluşturduğu gözlenmiş olup, bu eksplantlar ortamdaki uzaklaştırılmıştır. En yüksek kallus oluşturan anter oranı % 14 ile KTO (N₁) besin ortamından 7 gün süreyle soğukta muhafaza edilen anterlerden elde edilmiştir. En düşük kallus oranı ise % 0 ile KTO (M₁), KTO (M₂), KTO (M₃), KTO (B₃), KTO (N₂), KTO (N₃) besin ortamlarında hiçbir ön soğuk muamelesi uygulamayan anterler ile KTO (B₂) ortamında 7 gün süreyle ön soğuk uygulanan anterlerden elde edilmiştir.

Çizelge 2. Farklı kallus teşvik ortamları (KTO) ve ön soğuk uygulamalarının Tosunbey çeşidinde kallus oluşumu üzerine etkileri (%)

Table 2. Effects of different callus induction media and pre-cold treatments on callus formation in Tosunbey variety (%)

Besin Ortamları	Ön soğuk uygulaması (gün)			Ortalama
	0	4	7	
KTO (M ₁)	4.0 b-g	2.0 b-ı	5.5 b-e	3.8 a
KTO (M ₂)	0.0 ı	0.5 hı	4.0 b-h	1.5 b
KTO (M ₃)	0.0 ı	1.0 ghı	0.5 hı	0.5 b
KTO (B ₁)	2.0 d-ı	6.5 a-d	5.5 b-f	4.7 a
KTO (B ₂)	0.0 ı	1.0 f-ı	0.0 ı	0.3 b
KTO (B ₃)	0.0 ı	1.0 f-ı	1.5 e-ı	0.8 b
KTO (N ₁)	0.5 hı	4.0 b-h	14 a	6.2 a
KTO (N ₂)	0.0 ı	1.5 f-ı	3.5 c-ı	1.7b
KTO (N ₃)	0.0 ı	8.0 ab	8.0 ab	5.3 a
Ortalama	0.7 b	2.8 a	4.7a	

LSD % 5 Besin ortamları = 4.864; LSD % 5 ön soğuk uygulaması = 2.808; LSD % 5 interaksiyon = 8.425

Besin ortamları içinde en yüksek kallus oluşturan anter oranı % 6.2 ile KTO (N₁) sıvı besin ortamı öne çıkarken, 4 ve 7 günlük ön soğuk uygulamasının istatistiki olarak önemli derecede kallus oranını artırdığı saptanmıştır (Şekil 2.a.). En iyi embriyogenik kallus ortamı ve

şartlarında gelişen embriyonik kalluslarda SGO alındıktan yaklaşık 4-6 hafta sonra sürgün uçları görülmeye başlanmış olup, sürgünler gelişinceye kadar SGO'da bırakılmıştır (Şekil 2.d.). SGO ortamına alındıktan yaklaşık 14 hafta sonra sürgünlerin uzadığı görülmüştür (Şekil

2.f.). Farklı hormon konsantrasyonlarının, sürgün rejenerasyonu oranı, üzerine etkileri 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Farklı BAP, KIN, NAA ve IBA konsantrasyonlarının sürgün rejenerasyonu üzerinde önem düzeyini belirleyebilmek amacıyla kullanılan tüm ortamların arasında Duncan testi yapılmış ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. (Çizelge 3)'te de görüldüğü gibi, sürgün rejenerasyon oranı (sürgün oluşturan anter oranı), % 00.00-7.5 arasında değişmiştir.

En yüksek sürgün rejenerasyon oranı (% 7.5) 2 mg L⁻¹ KIN ve 0.50 mg L⁻¹ NAA, 2 mg L⁻¹ KIN ve 0.50 mg L⁻¹ IBA, en düşük sürgün rejenerasyon oranı ise (% 0.00) 1.0 mg L⁻¹ BAP + 0.25 mg L⁻¹ NAA; 1.0 mg L⁻¹ BAP + 0.25 mg L⁻¹ IBA; 1.0 mg L⁻¹ KIN + 0.25 mg L⁻¹ NAA içeren MS besin ortamından alınmıştır. Besin ortamları, sürgün rejenerasyonu bakımından, 0.01 düzeyinde 3 grup içerisinde yer almışlardır.

Çizelge 3. Farklı büyüme düzenleyici konsantrasyon ve kombinasyonlarının Tosunbey çeşidi anterlerinde sürgün oluşumu üzerine etkileri

Table 3. Effects of different growth regulators concentrations and combinations on shoot formation in Tosunbey variety

Büyüme düzenleyicileri (mg L ⁻¹)				Sürgün oluşturan anter oranı (%)
BAP	Kinetin	NAA	IBA	
1.0	–	0.25	–	0.0
2.0	–	0.50	–	0.0
1.0	–	–	0.25	0.0
2.0	–	–	0.50	7.5 a
–	1.0	0.25	–	0.0 c
–	2.0	0.50	–	7.5 a
–	1.0	–	0.25	2.5 b
–	2.0	–	0.50	2.5 b

LSD%5=9.444

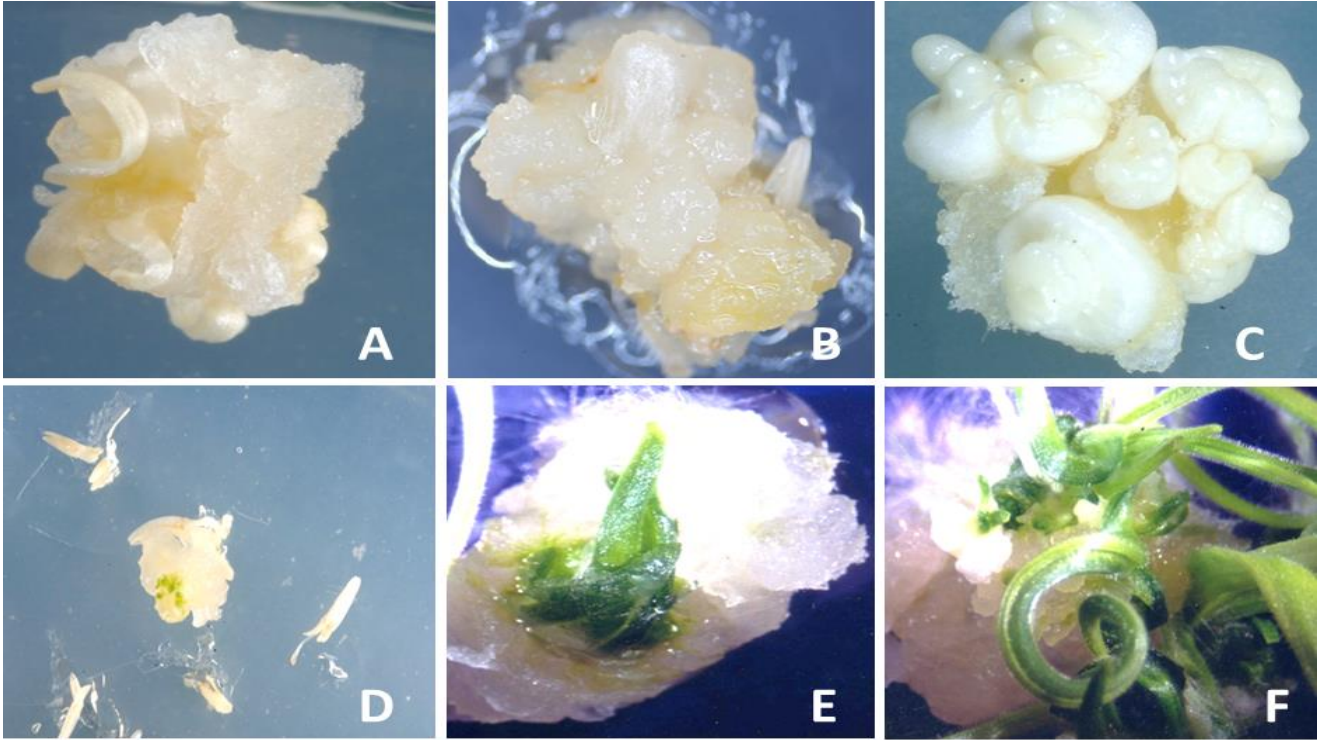
Demir-2000 çeşidi anterlerinin in vitro'da kültüre alınması ve embriyonik kallus oluşumu

Denenen tüm ortamlarda anterlerin etrafında kültüre alındıktan 6-12 hafta sonra kallus oluşumu başlamış, 12 ila 16. haftadan sonra kallus büyüklüklerinin bariz bir şekilde arttığı görülmüştür. Çalışmada kullanılan tüm besin ortamları ve ön soğuk muamelelerinde ortalama kallus oranı % 0-8 arasında değişmiştir (Çizelge 4). Tüm ortamlarda kallus büyüklükleri bakımından da bir farklılık gözlenmemiştir. Tosunbey ve Bayraktar-2000 çeşidi ile karşılaştırıldığında Demir-2000 çeşidinde daha hızlı ve daha kompakt kallus oluşumu gözlenmiştir (Şekil 2.b.). Farklı temel besin ortamlarının ve ön soğuk uygulamasının kallus oluşumu üzerine etkilerine ilişkin varyans analiz sonuçlarına göre, farklı besin ortamları ve ön soğuk uygulaması, kallus oluşturan anter oranı %1 ($P < 0.01$) düzeyinde önemli bulunmuştur. Ayrıca farklı temel besin ortamları X ön soğuk uygulaması intreaksiyonu, kallus oluşumu üzerine etkileri de %1 ($P < 0.01$) düzeyinde önemlidir.

En yüksek kallus oluşturan anter oranı % 8 ile KTO (B₁) besin ortamından 7 gün süreyle soğukta muhafaza edilen anterlerden elde edilmiştir. Buna karşın, ön soğuk muamelesi uygulanmadan M₁, M₂, M₃, B₃, N₂ ve N₃ kallus teşvik edici ortamlarda kültüre alınan anterlerde, 4 gün süreyle ön soğuk muamelesi uygulanan ve M₂, M₃, B₁, B₂,

B₃, N₂ ve N₃ kallus teşvik edici ortamlarda kültüre alınan anterler ile 7 gün süreyle ön soğuk muamelesi uygulanan ve N₂ kallus teşvik edici ortamda kültüre alınan anterlerde kallus gelişimi gözlemlenmemiştir. Besin ortamları içinde en yüksek kallus oluşturan anter oranları sırasıyla (M₁, B₁ ve N₁) besin ortamlarından elde edilirken, 7 günlük ön soğuk ortalamasının istatistiki olarak kallus oranını artırdığı saptanmıştır (Şekil 2.c.). En iyi embriyogenik kallus ortamı ve şartlarında gelişen embriyonik kalluslarda sürgün oluşumu başlayıp sürgünler gelişinceye kadar SGO da bırakılarak 3 haftada bir besin ortamı yenilenmiştir. Kallus oluşturan ve oluşturmayan anterler her muamele içerisinde 100 adet anterin bulunduğu 4 tekerrürlü 90x90 ml'lik petri kutularına alınmıştır. Elde edilen verilere Düzgüneş ve ark. (1983) tarafından bildirildiği şekilde varyans analizi ve Duncan testi uygulanmıştır. Embriyogenik kalluslarda SGO'ya alındıktan yaklaşık 4-5 hafta sonra sürgün uçları gözükmeye başlamış olup, sürgünler gelişinceye kadar SGO'da bırakılmıştır (Şekil 2.e.). Farklı hormon konsantrasyonlarının, sürgün rejenerasyonu oranı üzerine etkileri 0.01 düzeyinde istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Farklı BAP, KIN, NAA ve IBA konsantrasyonlarının sürgün rejenerasyonu üzerinde önem düzeyini belirleyebilmek amacıyla kullanılan tüm

ortamlarda, Duncan testi yapılmış ve sonuçlar (Çizelge 5)'te verilmiştir.



Şekil 2. Buğday çeşitlerinde embriyogenik kallus ve sürgün oluşumu a) Kültür başlangıcından 8-10 hafta sonra Tosunbey çeşidinde kallus oluşumu b) Kültür başlangıcından 8-10 hafta sonra Demir-2000 çeşidinde kallus oluşumu c) Bayraktar-2000 çeşidi anterleri üzerinde embriyogenik/kompakt kallus oluşumu d) Tosunbey çeşidinde Embriyogenik kallusların SGO'ya alındıktan yaklaşık 6 hafta sonra sürgün uçlarının görülmeye başlaması e) Demir-2000 çeşidinde embriyogenik kalluslar SGO'ya alındıktan yaklaşık 4-5 hafta sonra sürgün uçlarının görülmeye başlaması f) Tosunbey çeşidinde embriyogenik kalluslar SGO'ya alındıktan yaklaşık 12 hafta sonra sürgünlerin uzaması

Figure 2. Embryogenic callus clusters and shoot formation in the wheat varieties a) callus formation in Tosunbey variety after 8-10 weeks culture initiation b) Callus formation in Demir-2000 variety after 8-10 weeks culture initiation c) Embryonic/compact callus formation in Bayraktar-2000 variety d) Apperance of shoot tips in Tosunbey variety about 6 weeks later after embryogenic calli are transferred the shoot induction medium e) Apperance of shoot tips in Demir-2000 variety after 4-5 weeks embryogenic calli are transferred the shoot induction medium f) Extension of the adventitious shoots in Tosunbey variety approximately after 12 weeks embryonic calli were transferred to the shoot induction medium

Çizelge 4. Farklı kallus teşvik ortamları (KTO) ve ön soğuk uygulamalarının Demir-2000 çeşidinde kallus oluşumu üzerine etkileri (%)

Table 4. Effects of different callus induction media and pre-cold treatments on callus formation in Demir-2000 variety (%)

Besin Ortamları	Ön soğuk uygulaması (gün)			Ortalama
	0	4	7	
KTO (M ₁)	0.0 e	3.0 bcd	4.5 ab	2.5 a
KTO (M ₂)	0.0 e	0.0 e	0.5 e	0.2 b
KTO (M ₃)	0.0 e	0.0 e	1.0 de	0.3 b
KTO (B ₁)	1.5 cde	0.0 e	8.0 a	3.2 a
KTO (B ₂)	0.5 e	0.0 e	0.0 e	0.2 b
KTO (B ₃)	0.0 e	0.0 e	0.5 e	0.2 b
KTO (N ₁)	1.5 cde	4.5 abc	3.0 bcd	3.0 a
KTO (N ₂)	0.0 e	0.0 e	0.0 e	0.0 b
KTO (N ₃)	0.0 e	0.0 e	3.0 cde	1.0 b
Ortalama	0.4 b	0.8 b	2.3 a	

LSD % 5 besin ortamları = 3.504; LSD % 5 ön soğuk uygulaması = 2.023; LSD % 5 interaksiyon = 6.07

Çizelge 5'te de görüldüğü gibi, sürgün rejenerasyon oranı (sürgün oluşturan eksplant oranı), % 00.00-5.0 arasında değişmiştir. En yüksek sürgün rejenerasyon oranı (% 5.0) 2 mg L⁻¹ KIN ve 0.50 mg L⁻¹ IBA içeren ortamda

gözlenmiştir. Bunu % 2.5 ile 2 mg L⁻¹ KIN ve 0.50 mg L⁻¹ NAA içeren ortamı izlemiştir. Besin ortamları, sürgün rejenerasyonu bakımından, 0.01 düzeyinde 2 grup içerisinde yer almışlardır.

Çizelge 5. Farklı büyüme düzenleyici konsantrasyon ve kombinasyonlarının Demir-2000 çeşidi anterlerinde sürgün oluşumu üzerine etkileri

Table 5. Effects of different growth regulators concentrations and combinations on shoot formation in Demir-2000 variety

BAP	Büyüme düzenleyicileri (mg L ⁻¹)			Sürgün oluşturan anter oranı (%)
	Kinetin	NAA	IBA	
1.0	–	0.25	–	0.0 b
2.0	–	0.50	–	0.0 b
1.0	–	–	0.25	0.0 b
2.0	–	–	0.50	2.5 ab
–	1.0	0.25	–	0.0 b
–	2.0	0.50	–	0.0 b
–	1.0	–	0.25	0.0 b
–	2.0	–	0.50	5.0 a

LSD % 5=7.704

Bayraktar-2000 çeşidi anterlerinin in vitro'da kültüre alınması ve embriyonik kallus oluşumu

2000 yılında TARM tarafından tescil ettirilen Bayraktar 2000 çeşidinde kullanılan tüm besin ortamları ve ön soğuk muamelelerinde ortalama kallus oranı % 0-5.0 arasında değişmiştir (Çizelge 6). Farklı temel besin ortamlarının ve ön soğuk uygulamasının kallus oluşumu üzerine etkileri incelendiğinde sadece 7 gün süreyle ön soğuk muamelesi yapılan ve KTO (M₁) ve KTO (B₁) sıvı ortamında kültüre alınan anterlerde çok düşük düzeyde kallus oluşumu (sırasıyla % 5.0 ve %3.5) tespit edilmiştir. Sadece 2 ortam ve 7 gün süreyle ön soğuk uygulaması

yapılan anterlerde çok düşük düzeyde kallus oluşumu belirlendiği için istatistiki analiz yapılmamıştır. Kültür başlangıcından 10 hafta sonra anterler üzerinde embriyonik kallus oluşumu görülmüştür. Embriyogenik kalluslar sürgün oluşumu başlayıp sürgünler gelişinceye kadar SGO da bırakılarak 3 haftada bir besin ortamı yenilenmiştir. M₁ besin ortamından 7 gün süreyle soğukta muhafaza edilen anterlerden kallus üzerinde oluşan 1-2 mm çapındaki embriyoidler içeren anterler ile kallus oluşturmayan anterler karışık olarak, MS mineralleri ve vitaminleri çeşitli konsantrasyonlarda sitokin (BAP ve Kinetin) ve oksinler (IBA ve NAA), % 2

sukroz ve 7 g L⁻¹ agardan oluşan sürgün gelişim ortamına (SGO) aktarılmıştır. Embriyogenik kalluslarda sürgün

oluşumu başlayıp sürgünler gelişinceye kadar SGO da bırakılarak 3 haftada bir besin ortamı yenilenmiştir.

Çizelge 6. Farklı kallus teşvik ortamları (KTO) ve ön soğuk uygulamalarının Bayraktar-2000 çeşidinde kallus oluşumu üzerine etkileri (%)

Table 6. Effects of different callus induction media and pre-cold treatments on callus formation in Bayraktar-2000 variety (%)

Besin Ortamları	Ön soğuk uygulaması (gün)			Ortalama
	0	4	7	
KTO (M ₁)	0.0	0.0	5.0	1.66
KTO (M ₂)	0.0	0.0	0.0	0.0
KTO (M ₃)	0.0	0.0	0.0	0.0
KTO (B ₁)	0.0	0.0	3.5	1.16
KTO (B ₂)	0.0	0.0	0.0	0.0
KTO (B ₃)	0.0	0.0	0.0	0.0
KTO (N ₁)	0.0	0.0	0.0	0.0
KTO (N ₂)	0.0	0.0	0.0	0.0
KTO (N ₃)	0.0	0.0	0.0	0.0
Ortalama	0.0	0.0	2.83	

Ancak hiçbir sürgün geliştirme ortamında sürgün ucu primordiası gözlenmemiştir. Çeşitlerin androjenetik kapasiteleri bakımından karşılaştırıldığında kullanılan genotipler kallus ve sürgün oluşum oranı bakımından farklı tepkiler vermişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre Tosunbey çeşidinin Demir-2000 ve Bayraktar-2000 çeşidine göre kallus oluşturma kapasitesinin daha iyi olduğu saptanmıştır. Bunun yanında özellikle Bayraktar-2000 çeşidinin düşük kallus oluşturma kapasitesi dikkate değerdir. Ayrıca Demir-2000 çeşidinde Bayraktar ve Tosunbey çeşitlerine göre daha erken kallus oluşumu gözlenmiş, Demir-2000 çeşidinde daha hızlı ve daha kompakt kallus oluşumu göze çarpmıştır. (Bölük ve Dağüstü, 2003) yaptıkları çalışmada, ekmeklik buğdaylarda yüksek oranda kallus, embriyogenik kallus ve bitki rejenerasyonu üzerine genotip, besin ortamı, ön soğuk uygulaması, donör bitkilerin yetiştirildiği çevre koşulları ve karbonhidrat kaynağı etkili olduğunu bildirmişlerdir. (Gürel ve ark., 1993) yaptıkları çalışmada, resiproksuz olarak diallel melezlenmiş 28 adet makarnalık buğday F₁ melezi ve 8 adet ekmeklik buğday çeşidine ait anterlerin belirli bir besin ortamına olan reaksiyonlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda kallus oluşturan anter yüzdeleri bakımından en yüksek değerleri, makarnalık buğday F₁'lerinde 7x5 (İslah hattı 1xAltar 84) melezi (% 14.29), ekmeklik buğdaylarda ise Glenson çeşidi (% 5.13) vermiştir. Patel ve ark. (2004) yaptıkları çalışmada buğday mikrospor kültüründe kültür koşullarının optimizasyonu üzerinde çalışmışlar ve besin ortamında katılaştırıcı olarak agar yerine gelrite kullanıldığında yüksek frekansta mikrospor kökenli

embriyoid elde etmişlerdir. (Liu ve ark., 2002) farklı katılaştırıcıların ve sıvı besi ortamının anter mikrosporlarında kallus oluşumu üzerine farklı etkileri olduğunu bildirmişlerdir. Buna karşılık, bu çalışmada ise her üç temel besin ortamında (MS, N₆ ve B₅) da sıvı besin ortamlarının, agar ve gelrite ile katılaştırılmış ortamlarına göre kallus oluşturan anter oranı bakımından Tosunbey ve Demir 2000 çeşitlerinde daha etkili olduğu görülmüştür. Benzer olarak Bayraktar-2000 çeşidinde ise sadece sıvı MS ve B₅ ortamında kallus oluşmuştur. (Patel ve ark., 2004), CHB ortamının 2,4-D ile kombinasyonunun MC17 ortamından daha iyi sonuçlar verdiği bildirmiştir. (Wang ve Chen, 1986) C17 besin ortamının anter kültüründeki önemini vurgulamışlardır. Bu çalışmadaki bulgulara göre ise, temel besin ortamı tiplerinden özellikle Tosunbey çeşidinde N₆'nın kallus oluşumu üzerine diğer besin ortamlarından daha etkili olduğu söylenebilir. (Najia ve ark., 1997) *Triticum turgidum* ssp *durum* da anter kültürü ile embryo oluşumu ve rejenerasyon protokolünde, başakları 8 gün süre ile +4°C'de ön üşütmeye uygun olduğunu rapor etmişlerdir. (Redha ve ark., 2000), haploid bitki frekansını artırmak amacı ile izole edilen anterleri 4 °C'de 3-14 gün süreyle inkübe etmişlerdir. (Gu ve Liang, 1997) yaptıkları çalışmada, haploid embriyogenik kallustan üretilen protoplastlardan bitki rejenerasyonunu 4-7°C'de 3-6 gün inkübe edilen başaklardan elde etmişlerdir. Bu çalışmada da her üç çeşitte de 7 gün süre ile +4°C'de ön üşütmeye bırakılan anterlerde kallus oluşturma oranının bariz bir şekilde arttığı görülmüştür.

Çalışmada kullanılan yerli çeşitlerin embriyonik kallus oluşturma ve sürgün rejenerasyonu bakımından farklı tepkiler verdiği görülmekte, bu androjenetik kapasite farklılıklarından ileri gelmektedir. Örneğin ülkemizde yapılan bir çalışmada resiproksuz olarak diallel melezlenmiş 28 adet makarnalık buğday F_1 melezi ve 8 adet ekmeklik buğday çeşidine ait anterlerin belirli bir besin ortamına olan reaksiyonlarını incelemiş, Anterlerin embriyoid oluşturma oranları açısından ise en yüksek değerler makarnalık buğdaylarda 7x5 (Islah hattı 1x Mexicali) melezinden (% 55.22) ve ekmeklik buğdaylarda Glenison çeşidinden (% 5.98) elde edilmiştir (Gürel ve ark., 1993). Pek çok araştırmacı genotipe özgü protokoller geliştirerek farklı frekanslarda haploid bitki elde etmişlerdir. Tuveson ve ark. (2000) anter kültürü yöntemi ile buğdayda ortalama 100 anter başına 3.3 buğday haploid bitkisi elde edilmesini başarmışlardır. (Khan ve ark., 2001), kurağa dayanıklı ebevenler arasında yaptıkları F_1 melezlerinde % 12.1'e varan haploid bitki rejenerasyonu elde etmişlerdir. Koniczky ve ark. (2003) 10 adet Polak ekmeklik buğday çeşidinde yaptıkları çalışmada Apollo çeşidinde en yüksek (% 9.1) kallus ve haploid bitki (% 0.8) elde etmişlerdir. Kullanılan büyüme regülatörleri anter ya da mikrospor kültüründe son derece önemlidir. Buğday mikrosporlarının embriyonik kallus ve sürgüne evrilebilmesi için genotipe uygun bir oksin-sitokinin dengesinin sağlanması pek çok araştırmacı tarafından ortaya konmuştur. Farklı araştırmacılar tarafından buğdayda mikrospor kültüründe sürgün oluşumunu teşvik etme amacı ile birbirinden farklı oksin/sitokinin kombinasyonları kullanılmıştır (Gu ve Liang, 1997; Hansen ve Andersen, 1998; Tuveson ve ark., 2000; Khan ve ark., 2001; Abdallah ve ark., 2012; Lantos ve ark., 2013; Asif ve ark., 2014). Buğdayda mikrospor kültüründe özellikle bazı oksinlerin önemi vurgulanmıştır (Zheng ve Konzak, 1999; Patel, 2004) buğdayda anter kültürü için 1 mg L^{-1} BAP ve 1 mg L^{-1} IAA içeren besin ortamının uygun olduğunu bildirmiştir. Gu ve Liang (1997) yaptıkları çalışmada, haploid embriyogenik kallustan üretilen protoplastlardan bitki rejenerasyonu için 0.1 mg L^{-1} 2,4-D, 0.5 mg L^{-1} NAA ve $1-2 \text{ mg L}^{-1}$ içeren MS rejenerasyon ortamını önerilmiştir. Bu çalışmada da ülkemizde geliştirilen önemli ekmeklik buğday genotiplerinde yüksek frekansta haploid bitki eldesine yönelik oksin ve sitokinin konsantrasyonlarına ve kombinasyonlarına uygun bir ürün rejenerasyonu geliştirilmeye çalışılmıştır. Buna göre Tosunbey çeşidinde en yüksek sürgün rejenerasyon oranı 2 mg L^{-1} KIN ve 0.50 mg L^{-1} NAA, 2 mg L^{-1} KIN ve 0.50 mg L^{-1} IBA elde edilirken, Demir-2000 çeşidinde ise 2 mg L^{-1} KIN ve 0.50 mg L^{-1} IBA içeren ortamda gözlenmiştir. Her ki çeşitte de, besin ortamına ilave edilen KIN ile IBA ve NAA

kombinasyonlarının BAP ile IBA ve NAA kombinasyonlarından sürgün rejenerasyonu bakımından daha olumlu etkilerde bulunduğu görülmüştür. Ekmeklik buğdayda haploid bitki elde etmek amacıyla yürütülen bu çalışmada, her üç çeşitte de artan ön soğuklanma süresinin kallus oluşum oranına olumlu etkilerde bulunduğu görülmüştür. Her üç temel besin ortamında da sıvı besin ortamlarının, agar ve gelrite ile katılaştırılmış ortamlarına göre Tosunbey ve Demir 2000 çeşitlerinde pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca Tosunbey çeşidinde N_6 mineral ve vitaminlerini içeren kallus teşvik ortamının kallus oluşumu üzerine diğer besin ortamlarından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre, genotipe özgü embriyonik kallus protokollerinin geliştirebileceği olgusunu güçlendirmiştir. Farklı sitokinin tip ve konsantrasyonlarda embriyonik kalluslardan sürgün oluşumu üzerine oksin ve sitokinin kombinasyonlarının çeşitlerde de farklı etkilere sahip olduğu, bu bağlamda bu sonuçlara göre genotipe özgü embriyonik kallus protokollerinin geliştirilmesinin yanı sıra kültür koşullarına ilaveten uygun oksin/sitokinin dengesinin kurularak etkili bir rejenerasyon protokolünün geliştirilebileceği ortaya konmuştur.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, ekmeklik buğday genotiplerinde haploid bitki eldesine yönelik yüksek frekansta kompakt embriyogenik kallus ve sürgün oluşumu ve farklı temel besin ortamı, katılaştırıcı tipi ve ön soğuk uygulamalarının etkilerini ortaya konulmasıdır. **Yöntem ve Bulgular:** Çalışmada, Tosunbey, Demir-2000 ve Bayraktar-2000 ekmeklik buğday çeşitleri kullanılmıştır. Anterler 0, 4 ve 7 gün süreyle 4°C 'de ön soğuk uygulamasına tabi tutulmuş, daha sonra farklı temel besin ortamlarını (MS, N_6 , B_5 mineralleri ve vitaminleri) içeren ve sıvı, agar ve gelrite ile katılaştırılmış kallus teşvik ortamında kültüre alınmıştır. **Genel Yorum:** Araştırma sonuçlarına göre; en yüksek kallus oluşturan anter oranı (% 14) sıvı N_6 besin ortamında 7 gün süreyle soğukta muhafaza edilen Tosunbey çeşidinde elde edilmiştir. Ön soğuklanma süresi artışı embriyonik kallus oluşumuna olumlu etkilerde bulunurken, sıvı besin ortamlarının, agar ve gelrite ile katılaştırılmış besin ortamlarına göre Tosunbey ve Demir 2000 çeşitlerinde pozitif etkisi olduğu, Tosunbey çeşidinde N_6 'nın kallus oluşumu üzerine diğer besin ortamlarından daha etkili olduğu görülmüştür. Gelişen kalluslar daha sonra çeşitli konsantrasyonlarda BAP, KIN, NAA ve IBA içeren MS besi ortamına (sürgün gelişim ortamı) transfer edilmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: En yüksek sürgün rejenerasyon oranı (% 7.5) ile Tosunbey çeşidinde 2 mg L⁻¹ KIN ve 0.50 mg L⁻¹ NAA, 2 mg L⁻¹ KIN ve 0.50 mg L⁻¹ IBA içeren MS besin ortamında elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeklik buğday, *Triticum aestivum* L, haploid, anter, MS, N₆, B₅ mineralleri ve vitaminleri.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın bir kısmı 1070875 kod numaralı TÜBİTAK projesinden desteklemiştir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abdallah HA, Said AGE, Khalafalla MM (2012) Establishment of an efficient callus induction and plant regeneration system in some wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars grown in sudan. African Journal of Biotechnology. 11(16): 3793-3799.
- Ahmet H, Adak MS (2007) Irak'ta yetiştirilen bazı ekmeklik buğday çeşitlerinde kallus oluşumu ve bitki rejenerasyonu. Tarım Bilimleri Dergisi. 13(3): 285-291.
- Asif M, Eudes F, Randhawa H, Amundsen E, Spaner D (2014) Induction medium osmolality improves microspore embryogenesis in wheat and triticale. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. 50(1): 121-126.
- Bölük M, Dağüstü N (2000) Bazı ekmeklik buğday (*Triticum aestivum* L.) çeşit hat ve kombinasyonlarının anter kültürüne tepkisi. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, Diyarbakır Türkiye.
- Demarly Y, Sibi M (1989) Amélioration des plantes et biotechnologies. Collection Sciences en marche. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotexte, Paris-France. 152pp.
- Düzgüneş O, Kesici T, Gürbüz F (1993) İstatistik metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 862, Ankara-Türkiye.
- Gu X, Liang GH (1997) Plantlet regeneration from protoplast-derived haploid embryogenic calli of wheat. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 50(2): 139-145.

- Khan AJ, Hassan S, Tariq M, Khan T (2001) Haploidy breeding and mutagenesis for drought tolerance in wheat. *Euphytica*. 120: 409-414.
- Konieczny R, Czaplicki AZ, Golczyk H, Przywara L (2003) Two pathways of plant regeneration in wheat anther culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 73: 177-187.
- Gürel A, Tosun M, Demir İ (1993) Bazı makarnalık ve ekmeklik buğday genotiplerinin anter kültürüne reaksiyonları. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi. 3(2): 98-111.
- Hansen NJP, Andersen SB (1998) *In vitro* chromosome doubling with colchicine during microspore culture in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Euphytica*. 102(1): 101-108.
- Jauhar PP, Xu SS, Baezinger PS (2009) Haploidy in cultivated wheats: induction and utility in basic and applied research. *Crop Sci*. 49(3): 737-755.
- Kim KM, Baenziger PS (2005) A Simple wheat haploid and doubled haploid production system using anther culture. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*. 41(1): 22-27.
- Lantos C, Weyen J, Orsini JM, Gnad H, Schlieter B, Lein V, Kontowski S, Jacobi A, Mihaly R, Broughton S, Pauk J (2013) Efficient application of *in vitro* anther culture for different european winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding programs. *Plant Breed*. 132(1): 149-154.
- Liu W, Zheng M, Polle E, Konzak C (2002) Highly efficient doubled-haploid production in wheat via induced microspore embryogenesis. *Crop Sci*. 42(3): 686-692.
- Niaja S, Cherkaoui S, Chlyah A, Chlyah H (1997) Embryo formation and regeneration in *triticum turgidum* ssp. Durum anther culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 51(1): 27-33.
- Niu Zx, Jiang Ax, Abu Hammad W, Oladzadabbasabadi A, Xu SS, Mergoum M, Elias ME (2014) Review of doubled haploid production in durum and common wheat through wheat × maize hybridization. *Plant Breeding*. 133: 313-320.
- Patel M, Darvey NL, Marshall DR, Berry JO (2004) Optimization of culture conditions for improved plant regeneration efficiency from wheat microspore culture. *Euphytica*. 140: 197-204.
- Redha A, Islam SMS, Büter B, Stamp P, Schmid JE (2000) The improvement in regenerated doubled haploids from anther culture of wheat by anther transfer. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 63(3): 167-172.
- Saidi N, Cherkaoui S, Chlyah A, Chlyah H (1997) Embryo formation and regeneration in *Triticum turgidum* ssp. durum anther culture. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 51(1): 27-33.

Snedecor GW, Cochran WG (1967) Statistical Methods. 6th Edition, The Iowa State University Press, Iowa, USA.

Turesson S, Ljungberg A, Johansson N, Kallsson KE, Suijs LW, Josset JP (2000) Large-Scale production of wheat and triticale double haploids through the use of a single-anther culture method. *Plant Breeding*. 119(6): 455-459.

Wang P, Chen YR (1986) A study on the application of c-17 medium for anther culture. *Acta Botanica Sinica*. 28(1): 38-45.

Zheng MY, Konzak CF (1999) Effect of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid on callus induction and plant regeneration in anther culture of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Cell Reports*. 19: 69-73.



Relationship between some soil characteristics and contribution on available phosphorus of inorganic phosphorus fractions in calcareous soils

Kireçli topraklardaki inorganik fosfor fraksiyonlarının yararılı fosfora katkıları ve bazı toprak özellikleri ile ilişkileri

Kerim Mesut ÇİMRİN

Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.702342](https://doi.org/10.37908/mkutbd.702342)

Geliş tarihi/Received:11.03.2020

Kabul tarihi/Accepted:17.04.2020

Keywords:

Inorganic phosphorus fractions, calcareous soils, availability P, phosphorus soil relationship.

✉ Corresponding author: K. Mesut ÇİMRİN

✉: mcimrin@hotmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study is to determine the amount and distribution of inorganic phosphorus fractions in soil profiles classified as Mollisol and Entisol, which are common in the Eastern Anatolian region, and to determine their soil properties and their relationships with each other, and to evaluate the contribution of inorganic phosphorus fractions to available soil phosphorus (Olsen-P).

Methods and Results: The total amount of phosphorus in these soils with calcareous and slightly alkaline reactions has been determined as 280-1713 mg kg⁻¹ and an average of 713 mg kg⁻¹. Ca-P¹, which make up an average of 80.9% of the total phosphorus and which are determined as the first phosphorus fraction in these soils, have been determined between 163.2-951.1 mg kg⁻¹. The occluded phosphates (CDB-P), which rank second in quantity in these soils after Ca-P², are between 2.07-105.6 mg kg⁻¹, and thirdly, phosphates (CB-P) held by carbonates during the first extraction are 0.76-52.83 mg kg⁻¹. In the fourth and last row, nonoccluded aluminum and iron phosphates (Al-P + Fe-P) were found as the least amount of phosphorus fractions in these soils between 0.09-5.0 mg kg⁻¹.

Conclusions: In summary, the order of inorganic phosphorus fractions in these soils was determined as Ca-P> CDB-P> CB-P> Al-P+Fe-P.

Significance and Impact of the Study: It was determined that two fractions contribute to phosphorus (Olsen-P), nonoccluded aluminum and iron phosphates (Al-P + Fe-P) and occluded phosphates (CDB-P) in these soils.

Atf / Citation: Çimrin KM (2020) Relationship between some soil characteristics and contribution on available phosphorus of inorganic phosphorus fractions in calcareous soils. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 138-144. DOI: 10.37908/mkutbd.702342

INTRODUCTION

Sodium bicarbonate extraction for P (Olsen-P) (Olsen et al. 1954) is accepted methodology for estimating P availability and developing fertilizer recommendations in neutral and high-pH, calcareous soils in the Turkey. Phosphorus in soils is present in two general forms, inorganic and organic. Much of the phosphorus in soil is existent in the inorganic form such as iron, aluminum, calcium, etc. The amount of different forms of inorganic

phosphorus depends on various some soil characteristics such as pH, CaCO₃, organic matter, clay, silt, sand (Jackson, 1962; Singh and Pathak, 1973). Since the different inorganic phosphorus forms have different solubility under various soil conditions, the assessment of these forms might give an information about availability of phosphorus in soils under specified soil conditions (Kacar, 1970; Yang and Jacobsen, 1990; Chand et al., 1991). Very little information is available on the distribution of the inorganic forms of phosphorus of

soils in the East Anatolia of Turkey.

The purpose of this study was to determine the amount and distribution of different inorganic phosphorus forms, to evaluate the relationship between these different forms and some soil characteristics, and to evaluate contributions of inorganic phosphorus fractions on the available phosphorus in the soil profiles of some Mollisols and Entisols of Van in the East Anatolia of Turkey.

MATERIALS and METHODS

A total of 32 samples out of 6 soil series were collected following a soil survey undertaken, which was undertaken on the southern part of Lake Van namely the Gevaş region (Çimrin et al., 2004). Soils are classified according to the Soil Survey Staff (1999) as Mollisols and Entisols (Table 1). The annual precipitation of the Gevaş region is 478.2mm with an annual temperature of 8.9°C (Topraksu, 1971). Analyses were done in two replicate on air-dried (<2 mm) soil samples. The pH, EC and CaCO₃ content were determined according to Soil Salinity Staff (1951). Cation exchange capacity was determined according to Thomas (1982). Organic carbon was determined according to modified Walkley and Black methods (Walkley, 1947). Mechanic analysis was by the hydrometer method Bouyoucos (1951).

The fractionation of P (Olsen and Sommers, 1982) involved sequential extractions with (i) a solution 0.1 M in NaOH and 1 M in NaCl to remove nonoccluded Al- and Fe-bound P (Al-P+Fe-P), (ii) 1 M NaCl and citrate-bicarbonate (CB) to remove P resorbed during the preceding extraction (CB-P), (iii) citrate-dithionite-bicarbonate (CDB) to remove P occluded within Fe oxides and hydrous oxides (CDB-P), and (iv) 1 M HCl to remove Ca-bound P (Ca-P). These fractions are subsequently referred to as NaOH-P, CB-P, CDB-P, and HCl-P, respectively. Inorganic phosphorus fraction in extractions were determined on spectrophotometer (UV) in preparing samples as described by Olsen and Sommers (1982). Organic P was estimated from the difference between the HCl-extractable P in a soil sample ignited at 240°C and in an unignited sample (Legg and Black, 1955). Total P was determined by digestion with perchloric acid (Olsen and Sommers, 1982). Available phosphorus was estimated by the method of Olsen et al. (1954).

Data were analyzed by using the SPSS-22 statistical package program and evaluated according to stepwise regression procedure and Pearson' correlation analysis (Johnson and Wichern, 1988).

RESULTS and DISCUSSION

Soils some physical and chemical properties were given in Table 1. The pH values of the study area soils ranged from 7.45 to 7.94, with an average of 7.70. Accordingly, all soil samples are slightly alkaline reaction and salt-free, and their cation exchange capacities were found between 19.24 cmol kg⁻¹ and 39.03 cmol kg⁻¹ and an average of 28.81 cmol kg⁻¹. The amount of lime, which generally increases with depth, is between 8.36-42.80 %, with an average of 21.69 %. Organic matter contents of the soils were found between 0.70-6.10 %, sand contents ranged between 26.04-59.70 %, silt 8.49-41.74 %, clay 24.41-56.69 % (Table 1).

The amounts of various phosphorus fractions in the soil profile used in the study and the percentage ratios of these fractions in total phosphorus are given in Table 2. As can be seen from Table 2, the total phosphorus content of the soils is determined as an average of 713 mg kg⁻¹ from 280 mg kg⁻¹ to 1732 mg kg⁻¹, while the available phosphorus to the plant is 0.3 mg kg⁻¹ to 19.8 mg kg⁻¹ on average 6.2 mg kg⁻¹, the available phosphorus is very low constitutes part of total-P.

Organic-P, which constitutes a very small part of the total-P with an average of 27.4 %, has been determined as average 210.2 mg kg⁻¹ from 23.9 mg kg⁻¹ to 611 mg kg⁻¹ in soil profiles. Similarly, in the study named Relationship between phosphorus fractions of some selected Sudanese soil orders to phosphate availability, Ahmed et al. (2018) reported that the amount of organic phosphorus in their three soils was low and that these soils were associated with low organic matter.

Although total-P is not important in terms of available phosphorus for the plant, the amount of total-P gives an idea about the current phosphorus capacities in the soil. Tripathi et al. (1970) classified the soils as low between 300-500 mg kg⁻¹, medium between 600-1000 mg kg⁻¹ and higher than 1000 mg kg⁻¹ according to their total-P content. These classification values show that the research soils contain low, medium and high total-P. In the study, statistically significant relationships were determined between the amount of total-P of the soils and some soil properties and phosphorus fractions. These were significant negative correlations between total-P and salinity, CEC and Lime (Table 3), and positive correlations between Ca-P, CDB-P, CB-P and Organic-P (Table 4). Similarly, Lui et al. (2019) reported the soil organic-P had significantly positive correlations with total-P of soil.

In this study generally, the order of change in inorganic phosphorus fractions were Ca-P>CDB-P>CB-P>Al-P+Fe-P. Muhammad and Jones (1992) reported the abundant

sequence of phosphorus fractions in the soil containing gypsum from Iraq and Southern Spain as Ca-P> CDB-P> Al-P + Fe-P> Organic-P. Al-P+Fe-P ranged from 0.09 to 5.00 mg kg⁻¹. Çimrin and Karaçal (1997) working in the same region have determined similar ranking. The

presence of very small amounts of Al-P+Fe-P in total phosphorus in these soils, as stated by Kacar (1970), Talati and et al. (1975), Solis and Torrent (1989), may have low levels of decomposition and degradation. it may also be related to high lime amounts.

Table 1. Some chemical and physical properties of the soils

Horizon	Depth (cm)	pH	Salinity (%)	CEC (cmol kg ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	Org.M. (%)	Particle size distribution(%)			Texture class
							Sand	Silt	Clay	
Hasbey series (Typic Haploxeroll)										
Ap	0-12	7.78	0.028	19.24	15.05	2.61	35.96	34.18	29.86	Clay loam (CL)
A2	12-30	7.75	0.030	20.30	15.38	2.81	38.83	29.42	31.75	Clay loam(CL)
Bw1	30-55	7.76	0.023	20.84	16.89	1.88	35.20	31.29	33.51	Clay loam(CL)
Bw2	55-85	7.74	0.025	22.98	15.88	3.02	38.52	27.53	33.95	Clay loam(CL)
C	85+	7.72	0.025	19.24	14.21	2.35	35.85	29.00	35.15	Clay loam(CL)
Hasbey II series (Typic Haploxeroll)										
Ap	0-12	7.57	0.042	33.68	11.70	6.10	34.82	8.49	56.69	Clay (C)
A2	12-30	7.61	0.040	25.12	16.72	2.68	47.25	23.53	29.22	Sandy clay loam (SCL)
Bw1	30-55	7.67	0.032	23.51	16.89	2.50	38.44	23.67	37.89	Clay loam (CL)
Hasbey III series (Typic Haploxeroll)										
Ap	0-15	7.69	0.045	34.21	8.36	3.15	31.90	31.22	36.88	Clay loam (CL)
A2	15-30	7.64	0.043	26.72	10.03	2.81	27.06	41.73	31.21	Clay loam(CL)
Bw1	30-44	7.77	0.038	27.26	10.03	2.21	26.04	34.10	39.86	Clay loam (CL)
Yuva series (Calcic Haploxeroll)										
Ap	0-11	7.57	0.058	33.14	9.20	3.22	29.29	21.48	49.23	Clay (C)
Bw1	11-30	7.45	0.060	35.82	9.36	3.28	29.94	21.31	48.75	Clay (C)
Bwk2	30-42	7.85	0.047	28.33	12.87	1.68	27.74	22.07	50.19	Clay (C)
Bwk3	42-63	7.81	0.050	32.61	13.38	1.41	28.03	22.44	49.53	Clay (C)
C1	63-77	7.73	0.044	29.40	15.88	0.70	40.23	17.96	41.81	Clay (C)
C2	77+	7.94	0.043	33.68	14.88	0.56	41.91	17.34	40.75	Clay (C)
Orak series (Calcic Haploxeroll)										
Ap	0-14	7.68	0.056	37.95	28.26	2.56	37.09	20.44	42.47	Clay (C)
Bw	14-30	7.48	0.054	39.03	25.92	2.50	31.08	21.15	47.77	Clay (C)
Bwk2	30-46	7.62	0.052	35.82	31.77	2.01	39.69	13.43	46.88	Clay (C)
Ck	46-70	7.56	0.053	35.82	33.44	1.25	27.92	21.35	50.73	Clay (C)
Ck2	70+	7.74	0.040	28.33	42.80	2.56	48.34	16.31	35.35	Sandy clay (SC)
Guzelkonak series (Typic Haploxeroll)										
Ap	0-12	7.74	0.049	36.88	27.09	0.90	40.06	21.16	38.78	Clay loam (CL)
Ad	12-31	7.46	0.058	36.88	27.09	3.61	39.95	20.75	39.30	Clay loam (CL)
A3	31-57	7.67	0.053	31.54	30.60	3.15	35.81	30.00	34.19	Clay loam (CL)
A4	57-86	7.67	0.043	31.54	33.10	1.26	43.39	19.10	37.51	Clay loam (CL)
Guzelkonak II series (Typic Haploxeroll)										
Ap	0-15	7.66	0.060	28.33	29.43	0.77	45.34	21.15	33.51	Clay loam (CL)
Ad	15-35	7.90	0.032	26.19	36.78	2.46	36.51	28.16	35.33	Clay loam (CL)
A3	35-60	7.88	0.032	22.98	41.97	1.68	36.94	27.28	35.78	Clay loam (CL)
Iskele series (Lithic Xerorhent)										
Ap	0-13	7.71	0.054	35.82	16.39	1.68	31.38	33.35	35.27	Clay loam (CL)
Mulk series (Typic Xerorhent)										
A1	0-13	7.78	0.020	15.49	31.93	1.82	59.70	15.71	24.59	Sandy clay loam (SCL)
A2	13-25	7.93	0.019	13.35	31.10	0.70	55.57	20.02	24.41	Sandy clay loam (SCL)
Minimum		7.45	0.019	13.35	8.36	0.56	26.04	849	24.41	
Maximum		7.94	0.060	39.03	42.80	6.10	59.70	41.74	56.69	
Mean		7.70	0.042	28.81	21.69	2.25	37.36	23.94	38.69	

Ca-P, which constitute 40.3% to 80.9% of total-P and rank first among the inorganic phosphorus fractions in

terms of abundance, have been determined as average 722.08 mg kg⁻¹ between 163.17 mg kg⁻¹ and 951.12 mg

kg⁻¹. Briefly, it was found that Ca-P, one of the inorganic phosphorus fractions, is the dominant inorganic phosphorus fraction in all soils in the study. It has been reported by many researchers that the degree of decomposition and disintegration is proportionally low, that precipitation is not sufficient to wash the alkaline

cations in the soil from the profile and that the inorganic phosphorus fraction, which is generally in the highest amount in calcareous and alkaline reaction soils, is Ca-P (Shen and Jiang, 1992; Çimrin and Karaçal, 1997; Azadi et al., 2015).

Table 2. Distribution of various forms of phosphorus in the soil profiles

Hor	Depth cm	Inorganic P fractions										Total-P mg kg ⁻¹	Olsen-P mg kg ⁻¹
		Al-P+Fe-P		CB-P		CDB-P		Ca-P		Organic-P			
		mg kg ⁻¹	%	mg kg ⁻¹	%	mg kg ⁻¹	%	mg kg ⁻¹	%	mg kg ⁻¹	%		
Hasbey series (Typic Haploxeroll)													
A _p	0-12	1.26	0.07	52.83	3.05	105.67	6.10	951.12	54.9	611.0	35.0	1732	14.5
A ₂	12-30	1.35	0.12	42.88	3.83	78.74	7.03	685.52	61.2	89.7	8.0	1121	7.3
B _{w1}	30-55	0.09	0.01	20.67	1.75	55.94	4.74	757.68	64.2	343.5	29.1	1181	3.9
B _{w2}	55-85	1.10	0.09	12.25	1.04	62.16	5.27	780.64	66.1	295.0	24.9	1180	2.8
C	85+	2.19	0.17	29.09	2.32	105.67	8.42	672.40	53.6	445.4	35.5	1255	11.7
Hasbey II series (Typic Haploxeroll)													
A _p	0-12	1.77	0.17	27.56	2.68	75.52	7.36	829.84	80.9	85.9	8.8	1026	10.1
A ₂	12-30	1.18	0.09	1.53	0.13	35.24	2.94	675.68	56.4	435.0	36.3	1198	4.8
B _{w1}	30-55	0.34	0.04	8.42	0.88	82.88	8.72	767.52	80.8	83.7	8.8	949	3.4
Hasbey III series (Typic Haploxeroll)													
A _p	0-15	3.46	0.46	27.56	3.65	49.73	6.59	306.68	40.6	274.9	36.4	754	8.9
A ₂	15-30	1.26	0.17	6.13	0.83	62.16	8.38	298.48	40.3	346.6	46.7	741	2.5
B _{w1}	30-44	0.09	0.01	3.83	0.59	4.14	0.65	285.36	44.7	322.7	50.5	638	2.3
Yuva series (Calcic Haploxeroll)													
A _p	0-11	5.00	0.79	4.59	0.73	2.07	0.33	405.08	64.2	203.2	32.2	631	17.9
B _{w1}	11-30	3.29	0.47	4.59	0.66	29.01	4.18	410.10	52.2	239.0	34.5	693	15.7
B _{wk2}	30-42	0.42	0.06	8.42	1.27	22.79	3.44	441.16	66.6	179.3	27.1	662	1.2
B _{wk3}	42-63	0.76	0.11	3.83	0.57	35.22	5.26	446.08	66.7	179.3	26.8	668	0.3
C ₁	63-77	0.51	0.05	2.30	0.22	24.86	2.43	444.44	43.5	549.7	53.7	1023	1.2
C ₂	77+	0.09	0.01	3.83	0.42	22.79	3.06	439.52	48.4	442.2	48.6	908	3.1
Orak series (Calcic Haploxeroll)													
A _p	0-14	0.61	0.19	20.67	6.66	37.29	12.02	188.15	60.7	59.8	19.3	310	6.4
B _w	14-30	0.09	0.02	19.14	6.84	20.72	7.40	163.17	58.3	59.8	21.4	280	3.1
B _{wk2}	30-46	0.09	0.02	15.31	3.68	26.94	6.48	198.14	47.7	155.4	37.4	415	1.2
C _k	46-70	0.61	0.15	6.90	1.68	29.01	7.08	198.14	48.4	155.4	37.9	409	2.8
C _{k2}	70+	0.09	0.03	3.83	1.10	10.36	2.98	209.79	60.4	107.6	30.9	347	1.4
Guzelkonak series (Typic Haploxeroll)													
A _p	0-12	0.95	0.16	3.06	0.51	62.16	10.38	318.02	53.1	167.3	27.9	598	8.1
A _d	12-31	0.43	0.05	3.06	0.38	49.73	6.31	579.42	73.5	155.4	19.7	788	10.6
A ₃	31-57	2.25	0.66	0.76	0.22	33.15	9.78	271.40	80.1	23.9	7.1	338	10.4
A ₄	57-86	0.17	0.05	0.76	0.24	31.08	10.01	234.77	75.6	35.9	12.8	311	2.3
Guzelkonak II series (Typic Haploxeroll)													
A _p	0-15	3.20	0.80	9.95	2.49	41.44	10.39	256.41	64.3	35.9	9.0	398	11.7
A _d	15-35	0.09	0.02	0.76	0.19	24.86	6.37	251.42	64.5	107.6	27.6	390	2.8
A ₃	35-60	0.09	0.02	8.42	2.27	18.65	5.03	201.47	54.3	119.5	32.2	371	0.8
Iskele series (Lithic Xerorhent)													
A _p	0-13	3.46	0.59	15.31	2.62	95.31	16.32	289.71	49.6	179.3	30.7	584	19.8
Mulk series (Typic Xerorhent)													
A ₁	0-13	0.09	0.02	21.44	4.28	24.86	4.97	274.73	54.9	167.3	33.5	500	3.1
A ₂	13-25	0.17	0.04	19.14	4.71	24.86	6.12	274.73	67.7	71.7	17.7	406	0.8
Minimum		0.09	0.01	0.76	0.13	2.07	0.33	163.17	40.3	23.9	7.1	280	0.3
Maximum		5.00	0.80	52.83	6.84	105.67	16.32	951.12	80.9	611.0	53.7	1732	19.8
Mean		1.14	0.18	12.77	1.95	43.28	6.45	422.08	59.3	210.2	27.4	713	6.2

Some physical and chemical properties and inorganic phosphorus fractions of the study area soils have been determined significant relationships between the Ca-P fractions. Negative between Ca-P and salinity and CEC (Table 3), but positive significant relationships between Ca-P and lime, organic matter, Organic-P, CB-P, CDB-P (Table 4) were determined. On the other hand, negative significant relationships were determined between olsen-P and pH, lime and sand contents of the soils, and positive significant relationships between salinity and organic matter contents. Ahmad et al. (2019)

determined positive relationships between the soils olsen-P and organic matter contents. CDB-P, which are in the second place with an average share of 6.65% after Ca-phosphates in total phosphorus, were found to be average 43.28 mg kg^{-1} , ranging from 2.07 mg kg^{-1} to $105.67 \text{ mg kg}^{-1}$. Significant positive relationships were determined with CDB-P fraction of the study area soils and silt amount of soils and negative values with lime amounts (Table 3). Similar findings to the study were reported by Robertss et al. (1985), Çimrin and Karaçal (1997).

Table 3. Correlation coefficients between soil properties and of soil phosphorus fractions

	Al-P+Fe-P	CB-P	CDB-P	Ca-P	Organic-P	Total-P	Olsen-P
pH	-0.376*	0.077	-0.053	-0.023	0.154	0.053	-0.415*
Salinity	0.412*	-0.411*	-0.269	-0.416*	-0.272	-0.430*	0.362*
CEC	0.222	-0.377*	-0.221	-0.382*	-0.243	-0.397*	0.225
CaCO ₃	-0.457**	-0.229	-0.347*	0.545**	-0.538**	-0.631**	-0.350*
O.M.	0.310*	0.258	0.250	0.410*	-0.101	0.254	0.364*
Sand	-0.301	0.052	-0.092	-0.034	-0.125	-0.076	-0.218
Silt	0.200	0.182	0.370*	0.125	0.330*	0.284	0.185
Clay	0.125	-0.213	-0.235	-0.077	-0.166	-0.175	0.055

*. **. Correlation values indicated by are important at the level of $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

CB-P, which ranked third among the inorganic phosphorus fractions with an average of 1.95% of the total amount of phosphorus, were found to be average

12.77 mg kg^{-1} , ranging from 0.76 mg kg^{-1} to 52.83 mg kg^{-1} . A significant negative relationship was determined between CB-P fraction and CEC and salinity of soils.

Table 4. Correlation coefficients for soil phosphorus fractions

	Olsen-P	Organic-P	Al-P+Fe-P	CB-P	CDB-P	Ca-P
Organic-P	0.080					
Al-P+Fe-P	0.836**	0.034				
CB-P	0.280	0.199	0.111			
CDB-P	0.444*	0.256	0.224	0.612**		
Ca-P	0.233	0.480**	0.075	0.461**	0.647**	
Total-P	0.233	0.753**	0.105	0.510**	0.643**	0.922**

*. **. Correlation values indicated by are important at the level of $P < 0.05$ and $P < 0.01$, respectively.

The Al-P+Fe-P, which constitutes a very small portion with a share of 0.18% of total phosphorus on average, was found to be average 0.18 mg kg^{-1} between 0.01 mg kg^{-1} and 0.80 mg kg^{-1} . Negative relationships were found between the Al-P+Fe-P fraction of the soil, pH and lime and positive between organic matter (Table 3). In addition, significant positive relationships between the olsen-P phosphorus, which represents the phosphorus available for the plant in the soil, and the Al-P+Fe-P and CDB-P between inorganic phosphorus fractions were determined. This indicates that the greatest contribution to the Olsen-P in the soil is the Al-P+Fe-P and CDB-P fractions in the soil. Samadi (2006) in study, named

Contribution of inorganic phosphorus fractions to plant nutrition in alkaline-calcareous soils, stated that The significant positive relationships between the Ca₂-P, Al-P, Fe-P and Ca₁₀-P fractions and plant P uptake may indicate the partial availability of P in these fractions to plants. In addition, multiple regression analysis (stepwise) was performed to determine the contribution of inorganic phosphorus fractions to Olsen-P in these soils and is shown below.

$$\text{Olsen-P} = 0.147 + 3.272 (\text{Al-P+Fe-P}) + 0.053 (\text{CDB-P}).$$

As it can be understood from the equation, nonoccluded Al and Fe bound phosphorus (Al+Fe-P), and occluded the phosphate (CBD-P) had effect on the

change of Olsen-P. One-unit increase in Al-P +Fe-P and CDB-P phosphors in soil, and Olsen-P increase by 3.272 and 0.053 units, respectively. As a result of the analysis, these two fractions determine 76.84% ($R^2= 0.7684$) of Olsen-P. However, the contributions of these two fractions were separately determined as 69.88% ($R^2= 0.6988$) of Al-P + Fe-P and 6.96% ($R^2= 0.0696$) of CDB-P.

ÖZET

Amaç: Çalışmada, Doğu Anadolu bölgesinde yaygın olarak görülen Mollisol ve Entisol olarak sınıflandırılan toprak profillerinde inorganik fosfor fraksiyonlarının miktar ve dağılımlarının belirlenerek, bunların toprak özellikleri ve biri birleri ile ilişkilerinin belirlenerek, inorganik fosfor fraksiyonlarının bitkiye yararlı toprak fosforuna katkılarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Kireçli ve hafif alkalin reaksiyonlu toprakların, toplam fosfor miktarları 280-1713 mg kg⁻¹ arasında, ortalama 713 mg kg⁻¹ olarak saptanmıştır. Toplam fosforun ortalama % 80.9'unu oluşturan ve bu topraklarda birinci sırada bulunan fosfor fraksiyonu olarak belirlenen kalsiyuma bağlı fosfatlar (Ca-P) 163.2-951.1 mg kg⁻¹ arasında belirlenmiştir. Ca-P' den sonra bu topraklarda miktar olarak ikinci sırayı alan hapsedilmiş fosfatlar (CDB-P) 2.07-105.6 mg kg⁻¹ arasında, üçüncü olarak ise ilk ekstraksiyon sırasında karbonatlar tarafından tutulan fosfatları (CB-P) 0.76-52.83 mg kg⁻¹ arasında bulunmuştur. Dördüncü ve son sırada ise hapsedilmemiş alüminyum ve demir fosfatlar (Al-P+Fe-P) 0.09-5.0 mg kg⁻¹ arasında bu topraklarda en az miktarlarda bulunan fosfor fraksiyonları olarak bulunmuştur.

Genel Yorum: Özetle, bu topraklarda inorganik fosfor fraksiyonlarının miktarlarına göre bulunma sırası Ca-P>CDB-P>CB-P>Al-P+Fe-P olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu topraklarda bitkiye yararlı fosfora (Olsen-P), hapsedilmemiş alüminyum ve demir fosfatlar (Al-P+Fe-P) ve hapsedilmiş fosfatlar (CDB-P) olmak üzere iki fraksiyonun katkısı yaptığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İnorganik fosfor fraksiyonları, kireçli topraklar, yararlı P, fosfor toprak ilişkileri.

REFERENCES

Ahmed AWAM, Elsheikh MA, El Mahi YEG (2018) Relationship between phosphorus fractions of some selected Sudanese soil orders to phosphate availability. Eurasian J. Soil Sci. 7(3): 224-229.

Ahmed W, Jing H, Kaillou L, Qaswar M, Khan MN, Jin C, Geng S, Qinghai H, Yiren L, Guangrong L, Mei S, Chao L, Dongchu L, Ali S, Normatov Y, Mehmood S, Zhang H (2019) Changes in phosphorus fractions associated with soil chemical properties under long-term organic and inorganic fertilization in paddy soils of Southern China. PLoS ONE 14(5): e0216881. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216881>.

Azadi A, Baghernejad M, Karimian NA, Abtahi SA (2015) Inorganic phosphorus fractions and their relationships with soil characteristics of selected calcareous soils of Fars Province. Journal of Water and Soil 29(5): 1288-1296.

Bouyoucos GS (1951) Recalibration of the hydrometer methods for making mechanical analysis of soil. Agron. J. 43: 434-438.

Chand T, Tomar NK, Singh J P (1991) Effect of soil properties on the forms of inorganic phosphorus in alkaline-calcareous soils of different agro climatic zones. Arid Soil Research and Rehabilitation 5(3): 190-210.

Çimrin KM, Akça E, Senol M, Büyük G, Kapur S (2004) Potassium potential of the soils of the Gevaş Region, East Anatolia. Tr. J. Agric. For. 28: 259-266.

Çimrin KM, Karaçal İ (1997) Yüzüncü Yıl Üniversitesi kampüs alanı toprak profillerinde fosfor fraksiyonlarının dağılımı Y.Y.Üni. Ziraat Fak. Tar. Bil. Derg. 7: 31-36.

Jackson ML (1962) Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc. 183.

Johnson RA, Wichern DW (1988) Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632. pp. 607.

Kacar B (1970) Fosforun fraksiyonlara ayrılması ve Çukurova topraklarına değişik metodlarla tayin edilen faydalanabilir haldeki fosfor ile fosfor fraksiyonları arasındaki ilişki. A.Ü. Ziraat Fak.Yıllığı, 4: 721-724.

Legg JO, Black CA (1955) Determination of organic phosphorus in soils: II ignition method. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 19: 139-143.

Liu H, Wang R, Wang H, Cao Y, Dijkstra FA, Shi Z, Cai J, Wang Z, Zou H, Jiang Y (2019) Exogenous phosphorus compounds interact with nitrogen availability to regulate dynamics of soil inorganic phosphorus fractions in a Meadow Steppe. Biogeosciences 16: 4293-4306.

Muhammad HJ, Jones KC (1992) Phosphorus in gypsiferous soils: The influence of soil properties on P fractionation. Geoderma 53: 97-104.

- Olsen SR, Cole CV, Watanabe FS, Dean LA (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate U.S. Dept. of Agr. Circ. 939. Washington.
- Olsen SR, Sommers LE (1982) Phosphorus, In: Methods of Soil Analysis Chemical and Microbiological Properties (Eds. Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R.), Second Edition Agronomy No: 9 American Society of Agronomy Inc, Soil Science Society of America Inc. 403-429.
- Roberts TL, Stewart JWB, Bettany JR (1985) The Influence of topography on the distribution of organic and inorganic soil phosphorus across a narrow environmental gradient. *Can. J. Soil Sci.* 65: 651-655.
- Samadi A (2006) Contribution of inorganic phosphorus fractions to plant nutrition in alkaline-calcareous soils. *J. Agric. Sci. Technol.* 8: 77-89.
- Shen RF, Jiang B (1992) Distribution and availability of various forms of inorganic-P in calcareous soils. *Acta Pedologica Sinica* 29(1): 80-86.
- Singh RS, Pathak AN (1973) Forms of phosphorus in relation to physico-chemical properties in bangar soils of Districts Deoria and Gorakhpur in alluvial tract of Uttar Pradesh. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 21(4): 407-411.
- Soil Survey Staff (1951) Soil Survey Manual. Agriculture Handbook No. 18, US Department of Agriculture, Washington, DC.
- Soil Survey Staff (1999) Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA-NRCS, Agriculture Handbook No. 436. US Government Printing Office, Washington, DC.
- Solis P, Torrent J (1989) Phosphate fractions in calcareous vertisols and inceptisols of Spain. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53: 462-466.
- Talati NR, Mathur GS, Attri SC (1975) Distribution of various forms of phosphorus in North-West Rajasthan Soils. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 23(2): 202-206.
- Thomas GW (1982) Exchangeable cations. In: Methods of Soil Analysis. Part 2, Chemical and Microbiological Properties, (Eds. Page A.L., Miller R.H., Keeney D.R.), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin. pp. 159-166.
- Topraksu (1971) Van Gölü Havzası Toprakları, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Toprak-su Genel Müd. Yayınları No: 28 Köy İşleri Bakanlığı Yayınları No: 197, Raporlar Serisi No: 67, Ankara.
- Tripathi BR, Tandon HLS, Tyner EH (1970) Native inorganic phosphorus forms and their relation to some chemical indices of phosphate availability for soils of Agra District. *Indian Soil Sci.* 109(2): 93-101.
- Walkey A (1947) A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils: effect of variations in digestion conditions and inorganic soil constituents. *Soil Sci.* 63: 251-263.
- Yang JE, Jacobsen JS (1990) Soil inorganic phosphorus fractions and their uptake relationships in calcareous soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 54: 1666-1669.



Determination of the effects of propolis ethanolic extract on some properties of fruit yoghurt during storage

Propolis etanol ekstraktının depolama süresince meyveli yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi

Fazıl GÜNEY¹, Ömer ERTÜRK²

¹Apiculture Research Institute Directorate, Department of Food Technology, Altinordu-Ordu, Turkey.

²Ordu University, Faculty of Science and Literature, Department of Molecular Biology and Genetics, Altinordu-Ordu, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.694712](https://doi.org/10.37908/mkutbd.694712)

Geliş tarihi /Received:26.02.2020

Kabul tarihi/Accepted:29.04.2020

Keywords:

Propolis, yoghurt, antioxidant effect, microbial properties.

Corresponding author: Fazıl GÜNEY

✉: fazil.guney@tarimorman.gov.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The aim of this study was to determine the chemical and microbiological properties of propolis ethanolic (PEE) extract added fruit yoghurt during a storage period.

Methods and Results: PEE (in different ratios: 0.01%, 0.03%, 0.10%, 0.20% and control=0.00%) added fruit yoghurt was stored at +4 °C for 28 days. Dry matter, protein content, pH, titratable acidity, DPPH inhibition and total phenols were analysed on the first and 28th days of storage. Microbiological analyses of yoghurts were also carried in first and seventh days. Titratable acidity values were increased while pH values decreased at the end of the storage period in all samples. DPPH inhibition and total phenols amounts were increased in line with the amount of added PEE. It was observed that added propolis amount did not affect total aerobic mesophilic flora ($p>0.05$). During the storage period, lactic acid bacteria (LAB) increased in all the groups and the control group had the highest bacteria count. The number of yeast and mould increased in all the groups.

Conclusions: Our results indicated that PEE does not adversely influence the mechanism of yoghurt formation. We also found that propolis increased the nutritional benefits by increasing the antioxidant capacity of yoghurt.

Significance and Impact of the Study: In this study PEE has been added to fruit yoghurts in different proportions. It has been observed that the nutritional properties and antioxidant content of yoghurts have increased. It was considered that propolis can be used as a natural food additive.

Atif / Citation: Güney F, Ertürk Ö (2020) Determination of the effects of propolis ethanolic extract on some properties of fruit yoghurt during storage. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 145-152. DOI: 10.37908/mkutbd.694712

INTRODUCTION

Propolis is produced by bees from buds and the exudates of various trees and plants such as birch, poplars, oaks, willows, conifers and many others (Bankova, et al., 2000; Freires et al., 2016). It is a natural remedy that has been in use for centuries (Castaldo and Capasso, 2002) and is widely applied in traditional medicine thanks to its pharmacological benefits of anticancer (Mouse et al.,

2012), antioxidant (Kumazawa et al., 2004), antiviral (Almutairi et al., 2014), anti-inflammatory and antimicrobial properties (Banskota et al., 2002; Bittencourt et al., 2015; Popova et al., 2005). Propolis is recently used in confectionery, biopharmaceuticals, cosmetics and is available as capsule, extract, cream, and powder (Castaldo and Capasso, 2002; Osés et al., 2016). Due to high antioxidative activity and biological properties, propolis

is useful in foods. Propolis is as a natural preservative and a source of bioactive compounds for foods and drinks that help improve shelf-life and consumer health (Duman and Ozpolat, 2015; Gutiérrez-Cortés and Suarez Mahecha, 2014).

Yoghurt is the most common dairy product (Gyawali and Ibrahim, 2016), consumed for excellent sensory properties, high nutritive, and therapeutic values (Najgebauer-Lejko et al., 2015). It is made by fermenting fresh or reconstituted milk with lactic acid bacteria (Ye et al., 2013) and is considered to be healthy due to high digestibility and bioavailability of protein, energy and calcium (Shori and Baba, 2013). Presence of spoilage bacteria and fungi (especially yeast) makes yoghurt vulnerable unless some precautions are taken. Preservatives would be useful, but most countries do not allow the use of preservatives in yoghurt. There has been increasing interest in the use of natural food additives and the incorporation of health-promoting substances in the diet (Shori and Baba, 2013). Many studies have shown that excessive consumption of synthetic food additives causes adverse effects (Caleja et al., 2016). As alternatives to synthetic preservatives, natural preservatives have the potential to reduce microbial growth or numbers in yoghurt (Penney et al., 2004). Propolis is a good natural preservative against yeast and spoilage microorganisms because low concentrations of propolis solution have an inhibitory effect on the multiplication of normal bacteria while having almost no influence on *Bifidobacterium* and *Lactobacillus* (Gao et al., 2011).

The present study aims to determine the properties of fruit yoghurt to which dry apricot pulp and different proportions of PEE (P1=0.01%, P2=0.03%, P3=0.10%, P4=0.20% and control=0.00% propolis) were added during a storage period. Propolis has a bitter and

undesirable taste by most people. In the preliminary trials, we conducted these ratios. Because when the ratios exceeded 0.20%, it caused some problems in colour, taste and acceptability. We also added dried apricot pulp both to improve the taste and to enhance the colour.

MATERIALS and METHODS

Propolis extract

The raw propolis was collected from local beekeepers and stored in the dark. 30 g of propolis was extracted for a week with 100 mL of 70% ethanol at room temperature and then filtered to obtain the extract (Silici and Kutluca, 2005).

Production of yoghurt

Raw cow's milk (about 15L) was obtained from the local farm in the city of Ordu, Turkey. Yoghurt samples were made from a mixture of cow's milk, sucrose, skimmed milk powder, starter culture (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, YoFlex Advance 2.0 DVS, Chr. Hansen, Denmark) and propolis solution in the percentages shown in Table 1. The mixture was heated up to 90 °C, kept for five minutes (Miocinovic et al., 2016), then cooled to 45 °C and inoculated with 1% (w/w) starter culture. Fermentation was set at 44±1 °C until pH was reached to 4.7 (about 3 hours). The pH values were measured with a pH-meter (Thermo Scientific, Orion 3 Star, USA). Yoghurt samples were cooled at the room temperature (in 30 minutes) and poured into plastic cups (100 g), with added dry apricot pulp (10%), stirred and then stored at 4 °C ±1. Three yoghurt samples in 5 groups were analysed, for each day.

Table 1. Percentages of the materials used for yoghurt preparation

Yoghurt Groups	Sucrose (%)	Skimmed milk powder (%)	Starter culture (%)	Dry apricot pulp (%)	PEE (%)
Control	4	2	1	10	0
P1	4	2	1	10	0.01
P2	4	2	1	10	0.03
P3	4	2	1	10	0.10
P4	4	2	1	10	0.20

Chemical analysis

Analyses were carried out at the Apiculture Research Institute Directorate (Ordu, Turkey). The dry matter content of yoghurt was determined by drying samples at 105±1° C overnight to constant weight (Helrich, 1990).

The protein analyses were performed with a protein-nitrogen analyzer (LECO FP-528, USA). Samples were heated to destruction in a combustion tube at high temperatures (900-1200° C) in an oxygen atmosphere according to Dumas principle (Anonymous, 2002). The

pH was determined with a glass electrode attached to the pH-meter (Thermo Scientific, Orion 3-Star, USA). The titratable acidity was measured by titrating 5 g of yoghurt sample and 5 mL distilled water mixture with 0.1 N NaOH solution using phenolphthalein as the indicator (Bradley et al., 1992).

DPPH assay was performed according to Shori and Baba (2013). Briefly, an aliquot of the yoghurt samples was mixed with DPPH solution (Sigma-Aldrich, Germany). The mixture was shaken thoroughly and allowed to stand at room temperature. The constant absorbance readings at 517 nm were recorded and the inhibition of DPPH oxidation (%) was calculated as follows (Shori and Baba, 2013):

$\% \text{ Inhibition} = \left[\frac{\text{AbsControl} - \text{AbsExtract}}{\text{AbsControl}} \right] \times 100$

The total phenolic contents of the extracts were determined to employ the methods involving Folin-Ciocalteu Reagent. A portion of 300 μL from each sample was diluted into 4.3 mL distilled water and 100 μL Folin-Ciocalteu reagents were added. After 3 min, 20% Na_2CO_3 has added to 300 μL portions and the mixture was vortexed and incubated for 30 min. Absorbance was then read on a UV-vis spectrophotometer (Lambda-25, PerkinElmer, USA) at 760 nm. Gallic acid was used as the standard. The results were expressed as mg gallic acid (GAE)/g sample material (Kucuker et al., 2014).

Microbiological analysis

The microbiological analyses were carried out with automated TEMPO[®] system (bioMerieux, France) for determining the total aerobic mesophilic bacteria, lactic acid bacteria and yeast-mould. 10 g yoghurt sample was placed in 90 mL of buffered peptone water and then homogenized in a stomacher bag with a lateral filter. The obtained filtrate was taken to perform further dilutions in buffered peptone water (Kunicka, 2007). 1 mL properly diluted filtrate was transferred to TEMPO[®] culture media (AC: Aerobic mesophilic total flora, LAB: Lactic acid bacteria, YM: Yeasts and moulds). At the end of incubation time and temperature program, the system gave the number of microorganisms by reading positive wells and performed statistical analysis with the use of the Most Probable Number (MPN) method. Results were expressed as log colony-forming unit (log cfu).

Statistical Analysis

All the results were analyzed with SPSS Statistics V20. First, analysis of variance (two-way ANOVA) was performed, next Duncan's multiple range test was used to differentiate treatment means at 5% level of significance.

RESULTS and DISCUSSION

Determination of changes in yoghurt

Dry matter content, protein amount, pH and titratable acidity of yoghurt were analyzed on the first and 28th days of storage. The results are presented in Table 2. Only the pH value decreased while other values had increased by the end of the storage period.

Dry matter content

The initial dry matter content of yoghurt samples ranged from 16.63 to 17.66% with no statistically significant differences between the treatments (Table 2). While the dry matter content of the control group was highest, P2 group was the lowest on 28th day. Overall, dry matter contents of all the yoghurt samples increased in small amounts at the end of the storage period. Researchers reported different results about dry matter content of yoghurt. While Biberoglu and Ceylan (2013) reported that dry matter contents ranged from 9.98 to 18.46%, Karahan (2016) found 10.22 to 19.13%. Factors such as milk type, added ingredients, production methods and storage conditions can be the reasons for these differences in dry matter.

Protein content

The protein content of the yoghurt samples ranged from 3.09 to 3.22%, showing no statistically significant changes ($p > 0.05$). According to the Turkish Food Codex Fermented Dairy Products Communique, protein content must be above 3% (Anonymous, 2009). All the results found above this limit. Our results agreed with those of Biberoglu and Ceylan (2013) and Tonguc et al. (2013) who reported protein content between 2.91-6.22% and 2.34-2.98%, respectively. In our study, added PEE had no adverse effect on protein content and yoghurt texture.

Table 2. Physicochemical properties of yoghurt

Physicochemical Properties	Storage Time (day)	Yoghurt Samples				
		P1	P2	P3	P4	Control
Dry Matter (%)	1	16.63 ±0.29 ^{A,a}	16.90 ±0.09 ^{A,b}	17.45 ±0.24 ^{A,a}	16.72 ±0.35 ^{A,a}	17.66 ±0.09 ^{A,b}
	28	17.35 ±0.14 ^{B,a}	17.19 ±0.03 ^{B,a}	18.19 ±0.11 ^{A,a}	17.28 ±0.08 ^{B,a}	18.36 ±0.06 ^{A,a}
Protein Content (%)	1	3.09 ±0.02 ^{B,a}	3.14 ±0.02 ^{AB,a}	3.19 ±0.00 ^{A,a}	3.21 ±0.02 ^{A,a}	3.16 ±0.0 ^{AB,b}
	28	3.17 ±0.03 ^{A,a}	3.16 ±0.00 ^{Aa}	3.20 ±0.01 ^{A,a}	3.21 ±0.01 ^{A,a}	3.22 ±0.01 ^{A,a}
pH	1	4.36 ±0.01 ^{B,a}	4.37 ±0.03 ^{AB,a}	4.44 ±0.01 ^{A,a}	4.39 ±0.01 ^{AB,a}	4.38 ±0.00 ^{AB,a}
	28	4.20 ±0.01 ^{BC,b}	4.22 ±0.01 ^{B,b}	4.32 ±0.01 ^{A,b}	4.25 ±0.01 ^{B,b}	4.16 ±0.00 ^{C,b}
Titratable Acidity (% lactic acid)	1	0.86 ±0.01 ^{A,b}	0.83 ±0.01 ^{A,b}	0.81 ±0.01 ^{A,b}	0.87 ±0.02 ^{A,b}	0.83 ±0.01 ^{A,b}
	28	0.98 ±0.00 ^{B,a}	0.95 ±0.01 ^{B,a}	0.93 ±0.01 ^{B,a}	0.96 ±0.00 ^{B,a}	1.06 ±0.00 ^{A,a}

Control=0%, P1=0.01%, P2=0.03%, P3=0.10% and P4=0.20% PEE added fruit yoghurt. A-C Means with the same letters in a row within the category data are not significant at $P > 0.05$. a-b Means with the same letters in a column within the category data are not significant at $P > 0.05$.

pH and titratable acidity

The pH values were found to be in the range of the optimum values (pH 4.0-4.6) recommended by Özdemir and Bodur (1994). During the study, the pH value of the samples did not exceed this optimal value range. The highest pH value was determined on the first day and then decreased by the end of the storage period. The pH of yoghurts decreased to lower pH values possibly as a result of the accumulation of acetic acid, acetaldehyde, formic acid and lactic acid (Amirdivani and Baba, 2011). Decreasing pH values of yoghurt have also been reported by other researchers (Misirlilar et al., 2012; Şenel et al., 2009; Tseng and Zhao, 2013). Titratable acidity is an important quality parameter in the flavour and shelf life of yoghurt which measures the equivalent percentage (%) of lactic acid. Titratable acidity increased in all the groups at the end of storage. Higher titratable acidity may indicate differential microbial population during fermentation and possibly storage (Shori and Baba, 2013). Titratable acidity is limited to min 0.6%, max 1.5% in Turkish Food Codex. Our results met with the Turkish Food Codex and none of the yoghurt samples exceeded the permitted limits, supporting previous research (Atasever, 2004; Şenel et al., 2009).

DPPH inhibition and total phenolics

The antioxidant properties of yoghurt on the first and 28th days are shown in Table 3. As shown in the table,

the total phenolic content and DPPH inhibition of yoghurt samples were in the range from 2.10 to 4.63 mg GAE/g and 16.52 to 49.70%, respectively. The highest value at the beginning of storage 3.98 mg GAE/g was determined in P4 sample while the lowest value 2.10 mg GAE/g was determined in the control yoghurt.

As expected, total phenolic content and DPPH inhibition of yoghurt samples increased significantly ($p < 0.05$) in accordance with the increased propolis amount. The minimum total phenolic content and DPPH inhibition values were observed in yoghurt without propolis (control group), while maximum values were observed in yoghurt with 0.20% propolis (P4 group). The higher antioxidant activity of propolis-added yoghurt is a desirable characteristic that may enhance the therapeutic values of yoghurt. We observed that the DPPH inhibition and total phenolic values increased at the end of the storage period. This finding was similar to previous studies (Shori and Baba, 2011; Perna et al., 2013; Amirdivani and Baba, 2011). Increasing antioxidant activity may be attributed to the metabolically active yoghurt bacteria even at low temperature (Papadimitriou et al., 2007). Other possible sources of that increase may be proteolysis of milk protein and organic acids as a result of fermentation and post-acidification during storage (Shori and Baba, 2013).

Table 3. Antioxidant properties of yoghurt

Antioxidant Properties	Storage Time (day)	Yoghurt Samples				
		P1	P2	P3	P4	Control
DPPH Inhibition (%)	1	17.13 ±0.47 ^{C,b}	21.37 ±0.94 ^{B,b}	39.26 ±0.81 ^{A,a}	40.72 ±0.69 ^{A,b}	16.52 ±1.35 ^{C,a}
	28	20.82 ±0.55 ^{B,C,a}	27.12 ±0.72 ^{B,a}	44.64 ±3.28 ^{A,a}	49.70 ±0.81 ^{A,a}	19.58 ±0,42 ^{C,a}
Total Phenolic (mg GAE/g)	1	2.99 ±0,19 ^{AB,a}	3.13 ±0.16 ^{AB,b}	3.26 ± 0.22 ^{AB,b}	3.98 ±0.42 ^{A,a}	2.10 ±0.46 ^{B,a}
	28	3.49 ±0.28 ^{BC,a}	3.91 ±0.04 ^{AB,a}	4.53 ±0.09 ^{A,a}	4.63 ±0.23 ^{A,a}	2.58 ±0.28 ^{C,a}

Control=0%, P=0.01%, P2=0.03%, P3=0.10% and P4=0.20% PEE added fruit yoghurt. A-C Means with the same letters in a row within the category data are not significant at P> 0.05. a-b Means with the same letters in a column within the category data are not significant at P> 0.05.

Microbiological properties

The results obtained from the microbiological analysis of yoghurts in 1st and 7th days are shown in Table 4.

Microbial growth continues during storage and the number of viable microorganisms is a critical factor in the final product and nutritional health benefits of yoghurt (Zare et al., 2011). Beginning of spoilage and shelf life can be determined by counting total mesophilic aerobic microorganism (AC). We found that propolis amount did not affect aerobic mesophilic total flora (p>0.05) while storage time was found statistically significant (p<0.05). AC count increased in all the groups and the control group had the highest number with 7.38

log cfu/g in 7th day of storage. The AC number of yoghurt samples ranged from 5.70 log cfu/g to 7.38 log cfu/g. These results are consistent with other studies (Atasoy et al., 2003; Demirkaya and Ceylan, 2013).

Lactic acid bacteria (LAB) play an essential role in fermentation, extending shelf life, imparting beneficial influence on food's nutritional value, and on its healthy (Marhamatizadeh and Sayyadi, 2019). During the storage period LAB number increased in all the groups and control group had the highest bacteria number with 6.28 log cfu/g. Mataragas et al. (2011) reported that lactic acid bacteria number was constant or a little decreased.

Table 4: Microbiological enumeration of yoghurt (log cfu/g)

	Storage Time (day)	Yoghurt Samples				
		P1	P2	P3	P4	Control
AC	1	5.74 ±0.00 ^{A,b}	5.74 ±0.04 ^{A,b}	5.84 ±0.03 ^{A,b}	5.73 ±0.03 ^{A,b}	5.70 ±0.01 ^{A,b}
	7	6.79 ±0.02 ^{A,a}	6.77 ±0.18 ^{A,a}	6.60 ±0.08 ^{A,a}	6.96 ±0.07 ^{A,a}	7.38 ±0.31 ^{A,a}
LAB	1	5.53 ±0.02 ^{A,b}	5.37 ±0.02 ^{A,b}	5.44 ±0.12 ^{A,a}	5.28 ±0.01 ^{A,b}	5.45 ±0.15 ^{A,b}
	7	6.14 ±0.05 ^{A,a}	5.84 ±0.03 ^{B,a}	5.67 ±0.06 ^{B,a}	5.66 ±0.06 ^{B,a}	6.28 ±0.03 ^{A,a}
YM	1	1.15 ±0.15 ^{A,a}	1.30 ±0.10 ^{A,a}	1.0 ±0.0 ^{A,b}	1.15 ±0.05 ^{A,b}	1.35 ±0.15 ^{A,a}
	7	1.65 ±0.05 ^{AB,a}	1.55 ±0.05 ^{B,a}	1.35 ±0.05 ^{B,a}	1.30 ±0.10 ^{B,a}	2.0 ±0.10 ^{A,a}

Control=0%, P=0.01%, P2=0.03%, P3=0.10% and P4=0.20% PEE added fruit yoghurt. A-C Means with the same letters in a row within the category data are not significant at P> 0.05. a-b Means with the same letters in a column within the category data are not significant at P > 0.05. AC: Aerobic mesophilic total flora, LAB: Lactic acid bacteria, YM: Yeasts and moulds.

Alirezalu et al. (2019) reported that post contamination microorganisms such as yeasts and moulds (YM) coupled with undesirable conditions results in the development of off-flavours and other unacceptable changes that eventually yoghurt becomes inconsumable. The number of yeast and mould increased in all the groups. The YM was varied from 1.0 to 2.0 log cfu/g in 7 days. Results in

our study did not exceed the yeast number reported by Dublin-Green and Ibe (2005) as the presence of spoilage in yoghurt.

This study aimed to determine the effect of the PEE on the physicochemical and microbiological features of fruit yoghurt. The results of the present study show that propolis extract does not adversely influence the

mechanism of yoghurt formation. It was also observed, propolis increased nutritional content of yoghurt. Taken together, these findings support the suggestion that in appropriate proportions propolis extract can be used for increasing bioactive properties in fruit yoghurts, without any adverse effects.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı farklı oranlarda propolis etanol ekstraktı (PEE) katılan meyveli yoğurtların depolama boyunca kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini belirlemektir.

Yöntem ve Bulgular: Farklı oranlarda PEE katılan meyveli yoğurtlar +4 °C'de 28 gün depolanmıştır. Depolamanın birinci ve 28. günlerinde kuru madde, protein, pH, titrasyon asitliği, DPPH inhibisyonu ve toplam fenol içeriği analiz edilmiştir. Ayrıca depolamanın birinci ve 7. günlerinde mikrobiyolojik analizler de gerçekleştirilmiştir. Depolama sonunda tüm yoğurtlarda titrasyon asitliği artarken, pH değeri düşmüştür. DPPH inhibisyonu ve toplam fenol miktarı yoğurtlara katılan propolis miktarı ile bağlı olarak artmıştır. Propolis miktarının aerobik mezofilik toplam flora üzerinde etkisi olmadığı görülmüştür. Depolama süresince laktik asit bakterileri tüm gruplarda artmış ve en yüksek bakteri sayısı kontrol grubunda görülmüştür. Maya ve küf sayısı ise tüm gruplarda artmıştır.

Genel Yorum: Yaptığımız çalışmada katılan propolisin yogurt oluşum mekanizmasını olumsuz etkilemediği görülmüştür. Ayrıca propolis yoğurtların besleyici özelliklerini ve antioksidan etkisini arttırmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu çalışmada çok değerli bir arı ürünü olan propolisin farklı oranlardaki etanol çözeltisi meyveli yoğurtlara katılmış ve yoğurtların besleyici özelliklerinin ve antioksidan içeriğinin arttığı görülmüştür. Doğal ürünlere ilginin arttığı günümüzde propolisin doğal bir gıda katkı maddesi olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Propolis, yoğurt, antioksidan etki, mikrobiyolojik özellikler.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded as part of Project TF-1443 by the Scientific Research Project Coordination Unit of Ordu University (Ordu, Turkey). Analyses were carried out at the Apiculture Research Institute Directorate (Ordu) and Microbiology Laboratory Department of Giresun Food Control Laboratory Directorate. The authors also thank these institutions for supporting with facilities.

CONFLICT OF INTEREST

This study is derived from a part of Fazıl GÜNEY's master science thesis. The authors declare that there is no conflict of interest.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Alirezalu K, Inácio RS, Hesari J, Remize F, Nemati Z, Saraiva JA, Barba FJ, Sant'ana AS, Lorenzo JM (2019) Nutritional, chemical, syneresis, sensory properties, and shelf life of Iranian traditional yoghurts during storage. *LWT-Food Science and Technology* 114:108417.
- Almutairi S, Edrada-Ebel R, Fearnley J, Igoli JO, Alotaibi W, Clements CJ, Watson DG (2014) Isolation of diterpenes and flavonoids from a new type of propolis from Saudi Arabia. *Phytochemistry Letters* 10: 160-163.
- Amirdivani S, Baba AS (2011) Changes in yogurt fermentation characteristics, and antioxidant potential and in vitro inhibition of angiotensin-1 converting enzyme upon the inclusion of peppermint, dill and basil. *LWT - Food Science and Technology* 44 (2011): 1458-1464.
- Anonymous (2002) Routine method using combustion according to the Dumas principle. IDF, Standard No:185, Brussels.
- Anonymous (2009) Turkish Food Codex Fermented Dairy Products Communique (2009/25), Turkey - Legal Gazette No: 27143
- Atasever M (2004) Use of Some ccStablizers in Yoghurt Manufacture. *YYÜ Vet Fak Derg.* 15(1-2): 1-4.
- Atasoy AF, Türkoğlu H, Özer BH (2003) Şanlıurfa ilinde üretilen ve satışa sunulan süt,yoğurt ve Urfa peynirlerinin bazı mikrobiyolojik özellikleri. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 7(3-4): 77-83.
- Bankova VS, Castro SL, Marcucci MC (2000) Propolis. Recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologie* 31(200): 3-15.
- Banskota AH, Nagaoka T, Sumioka LY, Tezuka Y, Awale S, Midorikawa K, Matsushige K, Kadota S (2002) Antiproliferative activity of the Netherlands propolis and its active principles in cancer cell lines. *Journal of Ethnopharmacology* 80(1): 67-73.
- Biberöglü Ö, Ceylan ZG (2013) Some Chemical Properties of Traditionally Produced Yoghurt. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 8(1): 43-51.

- Bittencourt ML, Ribeiro PR, Franco RL, Hilhorst HW, Castro RD, Fernandez LG (2015) Metabolite profiling, antioxidant and antibacterial activities of Brazilian propolis: Use of correlation and multivariate analyses to identify potential bioactive compounds. *Food Research International* 76: 449-457.
- Bradley R, Arnold E, Barbano D, Semerad R, Smith D, Vines B (1992) Chemical and physical methods. In *Standard methods for the examination of dairy products*. 16: 433-531.
- Caleja C, Barros L, Antonio AL, Carochio M, Oliveira MB, Ferreira IC (2016) Fortification of yogurts with different antioxidant preservatives: A comparative study between natural and synthetic additives. *Food Chemistry* 210: 262-268.
- Castaldo S, Capasso F (2002) Propolis, an old remedy used in modern medicine. *Fitoterapia* 73 (1): S1-S6.
- Demirkaya AK, Ceylan ZG (2013) Investigation of Chemical and Microbiological Quality of Yoghurts Marketed in Bilecik Province. *Atatürk Üniversitesi Vet. Bil. Derg.* 8(3): 202-209.
- Dublin-Green M, Ibe SN (2008) Quality evaluation of yogurts produced commercially In Lagos, Nigeria. *African Journal of Applied Zoology and Environmental Biology* 7: 78-82.
- Duman M, Ozpolat E (2015) Effects of water extract of propolis on fresh shibuta (*Barbus grypus*) fillets during chilled storage. *Food Chemistry* 189: 80-85.
- Freires IA, Queiroz VCPP, Furletti VF, Ikegaki M, Alencar SM, Duarte MCT, Rosalen PL (2016) Chemical composition and antifungal potential of Brazilian propolis against *Candida* spp. *Journal de mycologie medicale* 26(2): 122-132.
- Gao J, Chen H, Lu Z (2011) The Influence of Propolis on Bifidobacteria and Lactobacillus in Yogurt. *Chinese Journal of Disinfection* 2: 21.
- Gutiérrez-Cortés C, Suarez Mahecha H (2014) Antimicrobial activity of propolis and its effect on the physicochemical and sensorial characteristics in sausages. *Vitae* 21(2): 90-96.
- Gyawali R, Ibrahim SA (2016) Effects of hydrocolloids and processing conditions on acid whey production with reference to Greek yogurt. *Trends in Food Science & Technology* 56: 61-76.
- Helrich K (1990) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed.). Arlington, VA: Association of Official Analytical Chemists.
- Karahan LE (2016) Chemical and Textural Properties of Yoghurts Marketed in Batman Province. *Batman University Journal of Life Sciences* 6: 59-65.
- Kosse D, Seiler H, Amann R, Ludwig W, Scherer S (1997) Identification of Yoghurt-spoiling Yeasts with 18S rRNA-targeted Oligonucleotide Probes. *Systematic and Applied Microbiology* 20(3): 468-480.
- Kucuker E, Ozturk B, Celik SM, Aksit H (2014) Pre-harvest spray application of methyl jasmonate plays an important role in fruit ripening, fruit quality and bioactive compounds of Japanese plums. *Scientia Horticulturae* 176: 162-169.
- Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T (2004) Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chemistry* 84(3): 329-339.
- Kunicka A (2007) Tempo® System in Microbiological Analysis of Spices and Food Additives. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 57(3A): 67-69.
- Marhamatizadeh MH, Sayyadi S (2019) Mining of lactic acid bacteria from traditional yogurt (Mast) of Iran for possible industrial probiotic use. *Italian Journal of Animal Science* 18(1): 663-667.
- Mataragas M, Dimitriou V, Skandamis PN, Drosinos EH (2011) Quantifying the spoilage and shelf-life of yoghurt with fruits. *Food microbiology* 28(3): 611-616.
- Miocinovic J, Miloradovic Z, Josipovic M, Nedeljkovic A, Radovanovic M, Pudja P (2016) Rheological and textural properties of goat and cow milk set type yoghurts. *International Dairy Journal*. 58: 43-45.
- Misirlilar F, Kınık Ö, Yerlikaya O (2012) Effect of protective culture and biopreservatives on strained yoghurt quality. *African Journal of Microbiology Research* 6(22): 4696-4701.
- Mouse HA, Tilaoui M, Jaafari A, M'barek LA, Aboufatima R, Chait A, Ziad A (2012) Evaluation of the in vitro and in vivo anticancer properties of Moroccan propolis extracts. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 22(3): 558-567.
- Najgebauer-Lejko D, Grega T, Tabaszewska M (2015) Yoghurts with addition of selected vegetables: Acidity, antioxidant properties and sensory quality. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* 13(1): 35-42.
- Oses SM, Pascual-Mate A, Fernandez-Muino MA, Lopez-Diaz TM, Sancho MT (2016) Bioactive properties of honey with propolis. *Food Chemistry* 196: 1215-1223.
- Özdemir S, Bodur AE (1994) Yoğurt Üretimi Sırasında Oluşan Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Olaylar. *Atatürk Ü.Zir.Fak.Der.* 25(3): 479-487.
- Papadimitriou CG, Mastrojiannaki AV, Silva AV, Gomes AM, Malcata FX, Alichanidis E (2007) Identification of peptides in traditional and probioticsheep milk yoghurt with angiotensin I-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity. *Food Chemistry* 105: 647-656.

- Penney V, Henderson G, Blum C, Johnson-Green P (2004) The potential of phytopreservatives and nisin to control microbial spoilage of minimally processed fruit yogurts. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 5(3): 369-375.
- Popova M, Silici S, Kaftanoglu O, Bankova V (2005) Antibacterial activity of Turkish propolis and its qualitative and quantitative chemical composition. *Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy and Phytopharmacology* 12(3): 221-228.
- Shori AB, Baba AS (2013) Antioxidant activity and inhibition of key enzymes linked to type-2 diabetes and hypertension by *Azadirachta indica*-yogurt. *Journal of Saudi Chemical Society* 17(3): 295-301.
- Silici S, Kutluca S (2005) Chemical composition and antibacterial activity of propolis collected by three different races of honeybees in the same region. *Journal of Ethnopharmacology* 99(1): 69-73.
- Şenel E, Kocabaş Z, Oztekin S, Atamer M (2009) An Investigation on Some Compounds Effecting Aroma and Flavour of Strained Yoghurt Produced from Goat Milk. *Tarım Bilimleri Dergisi* 15(4): 363-370.
- Tonguc IE, Kinik O, Kesencas H, Acu M (2013) Physicochemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Using Different Probiotic Fermented Milk. *Pakistan Journal of Nutrition* 12(6): 549-554.
- Tseng A, Zhao Y (2013) Wine grape pomace as antioxidant dietary fibre for enhancing nutritional value and improving storability of yogurt and salad dressing. *Food Chemistry* 138(1): 356-365.
- Ye M, Ren L, Wu Y, Wang Y, Liu Y (2013) Quality characteristics and antioxidant activity of hickory-black soybean yogurt. *LWT - Food Science and Technology* 51(1): 314-318.
- Zare F, Boye JI, Orsat V, Champagne C, Simpson BK (2011) Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. *Food Research International*. 44(8): 2482-2488.



Effects of foliar boron fertilization at early vegetative stages on silage yield and quality parameters of maize

Erken gelişme döneminde yapraktan bor uygulamasının mısırın hasıl verimi ve kalitesi üzerine etkileri

Ömer KONUSKAN¹ , İbrahim ATIŞ¹ , Hüseyin GÖZÜBENLİ¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.704634](https://doi.org/10.37908/mkutbd.704634)

Geliş tarihi /Received:16.03.2020

Kabul tarihi/Accepted:30.04.2020

Keywords:

Boron, maize, NDF and ADF, silage yield.

✉ Corresponding author: Ömer KONUSKAN

✉: okonuskan@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was conducted to determine the effects of various boron quantities applied at different vegetative growth stages of maize as foliar application on hay and silage yield and quality in Mediterranean ecological conditions.

Methods and Results: Different boron fertilizer doses (0, 4, 6, 8 kg ha⁻¹ disodium octaborate tetrahydrate (ETIDOT-67 (Na₂B₈O₁₃.4H₂O)) applied at early vegetative stages of maize (V2, V4 and V2+V4 as two portions) and the effects of boron on yield and quality parameters of maize were examined. As a result of study, higher silage and hay yields were observed at all boron applications in comparison with control and the highest yields (68.43 ton ha⁻¹ silage and 21.58 ton ha⁻¹ hay yield) were obtained at 8 kg ha⁻¹ boron application. Also other boron doses had the statistically similar results. Although the highest yields in terms of application times were observed at boron applications at V2+V4 stages as two portions, the differences between the application times were not statistically significant.

Conclusions: We recommend that 4 kg ha⁻¹ boron fertilizer application at early vegetative stages of maize for high silage yield and quality.

Significance and Impact of the Study: Limited researches were performed on boron effects on hay and silage yields and qualities of maize up to now. This study revealed that the effects of boron application at early vegetative period of maize. Also, it is expected to be a source for further studies.

Atıf / Citation: Konuşkan Ö, Atış İ, Gözübenli H (2020) Effects of foliar boron fertilization at early vegetative stages on silage yield and quality parameters of maize. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 153-158. DOI: 10.37908/mkutbd.704634

INTRODUCTION

Maize is one of the most important cereal crops for human nutrition and livestock feeding (Gozubenli et. al 2010; Konuskan et. al 2015). Maize production for hay and silage yield increased in Turkey in recent years. It was realized 152.417 tons green forage and 25.499.870 tons silage production in 507.413 ha areas in Turkey in 2019 (Anonymous, 2019). Green forage and silage productions from maize crop increased 2.7-fold in the last decade in Turkey. This rises are remarkable for maize production as fodder crop.

Increases in yields and qualities depend on soil productivity and nutritional sufficiency. Beside macronutrients, micronutrients are essential elements for plant growth and development despite low requirements. Boron deficiencies is the second important micronutrient constraint to crop production after zinc in the worldwide (Ahmad et al., 2012). Boron deficiency is common issue and its availability to plants decreases with increasing soil pH, especially in calcareous soils. Its distribution in the plants is primarily managed by transpiration, and also phloem mobile and might be retranslocated in considerable amounts (Marschner, 1997). Boron deficiencies can cause

decreases in yield and quality of plants (Yarnia et al., 2013). Boron applications can increase maize yield with low quantities (Güneş et al., 2011). Various studies were performed on boron effects on grain yield of maize, previously (Aref, 2011; Kaur and Nelson, 2015; Horuz and Özcan, 2017; Konuskan et al., 2017, Wasaya et al., 2017; Nelson and Meinhardt, 2011). However, insufficient researches were performed on boron effects on hay and silage yields and qualities of maize. This study was performed to determine the effects of foliar boron fertilization at early vegetative growth stages of maize on hay and silage yield and quality.

MATERIALS and METHODS

This study was conducted in Hatay province of Turkey in 2015 and 2016 maize growing seasons. In this study, Etidot-67 (disodium octaborate tetrahydrate ($\text{Na}_2\text{B}_8\text{O}_{13}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$)) which produced by Eti Maden Inc. for usage as plant fertilizer containing 20.9% boron, used as boron source.

Soil properties of experimental area were clay loam textured, mild alkaline (pH 7.7-7.75), not salty (0.049-0.039 dS m^{-1}), containing 28.79- 28.82% CaCO_3 , low organic matter (1.04-1.06%) and 0.53-0.67 mg kg^{-1} NaOAc extractable boron. Some climatic data occurred at experimental station were given in Table 1.

Table1. Some climatic data for experimental area in 2015-2016 growing seasons

	Years	April	May	June	July	August
Maximum Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	2015	31.5	39.1	36.3	38.4	42.7
	2016	36.6	35.4	40.8	39.2	41.1
Minimum Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	2015	4.4	9.5	12.8	18.5	18.4
	2016	4.2	9.6	13.4	18.2	20.4
Average Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	2015	15.8	22	24.6	28.2	29.4
	2016	19.4	21.5	26.8	28.9	29.3
Total Precipitation (mm)	2015	63.2	7	0	0.2	0
	2016	5.0	29.6	4.8	0	0
Relative Humidity (%)	2015	65.1	58.5	56.1	56.8	55.1
	2016	54.4	58.8	53.5	57.3	59.4

Field study was arranged as a randomized split plot design with three replications. Boron application times (V2 stage, V4 stage and V2+V4 stages) were in main plots and boron levels (0, 4, 6 and 8 kg ha^{-1} Etidot-67) were in sub-plots. Sub-plot sizes were $2.8\text{m}\times 5\text{m}=14 \text{ m}^2$. Field experiments were seeded on April 10, 2015 and April 5, 2016 with pneumatic seeder in 10 plant m^{-2} density. 80 kg ha^{-1} N, P_2O_5 and K_2O applied as basal fertilizer and 184 kg ha^{-1} N applied at V6 stage which knee height as top fertilizer. Boron levels of 0, 4, 6 and 8 kg ha^{-1} Etidot-67 applied at V2 stage (2nd leaf collar visible), V4 stage (4th leaf collar visible) and V2+V4 stages in two portions. Yield, yield related traits and quality parameters were examined at center two rows of plots. NDF and ADF contents of plant samples were determined with Ankom filter bag technique in A220 fiber analyzer according to Van Soest et al. (1991).

All data were subjected to analysis of variance procedures using the MSTAT-C. Duncan multiple range

test was used to determine statistical differences between treatments ($pd\leq 0.05$)

RESULTS and DISCUSSION

Plant heights and stem diameters were not affected by boron applications in early vegetative stages of maize. These results indicated that boron applications at early growth stages had no significant effects on maize plant growth. Plant growth and elongation closely related with environmental conditions and soil fertility. Plant species differ in their requirement of boron for growth. Marschner (1995) reported that a considerable amount of the total boron content of plant is complexed in cis-diol configuration in the cell walls and graminaceous species are lower boron requirement compared with dicotyledonous related to lower amounts of compounds with cis-diol config in the cell walls. Therefore, the differences between boron applications may be insignificant.

Table 2. Effect of foliar boron fertilization on plant height and stem diameter of maize

Treatment	Plant Height (cm)			Stem Diameter (mm)		
	2015	2016	2015-2016	2015	2016	2015-2016
Application times						
V2	256	246	250	18.7	21.8	20.3
V4	254	250	252	18.7	21.7	20.2
V2+V4	255	248	251	18.6	22.2	20.4
LSD	ns		ns	ns		ns
Boron dosages						
0	253	250	252	18.6	22.0	20.3
4	254	247	251	18.7	22.2	20.4
6	256	247	251	18.7	21.7	20.2
8	257	248	252	18.7	21.8	20.2
LSD	ns		ns	ns		ns
CV(%)	1.87			6.45		

ns: not significant

Higher silage and hay yields obtained at all boron applications in comparison with control, whereas boron application times had similar effects. Boron applications had increases 10-15% in silage yields and 7-12% in hay yields according to control. The highest silage yield (68430 kg ha⁻¹) and hay yield (21580 kg ha⁻¹) obtained at the highest boron application dose, but also statistically similar results were observed at all boron application doses. These results indicated that boron applications had positive effects on maize silage and hay yields even in low amounts. Yilmaz et al. (2003) determined similar silage yield values, whereas Atis et al. (2013) obtained higher yields in the same ecological location. Torun

(1999) reported that lower silage yields obtained at Samsun ecological conditions in comparison with our results. Shabaz et al. (2015) reported that boron applications enhanced biological yield of maize significantly. Nawaz et al. (2017) stated that fresh and dry matter yield of sorghum were increased with increases in boron doses. Kaur and Nelson (2015) indicated that the highest grain yields obtained at 2.24 kg ha⁻¹ boron application at V4-V6 growth stage of maize. Also, Konuskan (2018) reported that boron applications enhanced grain yield of maize at early vegetative growth stages.

Table 3. Effect of foliar boron fertilization on silage yield and hay yield of maize

Treatment	Silage Yield (kg ha ⁻¹)			Hay Yield (kg ha ⁻¹)		
	2015	2016	2015-2016	2015	2016	2015-2016
Application times						
V2	71020	59770	65400	20970	21330	21150
V4	71530	55830	63680	20390	19490	19940
V2+V4	72080	60490	66290	20620	21070	20840
LSD	ns		ns	ns		ns
Boron dosages						
0	64230	54680	59460 b**	18640	19930	19290 b*
4	72600	61130	66870 a	20290	21790	21040 a
6	73730	57740	65730 a	21470	19880	20670 ab
8	75600	61240	68430 a	22240	20910	21580 a
LSD	ns		3035	ns		1485
CV(%)	6.89			10.64		

*,** significant P<0.05, P<0.01 levels, respectively; ns: not significant

Boron applications had not significant effects on leaf, stem and cob ratios of silages. Cob ratios ranged from 61.8% to 63.2% in different boron applications in this

study. High cob ratio is a desired characteristic for quality maize silage and these values are quite higher than some other research results. Ileri et al. (2018) reported that

cob ratios of maize silage ranged from 33.8% to 42.5% according to genotypes. Keskin et al. (2017) determined that 36%-45.6% cob ratios for different silage maize

genotypes. Nazli et al. (2019) revealed that cob ratios of maize silage differed from 20% to 80% according to genotype and harvesting time.

Table 4. Effect of foliar boron fertilization on leaf ratio and stem ratio and cob ratio of maize

Treatment	Leaf Ratio (%)			Stem Ratio (%)			Cob ratio (%)		
	2015	2016	2015-16	2015	2016	2015-16	2015	2016	2015-16
Application times									
V2	13.5	15.3	14.4	23.7	22.5	23.1	62.7	61.9	62.3
V4	13.6	16.0	14.8	23.7	20.9	22.3	62.5	62.9	62.8
V2+V4	14.0	16.4	15.2	23.7	20.3	22.1	62.2	63.3	62.8
LSD	ns		ns	ns			ns		
Boron dosages									
0	13.6	16.0	14.8	23.6	20.6	22.1	62.7	63.4	63.1
4	13.8	16.4	15.1	23.5	19.6	21.5	62.6	63.8	63.2
6	13.5	15.3	14.4	23.8	22.4	23.1	62.6	62.2	62.4
8	14.0	15.9	14.9	24.1	22.3	23.2	62.1	61.5	61.8
LSD	ns		ns	ns	ns		ns		
CV (%)	10.77			9.9			3.80		

ns: not significant

Boron application times and doses effects on neutral detergent fiber (NDF) contents of maize were not statistically significant and NDF contents ranged from 35.7% to 37.0% in this study. These values are quite low in comparison with desired maize silage NDF contents of 35% to 55% for good quality maize silage (Chahine et al. 2009). The NDF content of maize silage is affected by hybrid, ecological conditions, fertilization and maturity at harvest. Johnson et al. (2001) reported NDF contents of silage maize ranged between 36.3% and 57.3%. Filya (2004) reported that ADF and NDF contents of maize tended to increase with advanced plant maturity. This is related to the increase in the proportion of grains with

low NDF and ADF contents (Johnson et al., 2001; Filya, 2004). Acid Detergent Fiber (ADF) contents of maize silage ranged from 18.1% to 19.6% and slightly increased in high boron dose in this study. Ileri et al. (2018) reported that 22%-26.7% ADF content for different maize genotypes. Furthermore, our results are very low considering desired ADF contents of 20% to 33% for good quality maize silage (Chahine et al. 2009). NDF and ADF values are closely related to grain content of maize silage and decreases with high grain ratios of silage. In our study, NDF and ADF contents are quite low and desirable characteristics for quality maize silages.

Table 5. Effect of foliar boron fertilization on NDF and ADF contents of maize

Treatment	NDF (%)			ADF (%)		
	2015	2016	2015-16	2015	2016	2015-16
Application times						
V2	37.6	35.3	36.4	18.4	18.8	18.6
V4	38.1	34.3	36.2	19.0	18.8	18.9
V2+V4	38.4	35.0	36.7	19.0	18.9	18.9
LSD	ns		ns	ns		
Boron dosages						
0	37.7	35.1	36.4	18.5	18.8	18.7 ab
4	37.1	34.2	35.7	18.2	17.9	18.1 b
6	38.6	34.8	36.7	19.6	19.5	19.6 a
8	38.6	35.4	37.0	18.9	19.2	19.1 a
LSD	ns		ns	ns		0.96
CV(%)	6.24			7.59		

*, ** significant P<0.05, P<0.01 levels, respectively; ns: not significant

CONCLUSIONS

The results of this study showed that boron applications enhanced silage and hay yield of maize and similar results were observed at 4, 6 and 8 kg ha⁻¹ boron fertilizer applications, whereas application times had similar effects on yield. High boron applications slightly increased NDF and ADF contents of maize silage, but also these values are rather low and quality parameters were not affected. As a result of this study, we recommend that 4 kg ha⁻¹ boron fertilizer applications at early vegetative stages of maize for high silage yield and quality.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, Doğu Akdeniz ekolojik koşullarında, mısırın farklı vejetatif gelişme dönemlerinde uygulanan bor miktarlarının mısırın silaj verimi ve kalitesi üzerine etkilerini belirlemek için yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Mısırın erken vejetatif gelişme dönemlerinde (V2, V4, V2V4), farklı borlu gübre dozları (0, 4, 6, 8 kg ha⁻¹. Disodyum oktaborat tetrahidrat(ETİDOT-67 (Na₂B₈O₁₃4H₂O)) uygulanmış ve mısırın hasıl verimi ve kalitesine etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, tüm bor uygulamalarında kontrole göre daha yüksek silaj ve kuru ot verimleri gözlemlenmiş ve en yüksek verimler (68.43 ton ha⁻¹ silaj ve 21.58 ton ha⁻¹ kuru madde verimi) 8 kg ha⁻¹ bor dozunda elde edilirken, diğer bor uygulama dozlarında da istatistiksel olarak benzer sonuçlar elde edilmiştir. Uygulama zamanlarında en yüksek verim V2 + V4 gelişme döneminde belirlenmiş olmakla birlikte, uygulama zamanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Genel Yorum: Yüksek silaj verimi kalitesi için mısırın erken vejetatif gelişme dönemlerinde 4 kg ha⁻¹ bor uygulanması önerilmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Şimdiye kadar mısırın hasıl ve silaj verimi ile kalite özellikleri üzerine bor gübrelemesinin etkileri konusunda sınırlı araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışma ile mısırın erken vejetatif gelişme döneminde bor uygulamasının etkileri ortaya koymuştur. Ayrıca, bu çalışmanın daha sonraki çalışmalar için kaynak olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: ADF, Bor, mısır, NDF, silaj verimi.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHORS' CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Ahmad W, Zia MH, Malhi SS, Niaz SS (2014) Boron deficiency in soil and crops: A Review. Available online: <http://www.intechopen.com/books/crop-plant/boron/deficiency-in-soil-and-crops-a-e-review> (Accessed on 4 June 2014)
- Anonymous (2019) TUIK Bitkisel Üretim İstatistikleri. Retrieved February 25, 2020, from http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001.
- Aref F (2011) The effect of boron and zinc application on concentration and uptake of nitrogen, phosphorous and potassium in corn grain. *Indian Journal and Technology*, 4(7):785-791.
- Atış İ, Konuşkan Ö, Gözübenli H, Yılmaz Ş, Can E, Çelikleş N (2013) Determination of silage yield potential of some actual maize cultivars as main crop in Amik Plain conditions. Turkey 10. Field Crops Congress, 10-13 September 2013, Konya, Volume 3, p: 649-653.
- Chahine M (2009) Target values for corn silage. *Idoha Alfalfa and Forage Conference Proceedings* p.1-5. 3-5 Feb.2009.
- Filya I (2004) Nutritive value and aerobic stability of whole maize silage harvested at four stages of maturity. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 116: 141-150.
- Güneş A, Ataoğlu N, Esringü A, Uzun O, Ata S, Turan M (2011) Yield and chemical composition of corn (*Zea mays* L.) as affected by boron management. *International Journal of Plant, Animal and Environmental Science* 1(1):42-53.
- Gözübenli H, Konuşkan Ö, Aktürk H (2010) Determination of grain yield yield-related traits of maize hybrids sown at different planting times and plant densities. *Journal of Agriculture Faculty of Mustafa Kemal University* 15(1):1-10.
- Horuz A, Özcan C (2017) Effects of boron application to corn plant on yield and boron content in the calcareous soil. *Journal of Boron* 2(1): 37-42
- Ileri, O, Çarpıcı BE, Erbeyi B, Avcı S, Koc A (2018) Effect of sowing methods on silage yield and quality of some corn cultivars grown in second crop season under irrigated condition of Central Anatolia, Turkey. *Turk J Fiel Crops*. 23(1):72-79.
- Johnson L, Harrison JH, Davidson D, Mahanna WC, Shinnors K, Linder D, (2000) Corn silage management: effect of maturity, inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability. *J. Dairy Sci.* 85:434-444.

- Kaur G, Nelson KA (2015) Effect of foliar boron fertilization of fine textured soils on corn yield. *Agronomy* 5(1):1-18.
- Keskin B, Temel S, Eren B (2017) Determination of yield and plant characteristics of some silage corn varieties. *Iğdır Univ. J. Inst. Sci. Tech.* 7(1): 347-351.
- Konuskan Ö, Atış İ, Gözübenli H (2015) Yield and yield components of some dent maize genotypes grown as main crop in amik plain conditions. *Journal of Agriculture Faculty of Mustafa Kemal University* 20(2): 1-6.
- Konuskan O, Konuskan Bozdogan D, Lavei CM (2017). Effect of foliar fertilization on chemical properties and fatty acid composition of corn (*Zea mays* L.). *Revista de Chemie* 68(9):2073-2075.
- Konuskan O (2018) Application of boron at early vegetative stage improves the quality as well as productivity of maize (*Zea mays* L.) in Mediterranean Environment. *Fresenius Environmental Bulletin* 27(3):1756-1763.
- Marschner H (1995) *Mineral Nutrition of Higher Plants* (2nd Ed.). London: Academic Press. pp.889
- Nazlı MH, Halim RA, Abdullah AM, Hussin G, Samsudin AA (2019) Potential of four corn varieties at different harvest stages for silage production in Malaysia. *Asian- Australas J Animal Sci.* 32 (2): 224-232.
- Nawaz S, Zammurad IA, Ansar M, Manaf A, Qayyum A, Sher A (2017) Agronomic efficiency and HCN content of sorghum cultivars as influenced by zinc and boron application under subtropical condition. *Z Arznei-Gewurpfla* 22(4): 160-164.
- Nelson KA, Meinhardt CG (2011) Foliar boron and pyraclostrobin effects on corn yield. *Agronomy Journal* 103(5):1352-1358.
- Shabaz MK, Ali H, Sajjad M, Shah SAN, Malook S (2015) Role of zinc nutrition in maize for growth and yield: An Overview. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 15 (7): 1323-1330.
- Torun M (1999) Determination of suitable corn varieties for silage under Samsun Conditions. *The Journal of Agricultural Faculty of Ondokuz Mayıs Univ* 14(1): 19-30.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583–3597.
- Wasaya A, Shabir MS, Hussain M, Ansar M, Aziz A, Hassan W, Ahmad I (2017) Foliar application of zinc and boron improve the productivity and net returns of maize grown under rainfed conditions of Pothwar Plateau. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 17(1): 33-45.
- Yarnia M, Behrouzfar, EK, Khoii FR, Mogaddam M, Vishkaii MSS (2013) Effects of methanol and some micro-macronutrients foliar applications on maize (*Zea mays* L.) maternal plants on subsequent generation yield and reserved mineral nutrients of the seed. *African Journal of Agricultural Research* 8(7): 619-628.
- Yılmaz Ş, Gözübenli H, Can E, Atış İ (2003) Adaptation and silage yield of some maize (*Zea mays* L.) lines in Amik Plain conditions. *Turkey 5. Field crops Congress*, 13-17 October 2003, Diyarbakır, pp: 341-345.



Bazı yabancı orjinli kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi

The effect of salt stress on germination and early seedling growth of some foreign origin quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars province

Hüseyin BEYAZÇİÇEK¹ , Şaban YILMAZ¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.694005](https://doi.org/10.37908/mkutbd.694005)

Geliş tarihi/Received:25.02.2020

Kabul tarihi/Accepted:30.04.2020

Keywords:

Salinity, germination rate, germination index, quinoa.

✉ Corresponding author: Şaban YILMAZ

✉: sayilmaz@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was carried out in the laboratories of Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in 2019 in order to determine the suitability of 5 foreign originated quinoa cultivars that can be adapted to areas with salinity problems.

Methods and Results: In order to determine the tolerance to salt stress, 50 seeds were placed in each petri dishes. The research was conducted in a germination cabinet with 4 replications according to the factorial arrangement in completely randomized plot design. In this research, germination rate (GR), germination index (GI), mean germination time (MGT), radicle length (RL) and plumula length (PL) and fresh seedling weight (FSW) values of different salt concentration levels were examined. The used cultivars showed different reactions to salt stress level. As the salt concentration increased, germination rate, germination index, radicle length, plumule length and fresh plant weight decreased while the mean germination time was prolonged.

Conclusions: As a result of the research, it was found that there were cultivars of quinoa that can germinate and develop even at a high salt concentration such as 400 mM and that can be cultivated even in soils with salinity problems.

Significance and Impact of the Study: Every year, agricultural areas with salinity problems are increasing in many part of the world as in Turkey. Determining quinoa cultivars which are tolerant to different level of salinity in terms of germination and development can provide valuable information for evaluation of arable lands which has salinity problem.

Atf / Citation: Beyazççek H, Yılmaz Ş (2020) Bazı yabancı orjinli kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 159-168. DOI: 10.37908/mkutbd.694005

GİRİŞ

Kinoa genellikle diğer tahıllardan daha yüksek protein içerir ve proteininin kalite değeri yüksek olup, oransal olarak % 8-22 değerleri arasında protein içerdiği bildirilmektedir (Jancurová ve ark., 2009). Lizin aminoasidi tahıllarda düşük oranda görülen bir aminoasit olmasına karşın kinoa lizin bakımından

zengindir. İçeriğinde oransal olarak yüksek seviyede sistein ve methionin de mevcuttur. Kinoa bu sayede methionin ve sistein oranı düşük olan birçok baklagilin iyi bir tamamlayıcısıdır (Doğan ve Karwe, 2003).

Kinoanın yağ oranı da diğer tahıllardan daha yüksektir ve kinoanın yapısı esansiyel doymamış yağ asitlerince de zengindir (Ranhotra ve ark., 1993). Yağ asidinin bileşenleri soya yağı ile benzerlik göstermektedir

(Valencia-Chamorro, 2003). Yağ oranı % 6-8 olup büyük kısmı linoleik (% 52) ve linolenik asitlerden oluşmaktadır (Park ve Morita, 2004). Kinoanın bünyesindeki karbonhidratların çoğu nişasta olup, nişasta oranı % 58.1-64.2 arasında değişim göstermektedir (Vega-Galvez ve ark., 2010). Ham lif oranı % 2.5-3.9 arasında, monosakkaritler % 2 ve pentozan % 2.9-3.6 oranları arasındadır (Valencia-Chamorro, 2003). Çoğu glutensiz diyetlerde ve bu diyetlerde kullanılan gıda ürünlerinde minareller eksik kalmaktadır (Thompson ve ark., 2005). Kinoanın dahil olduğu diyetlerde mineral açığı görülmemektedir (Alvarez-Jubete ve ark., 2009). Kinoa taneleri, kalsiyum, magnezyum, fosfor, potasyum, demir, bakır, mangan ve çinko bakımından diğer tahıllarla karşılaştırıldığında daha zengindir (Kozioł, 1992; Valencia-Chamorro, 2003). Kinoayı tahıllar ile vitamin içeriği yönünden karşılaştırdığımızda, E ve B vitaminleri (özellikle de folik asit) bakımından zengin olduğu vurgulanmaktadır (Vega-Galvez ve ark., 2010). Kinoa tanelerinde Tiamin (0.4 mg/100 g), folik asit (78.1 mg/100 g) ve C-vitamini (16.4 mg/100 g) bulunmaktadır ve riboflavin içeriği diğer tahıllardan daha fazladır (Ruales ve Nair, 1992).

Kinoanın kullanım alanı her geçen gün hızla artmaktadır. Kinoa gevrek olarak kahvaltı öğünlerinde tüketilebilmektedir (Valencia-Chamorro, 2003). Kinoa un haline getirilerek makarna, ekmek ve birçok un muhteviyatına sahip gıda maddelerinin imalatında kullanılabilir. Besleyicilik özelliği yüksek olan kinoa bebek maması endüstrisinde önemli bir yer edinmeye başlamıştır (Moncada ve ark., 2013). Aynen pirinç gibi pilavı yapılabilir. Ayrıca taze yeşil hali salatalarda yer bulmakta yaprak kısımları sebze olarak değerlendirilebilir. Gün geçtikçe farkındalığı artan ve insan beslenmesinde tercih edilen kinoa bitkisi, hayvan beslenmesinde de kaba yem kaynağı olarak tercih edilen alternatif bir bitki haline gelmiştir (Tan ve Temel, 2019). Kinoanın hasattan sonra kalan kısımları ruminant hayvanların beslenmesinde (Bazile ve Baudron, 2015), saman, yeşil yem (Kakabouki ve ark., 2014) ve silaj bitkisi olarak da kullanılabilir (Van Schooten ve Pinxterhuis, 2003). Sığırlar tarafından çokça tüketilen bu bitkilere "sığır ispanağı" adı da verilmektedir (Tan ve Temel, 2012).

Tuz stresinden kaynaklanan bitkisel verim kaybı dünyanın her yerinde çok yaygın bir problemdir. Özellikle glikofit diye adlandırılan birçok bitki tuz stresine karşı oldukça hassastır. Dünya suyunun % 97.5'i tuzludur ve büyük alanlar doğal olarak tuz ile bulaşık hale gelmiştir. İnsanoğlunun çeşitli aktiviteleri ile birçok bölge tuzluluk problemi ile karşı karşıya kalmıştır (Munns ve Tester, 2008). Bu yüzden böyle problemlerin üstesinden gelmek

için yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Kinoa gibi halofit olan bitkilerin yüksek toprak ve/veya sulama suyu tuzluluğuna karşı tolerans gösterebileceği yaklaşımı mevcuttur (Koyro ve Eisa, 2008). Glikofitler (tuza duyarlı) ve halofitler (tuza toleranslı) bitkilerin anatomik ve fizyolojik yapıları birbirine benzer ancak halofitler bünyelerinde tuz adaptasyonu ile ilgili mekanizmaları daha etkin şekilde kullanmaktadır. (Shabala ve Mackay, 2011).

Tuzluluğa genelde klorürler, sülfatlar, karbonatlar, bikarbonatlar ve boratlar neden olur ancak doğada en fazla sodyum klorür (NaCl) tuzluluğuna rastlanılmaktadır. Topraktaki artmış tuz seviyesi bitkiler üzerinde üç ana fizyolojik strese sebep olur. Gelişme ve verim performansını düşürür, ozmotik strese sebep olur ayrıca iyonik ve oksidatif strese sebep olur (Munns ve Tester, 2008). Bitkilerin yüksek tuz stresine maruz kalmaları sonucunda, bitkilerde çimlenme, büyüme, gelişme, hücre bölünmesi, fotosentez gibi pek çok biyolojik olay etkilenmektedir (Bressan, 2008). Tuzluluk, tohumların çimlenme oranlarının azalmasına veya tohumlarda çimlenmenin gerçekleşmemesine, bitkilerde ise verim kayıplarına ve ölümlere neden olabilmektedir. Tuzlu alanlarda tuzun yarattığı olumsuz etkilerin giderilmesinde en önemli etmen tuza dayanıklı türlerin ve/veya çeşitlerin seçimi olmaktadır.

Tuz toleransını arttırmak için takip edilen iki ana strateji vardır. Bunlardan ilki genetik mühendisliği sayesinde tuz toleransı yüksek bitkiler geliştirmektir (Apse ve Blumwald, 2002). İkinci strateji ise henüz tarımı yaygınlaşmamış halofit bitkilerden beslenme açısından avantajlı olanların tarımını yaygınlaştırmaktır (Panta ve ark., 2014). Bu halofit bitkiler içerisinde ön sırada kinoa gelir. Kinoa diğer tahıllardan daha fazla tuza dayanıklıdır ve üstün özelliklerinden dolayı dünya genelinde popülerlik kazanmıştır ve ekim alanı sürekli artmaktadır (Jacobsen, 2011; Bazile ve Baudron, 2015).

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde laboratuvar denemesi olarak yürütülmüştür. Denemede, bazı yabancı orijinli kinoa bitkisine ait çeşitlerin tohumları bitki materyali olarak kullanılmıştır. Kullanılan çeşitler Çizelge 1'de verilmiştir. Ayrıca tuz uygulaması için saf sodyum klorür (NaCl) kimyasalı kullanılmıştır.

Araştırma tuz stresine karşı toleransı belirlemek amacıyla petri kaplarında yürütülmüştür. Deneme, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende çimlenme kabininde yürütülmüştür. İncelenen

özelliklere ilişkin verilerin elde edilmesinde ve analiz edilmesinde (Ertekin ve ark., 2017; Wang ve ark., 2004; Ellis ve Roberts 1980) kullandığı yöntemlerden yararlanılmıştır.

Tüm çalışma boyunca elde edilen veriler JMP istatistik programı kullanılarak varyans analizine tabi tutulmuş ortalamalar arasındaki farklılıklar ise Tukey testi ile ortaya konulmuştur.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan kinoa çeşitleri ve çeşitlere ait bazı bilgiler

Table 1. *Quinoa cultivars and information about the cultivars used in the research*

No	Çeşit	Orijin	Fenotipik Tohum Rengi
1	Read Head	USA	Beyaz
2	Cherry Vanilla	USA	Beyaz
3	French Vanilla	USA	Krem-Beyaz
4	Mint Vanilla	USA	Parlak-Beyaz
5	Titicaca	Danimarka	Beyaz

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı kinoa çeşitlerinde çimlenme oranına ilişkin elde edilen veriler Çizelge 2’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre çeşitlerin çimlenme oranının % 67.8-79.3 arasında değişim gösterdiği, en yüksek çimlenme oranı French Vanilla çeşidinden elde edilirken, en düşük çimlenme oranı ise Cherry Vanilla çeşidinde bulunmuştur. Fakat, Red Head, Titicaca, French Vanilla ve Mint Vanilla çeşitlerinin çimlenme oranı değerleri istatistiki açıdan birbirinden farklıdır. Kinoa tuz stresinin dört kinoa çeşidinin çimlenme oranına etkisinin araştırıldığı çalışmaları, Kuşçu ve ark. (2018), çeşitlerin tuz stresine farklı tepki gösterdiğini bildirmektedir. Ayrıca, Ertekin ve ark. (2017) tarafından yapılan bir başka çalışmada değişen tuz stresinin bazı yaygın fiğ çeşitlerinde farklı tepkiler ortaya koyduğu belirlenmiştir.

Uygulanan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak, çimlenme oranı değerlerinin % 41.9 - 97.0 arasında değişiklik gösterdiği Çizelge 2’de görülmektedir. En yüksek

çimlenme oranı beklendiği üzere kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük çimlenme oranı ise 400 mM tuz konsantrasyonunda bulunmuştur. Tuz konsantrasyonu arttıkça buna bağlı olarak çimlenme oranında azalma olduğu tespit edilmiş olup, kontrol uygulamasına göre, 100 mM’de % 8.4, 200 mM’de % 14.8, 300 mM’de % 24.2 ve 400 mM uygulamasında % 55.1 oranında bir azalma olduğu görülmekte olup, bu azalma oranlarının diğer kültür bitkileriyle karşılaştırıldığında oldukça az olduğu belirlenmiştir. Kuşçu ve ark. (2018) tuz stresinin dört kinoa çeşidinin üzerine etkisi adlı araştırmasında, tuz konsantrasyonundaki artışın tüm çeşitlerde çimlenme yüzdesi değerlerini önemli düzeyde azalttığını rapor etmişlerdir. Ertekin ve ark. (2018) yapmış oldukları çalışmada farklı macar fiğ çeşitleri üzerine farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme üzerine etkilerini araştırmışlar ve elde ettikleri sonuçlara göre tuz konsantrasyonları arttıkça çimlenme oranının düştüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca aynı şekilde Akçay ve Tan (2018) kinoa tuz stresinin üzerine etkisi adlı çalışmada da benzer durumun ortaya çıktığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 2. Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme oranına (%) etkisi

Table 2. *Effects of different salt concentrations on germination rate (%) of some quinoa cultivars*

	Kontrol	100 (mM)	200 (mM)	300 (mM)	400 (mM)	Çeşitler
Red Head	98.5 a ⁺	88.00 abc	84.0 abc	75.5 bcde	49.0 fgh	79.0 A ⁺⁺
Cherry Vanilla	99.0 a	78.5 abcd	77.0 bcde	59.0 defg	25.0 ı	67.8 B
Titicaca	94.5 ab	90.0 ab	79.5 abcd	69.0 defg	57.0 efg	78.0 A
French Vanilla	99.0 a	95.5 ab	86.0 abc	82.0 abc	34.0 hı	79.3 A
Mint Vanilla	94.0 ab	90.5 ab	84.5 abc	78.5 abcd	44.5 ghı	78.4 A
	97.0 A ⁺⁺⁺	88.6 B	82.2 B	72.8 C	41.9 D	

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Çeşitxtuz konsantrasyonu interaksyonu çimlenme oranına ait ortalama değerler Çizelge 2.’de verilmiştir.

Çeşitxtuz konsantrasyonu interaksyonunda çimlenme oranları % 25.0 - 99.0 arasında değişiklik göstermiştir. En

yüksek çimlenme oranı Cherry Vanilla ve French Vanilla çeşitlerinin kontrol uygulamasında bulunurken en düşük çimlenme oranı ise Cherry Vanilla çeşidinde 400 mM tuz konsantrasyonu uygulamasında bulunmuştur. Çimlenme oranı değerlerine göre Red Head ve Titicaca çeşitleri 400 mM tuzluluk düzeyinde araştırmada kullanılan diğer kinoa çeşitlerinden daha yüksek çimlenme oranı değerlerine sahip olmuşlardır. Çeşitlerin artan tuz konsantrasyonlarına farklı tepki göstermesi çeşitx tuz konsantrasyon interaksiyonunun önemli olmasına sebep olmuştur. Benzer sonuçlar birçok araştırmacı tarafından farklı tarla bitkilerinde yapılan çalışmalarda (Atış, 2011; Atak ve Mavi, 2016; Ertekin ve ark., 2017; Ertekin ve ark., 2018; Kuşvuran ve ark., 2014a) çeşitlerin değişen tuz konsantrasyonuna karşı farklı tepki göstermesi nedeniyle ortaya çıktığını bildirmektedir.

Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme indeksine etkisini gösteren sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre çeşitlerin çimlenme indeksi 28.0 - 33.6 değerleri arasında değişim göstermiştir. En yüksek çimlenme indeksi French Vanilla çeşidinden elde edilirken, bunu 32.0 ile aynı sonuca sahip Red Head ve Titicaca çeşitleri izlemekte olup aynı istatistiksel grupta olan Mint Vanilla çeşidi izlemiştir ve en düşük çimlenme indeksi ise Cherry Vanilla çeşidinde bulunmuştur. Bu sonuçlara göre bahsi geçen bu dört çeşit, farklı tuz konsantrasyonları altında aynı çimlenme indeksi değerlerine sahip olmuşlardır. Tüm çeşitlerde tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenme indeksinde de düşüşler olduğu birçok araştırmacı tarafından (Atış, 2011; Ertekin ve ark., 2017; Kuşçu ve ark., 2018 ve Ertekin ve ark., 2018) bildirilmiştir.

Uygulanan tuz konsantrasyonlarının çimlenme indeksi üzerine etkisini incelediğimiz zaman, çimlenme indeksi değerleri 9.2 - 45.2 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek çimlenme indeksi beklendiği üzere kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük çimlenme indeksi ise 400 mM tuz konsantrasyonunda bulunmuştur. Tuz konsantrasyonları arttıkça çimlenme indeksi değerleri düşüş göstermiştir. Atak ve Mavi (2016) yaptıkları araştırmada bazı tahıllarda, Ertekin ve ark. (2017 ve 2018) fiği türlerinde, Atış (2011) sorgumda tuz stresinin çimlenme indeksinde tuz yoğunluğuna bağlı olarak azalmaya sebep olduğunu belirtmişlerdir.

Çeşitx tuz konsantrasyonu interaksiyonlarını gözden geçirdiğimiz zaman, çimlenme indeksi 5.2 - 47.7 arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek çimlenme indeksi French Vanilla çeşidinin kontrol uygulamasında, ikinci sırada da Red Head çeşidinin kontrol uygulamasında elde edilmiştir. En düşük çimlenme indeksi değeri ise Cherry Vanilla x 400 mM interaksiyonunda bulunmuştur. French Vanilla çeşidi 200 mM tuz uygulamaya kadar diğer çeşitlere yakın indeks değerleri gösterirken, 300 mM tuz uygulamasında en yüksek indeks değerine sahip olduğu ve 400 mM uygulamasında Titicaca, Red Head ve Mint Vanilla çeşitlerinden düşük indekse sahip olduğu tespit edilmiştir. Araştırmada kullandığımız çeşitlerin, tuz konsantrasyonuna farklı tepki göstermesi çimlenme indeksinde interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuştur. Benzer sonuçlar birçok araştırmacı (Tekin ve Bozcuk, 1998; Kaya ve ark., 2006; Atış, 2011; Kuşvuran ve ark., 2014b; Hokmalipour, 2015; Önal-Aşçı ve Üney, 2016; Ertekin ve ark., 2017; Kuşçu ve ark., 2018; Ertekin ve ark., 2018) tarafından tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının çimlenme indeksine etkisi

Table 3. Effects of different salt concentrations on germination index of some quinoa cultivars

	Kontrol	100 (mM)	200 (mM)	300 (mM)	400 (mM)	Çeşitler
Red Head	46.0 a ⁺	41.3 abcd	37.2 bcde	25.2 hı	10.4 jk	32.0 A ⁺⁺
Cherry Vanilla	43.8 ab	35.3 cde	33.0 efg	22.5 ı	5.2 k	28.0 B
Titicaca	43.5 ab	41.7 abcd	34.6 def	27.8 fghı	13.5 j	32.2 A
French Vanilla	47.7 a	45.5 a	36.3 bcde	30.4 efgh	7.66 jk	33.6 A
Mint Vanilla	44.7 a	42.4 abc	37.3 bcde	25.7 ghı	9.3 jk	31.9 A
Tuz Konsant.	45.2 A ⁺⁺⁺	41.3 B	35.7 C	26.3 D	9.2 E	

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Kinoa çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonları altında ortalama çimlenme süresi (gün) değerlerine ait sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre çeşitlerin ortalama çimlenme süresi 1.436 - 1.538 gün arasında değişim göstermiştir. En kısa ortalama çimlenme süresi

French Vanilla çeşidinden elde edilirken, en yüksek ortalama çimlenme süresi ise Red Head çeşidinde olup bunu Mint Vanilla ve Cherry Vanilla çeşitleri izlemiştir. Bu çeşitlerin ortalama çimlenme süresi değerleri istatistiksel açıdan birbirinden farklı olmakla birlikte, çeşitlerin

artan tuz konsantrasyonuna bağlı olarak çimlenme süresine farklı tepki gösterdiği tespit edilmiştir. Akçay ve Tan (2018) çeşitlerin aynı ortamda farklı sürelerde çimlenme gerçekleştirmelerinin genetik özelliklerinden kaynaklandığını, tohum kabuğu kalınlığı veya sertliğinin çimlenmeyi etkilediğini, bunun yanında tohumun bünyesinde çimlenme esnasında meydana gelen biyokimyasal olayların hızının da genetik yapı ile ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Farklı tür ve çeşitlerde yapılan çalışmalarda ortalama çimlenme süresinin (Tekin ve Bozcuk, 1998; Kaya ve ark., 2006; Kuşvuran ve ark., 2014b; Hokmalipour, 2015; Önal-Aşçı ve Üney, 2016; Ertekin ve ark., 2017; Kuşcu ve ark., 2018; Ertekin ve ark., 2018) çeşitlere göre değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Çizelge 4'de tuz konsantrasyonlarının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi değerleri verilmiştir.

Ortalama çimlenme süresinin 1.147 - 2.317 gün arasında değişiklik gösterdiği, en kısa ortalama çimlenme süresi beklediği üzere 100 mM ve kontrol uygulamasında elde edilirken, en uzun ortalama çimlenme süresi ise 400 mM tuz konsantrasyonunda belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonları arttıkça ortalama çimlenme süresi değerleri artış göstermiştir. Fakat 100 mM'da kontrole göre ortalama çimlenme süresinde istatistiksel önemli olmayan kısalma göstermiştir. Aşçı ve Üney (2016) ve Ertekin ve ark. (2018) tarafından laboratuvar koşullarında fiğ çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonları kullanılarak yapılan çalışmalarda artan tuz konsantrasyonlarının ortalama çimlenme süresini uzattığı bildirilmiştir.

Çizelge 4. Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının ortalama çimlenme süresine (gün) etkisi

Table 4. Effects of different salt concentrations on mean germination time (day) of some quinoa cultivars

	Kontrol	100 (mM)	200 (mM)	300 (mM)	400 (mM)	Çeşitler
Red Head	1.163 fg ⁺	1.135 fg	1.240 efg	1.698 c	2.455 a	1.538 A ⁺⁺
Cherry Vanilla	1.278 defg	1.225 fg	1.303 defg	1.513 cde	2.335 ab	1.531 AB
Titicaca	1.203 fg	1.150 fg	1.303 defg	1.393 def	2.168 b	1.443 BC
French Vanilla	1.085 g	1.088 g	1.318 defg	1.520 cd	2.168 b	1.436 C
Mint Vanilla	1.115 g	1.135 fg	1.235 fg	1.735 c	2.460 a	1.536 A
Tuz Konsant.	1.169 D ⁺⁺⁺	1.147 D	1.280 C	1.572 B	2.317 A	

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Çeşit×tuz konsantrasyonları interaksiyonunda, ortalama çimlenme süresi değerleri 1.085 - 2.460 gün arasında değişiklik göstermiştir. En uzun ortalama çimlenme süresi Mint Vanilla×400 mM interaksiyonunda elde edilirken, en kısa ortalama çimlenme süresi ise French Vanilla×Kontrol interaksiyonunda bulunmuştur. Araştırmaya aldığımız çeşitlerden ilk dört çeşidin 100 mM tuz uygulamasında ortalama çimlenme süresinde azalma olurken, Mint Vanilla çeşidinde uzama olduğu belirlenmiş ve tuz konsantrasyonu artırıldığında çeşitlerin tuz konsantrasyonuna farklı tepki göstermesi interaksiyonun önemli olmasına neden olmuştur. Ortalama çimlenme süresi değerlerine göre Cherry Vanilla, French Vanilla ve Titicaca çeşitlerinin 400 mM tuz konsantrasyonuna karşı diğer çeşitlerden daha dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Tuzluluğa dayanıklılık araştırmalarıyla (Tekin ve Bozcuk, 1998; Kaya ve ark., 2006; Atış, 2011; Kuşvuran ve ark., 2014b; Hokmalipour, 2015; Önal-Aşçı ve Üney, 2016; Ertekin ve ark., 2017; Kuşcu ve ark., 2018; Ertekin ve ark., 2018) bizim bulgularımız paralellik göstermektedir.

Farklı tuz konsantrasyonlarının bazı kinoa çeşitlerinde radikula uzunluğu değerlerine ilişkin sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre, çeşitlerin radikula uzunluğunun 11.8 - 15.2 mm arasında değişim gösterdiği ve en yüksek radikula uzunluğu Red Head çeşidinden elde edilirken, en düşük radikula uzunluğu ise French Vanilla çeşidinde bulunmuştur. Fakat, Cherry Vanilla, Titicaca, French Vanilla ve Mint Vanilla çeşitlerinin radikula uzunluğu değerleri istatistiki açıdan birbirinden farklıdır. Yılmaz ve Kısakürek (2018) kök uzunluğu fazla olan çeşidin tuz stresine dayanıklı olduğunu bildirmiş olup, Red Head çeşidinin diğer çeşitlere göre kök uzunluğunun yüksek olması sayesinde bu çeşidin tuz stresine daha dayanıklı olduğu söylenebilir.

Farklı tuz konsantrasyonlarında radikula uzunluğu değerleri 4.5 - 23.4 mm arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 5). En yüksek radikula uzunluğu kontrol uygulamasında elde edilirken, en kısa radikula uzunluğu ise 400 mM tuz konsantrasyonunda bulunmuştur. Tuz konsantrasyonları arttıkça radikula uzunluğunda kısalma olduğu tespit edilmiştir. Bitki türlerinin tuz yoğunluğuna

tepkilerinin birbirinden oldukça farklı olduğu, artan tuz yoğunluğuna bağlı olarak kök uzunluğunda azalma olduğu birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Tekin ve Bozcuk, 1998; Okçu ve ark., 2005; Kaya ve ark., 2006; Atış, 2011; Kuşvuran ve ark., 2014b; Ertekin ve ark., 2017; Demirkol ve ark., 2019).

Farklı kinoa çeşitlerine uygulanan tuz stresinin radikula uzunluğuna ait çeşit×tuz konsantrasyonu interaksyon verilerinden 4.2 - 26.9 mm arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. En yüksek radikula uzunluğu Red Head çeşidinde kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük radikula uzunluğu ise French Vanilla çeşidinde 400 mM uygulamasında bulunmuştur. Araştırmada

kullandığımız Titicaca çeşidine 100 mM tuz uygulamasındaki radikula uzunluğu değeri Red Head ve Mint Vanilla çeşitlerinden sonra üçüncü sıradadır. 200 mM tuz uygulamasında Red Head, Cherry Vanilla ve Mint Vanilla çeşitlerinden sonra dördüncü sıraya gerilemesi, 300 mM tuz uygulamasında en sonda olması ve 400 mM uygulamada tekrar üçüncü sıraya yükselmesi interaksyonun önemli olmasına neden olmaktadır. Çeşit×tuz konsantrasyonu interaksyonu bazı araştırmacılar (Tekin ve Bozcuk, 1998; Atış, 2011; Kuşvuran ve ark., 2014b; Hokmalipour, 2015; Önal-Aşçı ve Üney, 2016; Ertekin ve ark., 2017; Ertekin ve ark., 2018; Yılmaz ve Kısakürek, 2018) tarafından bildirilmiştir.

Çizelge 5. Bazı Kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının radikula uzunluğuna (mm) etkisi

Table 5. Effects of different salt concentrations on radicle length (mm) of some quinoa cultivars

	Kontrol	100 (mM)	200 (mM)	300 (mM)	400 mM)	Çeşitler
Red Head	26.9 a ⁺	24.0 ab	14.3 def	6.2 gh	4.6 h	15.2 A ⁺⁺
Cherry Vanilla	22.6 abc	15.9 de	11.5 efg	6.2 gh	5.1 h	12.2 B
Titicaca	24.5 ab	17.5 cd	9.1 fgh	5.9 gh	4.5 h	12.3 B
French Vanilla	24.4 ab	14.4 def	8.9 fgh	7.3 gh	4.2 h	11.8 B
Mint Vanilla	18.6 bcd	19.8 bcd	11.5 efg	6.3 gh	4.3 h	12.1 B
Tuz Konsant.	23.4 A ⁺⁺⁺	18.3 B	11.0 C	6.4 D	4.5 D	

⁺ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

⁺⁺ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

⁺⁺⁺ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %5 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Farklı kinoa çeşitlerine uygulanan tuz stresinin radikula uzunluğuna ait çeşit×tuz konsantrasyonu interaksyon verilerinden 4.2 - 26.9 mm arasında değişiklik gösterdiği saptanmıştır. En yüksek radikula uzunluğu Red Head çeşidinde kontrol uygulamasında elde edilirken, en düşük radikula uzunluğu ise French Vanilla çeşidinde 400 mM uygulamasında bulunmuştur. Araştırmada kullandığımız Titicaca çeşidine 100 mM tuz uygulamasındaki radikula uzunluğu değeri Red Head ve Mint Vanilla çeşitlerinden sonra üçüncü sıradadır. 200 mM tuz uygulamasında Red Head, Cherry Vanilla ve Mint Vanilla çeşitlerinden sonra dördüncü sıraya gerilemesi, 300 mM tuz uygulamasında en sonda olması ve 400 mM uygulamada tekrar üçüncü sıraya yükselmesi interaksyonun önemli olmasına neden olmaktadır. Çeşit×tuz konsantrasyonu interaksyonu bazı araştırmacılar (Tekin ve Bozcuk, 1998; Atış, 2011; Kuşvuran ve ark., 2014b; Hokmalipour, 2015; Önal-Aşçı ve Üney, 2016; Ertekin ve ark., 2017; Ertekin ve ark., 2018; Yılmaz ve Kısakürek, 2018) tarafından bildirilmiştir. Çizelge 6'da bazı kinoa çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonları altında plumula uzunluğu değerlerine ait veriler verilmiştir. Bu sonuçlara göre, çeşitlerin

plumula uzunluğu 18.4 - 19.3 mm arasında değişim göstermiştir. En yüksek plumula uzunluğu değeri Red Head ve French Vanilla çeşidinden elde edilirken, en düşük plumula uzunluğu ise Mint Vanilla çeşidinde bulunmuştur. Çeşitlerinin plumula uzunluğu değerlerinin istatistiki açıdan birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir. Tuz konsantrasyonlarının plumula uzunluğu üzerine etkisi incelendiğinde, plumula uzunluğu değerlerinin 3.5 - 33.0 mm arasında değişiklik gösterdiği görülmektedir (Çizelge 6). En yüksek plumula uzunluğu 100 mM tuz konsantrasyonu uygulamasında elde edilirken, en düşük plumula uzunluğu ise 400 mM tuz konsantrasyonu uygulamasında bulunmuştur. Tuz konsantrasyonları arttıkça plumula uzunluğu değeri 100 mM tuz konsantrasyonu seviyesine kadar artış göstermiş sonra düşüş göstermiştir. Benzer durum Yılmaz ve Kısakürek (2018) tarafından çok yıllık çim çeşitlerinde kontrole göre 50 mM tuz uygulamasında sap uzunluğunda artış olduğu bildirilmektedir. Ancak, daha farklı bitki tür ve çeşitlerde yapılan diğer bazı çalışmalarda artan tuz stresi uygulamasında sap uzunluğunun azaldığı (Gomez-Pando ve ark., 2010; Atış, 2011; Hariadi ve ark., 2011; Kuşvuran ve ark., 2015; Ertekin ve ark., 2017; Dumanoglu ve ark.,

2016; Demirkol ve ark., 2019) bildirilmiştir. Çeşit×tuz konsantrasyonu interaksiyonlarına ait plumula uzunlukları 3.4 - 34.2 mm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek plumula uzunluğu French Vanilla çeşidinde 100 mM tuz uygulamasında elde edilmiştir. En düşük plumula uzunluğu ise Red Head çeşidine 400 mM tuz uygulamasında elde edilmiştir. Çeşitlere artan tuz uygulaması plumula uzunluğu bakımından farklı sonuçlar alınmasına neden olduğu, Red Head çeşidi kontrol ve 200

mM tuz uygulamasında en uzun plumulaya sahip olurken 100 mM tuz uygulamasında üçüncü, 400 mM tuz uygulamasında sonuncu olması benzer sonuç diğer çeşitlerde de olması interaksiyonun önemli olmasına neden olmuştur. Değişen tuz dozu uygulamalarında çeşit×tuz dozu interaksiyonun önemli olduğu bazı araştırmacılar (Atış, 2011; Ertekin ve ark., 2018; Yılmaz ve Kısakürek, 2018) tarafında da bildirilmektedir.

Çizelge 6. Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının plumula uzunluğuna(mm) etkisi

Table 6. Effects of different salt concentrations on plumula length (mm) of some quinoa cultivars

	Kontrol	100 (mM)	200 (mM)	300 (mM)	400 mM)	Çeşitler
Red Head	29.8 abc ⁺	32.4 abc	22.8 de	8.3 fgh	3.4 h	19.3
Cherry Vanilla	27.2 cd	32.4 abc	20.5 e	9.3 fg	3.7 gh	18.6
Titicaca	28.2 bcd	32.3 abc	19.9 e	11.9 f	3.6 gh	19.2
French Vanilla	28.3 bcd	34.2 a	19.4 e	11.0 f	3.4 h	19.3
Mint Vanilla	23.0 de	33.5 ab	20.3 e	11.9 f	3.5 h	18.4
Tuz Konsantr.	27.3 B ⁺⁺⁺	33.0 A	20.6 C	10.5 D	3.5 E	

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Çizelge 7'de bazı kinoa çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki bitki yaş ağırlığı değerlerine ait sonuçları verilmiştir. Bu sonuçlara göre çeşitlerin bitki yaş ağırlığı değerleri 0.012 - 0.015 g arasında değişim göstermiştir. En yüksek bitki yaş ağırlığı Red Head ve Cherry Vanilla çeşidinden elde edilirken, en düşük bitki yaş ağırlığı ise French Vanilla ve Mint Vanilla çeşidinde bulunmuştur. Fakat Cherry Vanilla ve Red Head çeşitleri

istatistiksel olarak birbirinden farklı olup Titicaca, French Vanilla ve Mint Vanilla çeşitleri de bitki yaş ağırlığı değerleri olarak istatistiki açıdan birbirinden farklıdır. Farklı tür ve çeşitlere uygulanan tuz stresinde çeşitlerin farklı tepki gösterdiğini bazı araştırmacılar (Atış, 2011; Ertekin ve ark., 2017; Yılmaz ve Kısakürek, 2018) tarafında da bildirilmiştir.

Çizelge 7. Bazı kinoa çeşitlerinde farklı tuz konsantrasyonlarının bitki yaş ağırlığına (mg bitki⁻¹) etkisi

Table 7. Effects of different salt concentrations on fresh seedling weight (mg plant⁻¹) of some quinoa cultivars

Çeşitler	Kontrol	100 (mM)	200 (mM)	300 (mM)	400 mM)	Çeşitler
RedHead	0.015 a-f ⁺	0.017 a-d	0.017 ab	0.017 a-e	0.008 ij	0.015 A ⁺⁺
CherryVanilla	0.013 b-h	0.019 a	0.017 abc	0.015 a-f	0.009 hij	0.015 A
Titicaca	0.012 c-h	0.015 a-f	0.014 b-g	0.015 a-f	0.007 ij	0.013 B
French Vanilla	0.012 fgh	0.015 a-f	0.014 b-h	0.013 d-h	0.006 j	0.012 B
MintVanilla	0.011 ghi	0.015 a-f	0.015 a-f	0.013 e-h	0.007 ij	0.012 B
Tuz Konsant.	0.013 C ⁺⁺⁺	0.016 A	0.015 AB	0.014 B	0.008 D	

+ Aynı sütun ve satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

++ Aynı sütun içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

+++ Aynı satır içerisinde benzer harfle gösterilen sayılar Tukey testine göre %1 hata sınırları içerisinde birbirinden farklıdır.

Tuz konsantrasyonlarının bitki yaş ağırlığı üzerine etkisini incelediğimiz zaman, bitki yaş ağırlığı değerleri 0,008 - 0,016 g arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek bitki yaş ağırlığı 100 mM tuz konsantrasyonu seviyesinde elde

edilirken, en düşük bitki yaş ağırlığı ise 400 mM tuz konsantrasyonu seviyesinde bulunmuştur. Tuz konsantrasyonları arttıkça 100 mM tuz konsantrasyonu seviyesine kadar bitki yaş ağırlığı değerleri artmış 100

mM tuz konsantrasyonu seviyesinden sonra düşüş göstermiştir ancak 100 mM, 200 mM ve 300 mM konsantrasyonundaki bitki yaş ağırlığı değerleri kontrol değerlerinden yüksek bulunmuştur. Hariadi ve ark. (2011) kinoada yapmış oldukları farklı tuz seviyelerinde araştırmasında, bitki yaş ağırlığının kontrole göre 100 mM, 200 mM ve 300 mM uygulamalarında artış olduğunu ve 400 mM ve 500 mM tuz uygulamasında bitki yaş ağırlığında azalma olduğunu bildiren araştırmacını bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Benzer durum, Atış (2011)'in sorgumda yapmış olduğu tuz çalışmasında 50 mM tuz uygulamasında kontrole göre sap ve kök kuru ağırlığında artış olduğu ancak tuz konsantrasyonu arttıkça kök ve sap ağırlığında azalma olduğunu bildirmiştir. Bitki yaş ağırlığı bakımından çeşit×tuz konsantrasyonu interaksyonuna ait bulguların 0,006 - 0,019 g arasında değiştiği Çizelge 7'de verilmiştir. En yüksek bitki yaş ağırlığı Cherry Vanilla çeşidinde 100 mM tuz uygulamasında, en düşük bitki yaş ağırlığı ise French Vanilla çeşidine 400 mM tuz uygulamasında bulunmuştur. 100 mM tuz uygulamasında en yüksek değer Cherry Vanilla çeşidinde, 200 mM tuz uygulamasında Red Head ve Cherry Vanilla çeşitlerinde olduğu, 300 mM tuz uygulamasında Red Head çeşidinde bulunmuştur. Ancak, Cherry Vanilla ve Titicaca çeşitlerinin bitki yaş ağırlığı eşit olduğu saptanmıştır. Çeşitlerin tuz konsantrasyonuna bitki yaş ağırlık bakımından farklı tepki göstermesi interaksyonun önemli olmasına neden olmuştur. Bu sonuçlara göre, Red Head ve Cherry Vanilla çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonuna karşı diğer çeşitlerden daha dayanıklı olduğu belirtebiliriz.

Sonuç olarak, bazı yabancı orjinli kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülen bu araştırmada, çeşit×tuz dozu interaksyonunun çimlenme oranı, çimlenme indeksi, çimlenme süresi, radikula uzunluğu, plumula uzunluğu ve bitki yaş ağırlığı bakımında çok önemli olduğu belirlenmiştir. Uygulanan en yüksek tuz stres düzeylerinde çeşitlere göre değişim (% 25 - 57) gösteren çimlenmenin olduğu bu uygulamada kullanılan tuz yoğunluğu (400 mM) deniz suyuna yakın tuzluluk içermektedir. Kinoa çeşitlerinin tuz stresine toleranslarının farklı olduğu, gözlem yapmış olduğumuz kriterler açısından Red Head çeşidinin tuza toleransının daha yüksek olduğunu belirtebiliriz. Kinoa'nın ülkemizde tuzluluk problemi olan topraklarda dahi tarımı yapılabilecek bir bitki olduğu tespit edilmiştir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma ülkemizde tuzluluk problemi olan tarım alanları için tuzlu koşullara adapte olabilecek uygun kinoa çeşitlerin belirlenmesi amacı ile 2019 yılında Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında yürütülmüş olup, çalışmada materyal olarak yabancı orjinli 5 adet kinoa çeşidinin tohumu kullanılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Araştırma tuz stresine karşı toleransı belirlemek amacıyla her bir petri kabına 50 adet tohum yerleştirilerek yapılmıştır. Deneme, 4 tekrerrür olarak tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzende 0, 100, 200, 300 ve 400 mM NaCl konsantrasyonları kullanılarak çimlenme kabinde yürütülmüştür. Araştırmada farklı tuz konsantrasyon seviyelerinde tohumların çimlenme oranları, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, radikula uzunluğu, plumula uzunluğu ve yaş bitki ağırlığı değerleri incelenmiştir. Araştırmada kullandığımız çeşitler, tuz stresine bağlı olarak farklı tepki göstermiştir. Tuz yoğunluğu arttıkça, çimlenme oranı, çimlenme indeksi radikula uzunluğu, plumula uzunluğu ve yaş bitki ağırlığı azalırken, ortalama çimlenme süresi uzamıştır.

Genel Yorum: Araştırma neticesinde 400 mM gibi yüksek bir tuz konsantrasyonu seviyesinde bile çimlenebilen ve gelişebilen kinoa çeşitleri olduğu ve kinoanın ülkemizde tuzluluk problemi olan topraklarda tarımı yapılabilecek bir bitki olduğu söylenebilir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Her geçen yıl ülkemizde tuzluluk problemi olan tarım alanları artmakta olup, tuzluluğa dayanıklı olan kinoa çeşitlerinin farklı tuz yoğunluklarında çimlenme ve gelişme üzerine etkisini belirleyerek bu alanların değerlendirilmesinde kullanılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Tuzluluk, çimlenme oranı, çimlenme indeksi, kinoa.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Hüseyin BEYAZÇİÇEK'in yüksek lisans tezinden üretilmiştir. Tez çalışmasının yürütülmesi aşamasında Arş. Gör. İbrahim ERTEKİN'in katkılarına teşekkür ederiz

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akçay E, Tan, M (2018) Farklı tuz konsantrasyonlarında kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın çimlenme özelliklerinin belirlenmesi. Alinteri, J. of Agri. Sci. 33(1): 85-91.
- Alvarez-Jubete L, Arendt EK, Gallagher E (2010) Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. Trends Food Science Technology, 21: 106-113.
- Apse M P, Blumwald E (2002) Engineering salt tolerance in plants. Cur. Opin. in Biotech. 13: 146-150.
- Atak M, Mavi K (2016). Bazı serin iklim tahıllarının ilk gelişme döneminde tuz stresine tepkilerinin belirlenmesi. MKÜ Zir. Fak. Der. 21(2): 121-129.
- Atış İ (2011) Bazı silajlık sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) çeşitlerinin çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine tuz stresinin etkileri. SDÜ Zir. Fak. Der. 6 (2): 58-67.
- Bazile D, Baudron F (2015) The Dynamics of the global expansion of quinoa growing in view of its high biodiversity," In: sState of the art report on quinoa around the world in 2013., (Eds. Bazile D, Bertero D, Nieto C),D. Bazile, HD, Bertero, And C. Nieto (Roma: FAO & CIRAD, Roma.), pp 42–55.
- Bressan RA (2008) "Stres Fizyolojisi 591-620". Bitki Fizyolojisi (Eds. L. Taiz & E. Zeiger; Çeviri E d. İ. Türkan). Palme Yayıncılık, Ankara, 690 s.
- Demirkol G, Yılmaz N, Önal-Aşçı Ö (2019) Tuz stresinin yem bezelyesi (*Pisum sativum* ssp. *arvense* L.) seçilmiş genotipinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine etkileri. KSÜ Tar. ve Doğa Der. 22(3): 354-359.
- Doğan H, Karwe MV (2003) Physicochemical properties of quinoa extrudates. Food Sci. and Tech.no. Int. 9(2): 101-114.
- Dumanoğlu Z, Işık D, Geren H (2016) Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da farklı tuz (NaCl) yoğunluklarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi. Ege Üniv. Zir.aat Fak. Derg. 53(2): 153-159.
- Ellis RH, Roberts EH (1980) Towards a rational basis for seed testing seed quality. In: Seed Production. (Ed.P. Hebblethwaitei P Editör). In: Seed Production. Butterworths, London,. pp.605-635.
- Ertekin İ, Yılmaz S, Atak M, Can E, Çeliktas N (2017) Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkisi. MKÜ Zir. Fak. Derg. 22(2): 10-18.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can C (2018) Effects of different salt concentrations on the germination properties of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) cultivars. Türk Tar. ve Doğ. Bilim. Derg. 5(2): 175-179.
- Gomez-Pando LR, Alvarez-Castro R, De la Barra E (2010) Effect of salt stress on Peruvian germplasm of *Chenopodium quinoa* Willd: A promising crop. J. Agron. Crop Sci. 196: 391-396.
- Hariadi Y, Marandon K, Tian Y, Jacobsen SE, Shabala S (2011) Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plant grown at various salinity levels. J Exper. Bot. 62(1): 185–193.
- Hokmalipour S (2015) Effect of salinity and temperature on seed germination and seed vigor index of chicory (*Chichorium tynus* L.), cumin (*Cuminum cyminium* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare*). Ind. J Sci. and Tec. 8(35): 2-9.
- Jacobsen, SE (2011) The situation for quinoa and its production in southern Bolivia: from economic success to environmental disaster. J Agr. and Crop Sci. 197: 390–399.
- Jancurová M, Mínarovičová L, Dandár A (2009) Quinoa – a review, Czech J. Food Sci. 27(2): 71–79.
- Kakabouki I, Bilalis D, Karkanis A, Zervas G, Tsiplakou E, Hela D (2014) Effects of fertilization and tillage system on growth and crude protein content of quinoa (*Chenopodium qQuinoa* Willd.): an alternative forage crop, Emir. J. Food Agric. 26(1): 18-24.
- Kaya MD, Okçu G, Atak M, Çıkılı Y, Kolsarıcı Ö (2006) Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L). Europ. J. Agron. 24: 291-295.
- Koyro, HW, Eisa, SS (2008). Effect of sSalinity on cComposition, vViability and gGermination of sSeeds of *Chenopodium quinoa* Willd. Plant and Soil 302, 79–90.
- Koziol M (1992) Chemical composition and nutritional evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). J.ournal of Food Composition and Analysis. 5, 35-68.
- Kuşçu H, Çayğaracı A, Ndayizeye JD (2018) Tuz stresinin bazı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşitlerinin çimlenme özellikleri üzerine etkisi. U. Ü. Zir. Fak. Derg. 32(1): 89-99.
- Kuşvuran A, Nazlı RI, Kuşvuran S (2014a) Determination of salinity effects on seed germination in different red fescue (*Festuca rubra* L.) varieties, Tar. Bil. Ar. Derg. 7(1): 22-27.
- Kuşvuran A, Nazlı RI, Kuşvuran S (2014b) Salinity effects on seed germination in different tall fescue (*Festuca arundinaceae* Schreb.) varieties. Tar. Bil. Ar. Derg. 7(2): 8-12.
- Kuşvuran A, Nazlı RI, Kuşvuran S (2015) The effects of salinity on seed germination in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) varieties. Türk Tar. ve Doğ. Bil. Derg. 2(1): 78–84.

- Moncada GW, González-Martín MI, Escuredo O, Fischer S, Míguez M (2013). Multivariate calibration by near infrared spectroscopy for the determination of the vitamin e and the antioxidant properties of quinoa. *Talanta*, 116: 65-70.
- Munns R, Tester M (2008) Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.* 59: 651-81. Doi: 10.1146/Annurev.Arplant.59.032607.092911.
- Okçu G, Kaya, MD, Atak M (2005) Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). *Turk. J Agri. and Forestry.* 29: 237-24.
- Önal-Aşçı Ö, Üney H (2016) Farklı tuz yoğunluklarının macar fiğinde (*Vicia pannonica* Crantz) çimlenme ve bitki gelişimine etkisi. *Akademik Zir. Der.* 5(1): 29-34 .
- Panta S, Flowers T, Lane P, Doyle R, Haros G, Shabala S (2014) Halophyte agriculture success stories. *Environ. Exp. Bot.* 107: 71–83.
- Park HS, Morita N (2004) Changes of bound lipids and composition of fatty acids in germination of quinoa seeds. *Food Sci. and Tech. Res.* 10(3): 303-306.
- Ranhotra GS, Gelroth JA, Glaser BK, Lorenz KJ, Johnson D (1993) Composition and protein nutritional quality of quinoa. *Cereal Chem.* 70: 303-305.
- Ruales J, Nair BM (1992) Nutritional quality of the protein in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. *Plant Foods For Hum. Nutri.* 42(1): 1-11.
- Shabala S, Mackay A (2011) Ion transport in halophytes. *Advan. in Bot. Res.* 57: 151-199.
- Tan M, Temel S (2012) Alternatif yem bitkileri. *Atatürk Üni.v. Zir. Fak. Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı* 238.
- Tan M, Temel S (2019) Her yönüyle Kinoa önemi, kullanılması ve yetiştiriciliği. İKSAD Publishing House, Ankara, Turkey. s. 182. ISBN: 978-605-7875-88-4.
- Tekin F, Bozcuk S (1998) *Helianthus annuus* L. var. santafe (Ayçiçeği) tohumlarının çimlenmesi ve erken büyüme üzerine tuz ve dışsal putresinin etkileri. *Turk. J. Biol.* 22: 331-340.
- Thompson T, Dennis M, Higgins LA, Lee AR, Sharrett MK (2005) Gluten free diet survey are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of fibre, iron, calcium and grain foods. *J. Hum. Nutr. Diet.* 18: 163-169.
- Valencia-Chamorro SA (2003) Quinoa. In: *Encyclopedia of Food Science and Nutrition.* (Ed. Caballero B). *Encyclopedia of Food Science and Nutrition.* Vol. 8. Academic Press, Amsterdam: 4895–4902.
- Van Schooten HA, Pinxterhuis JB (2003) Quinoa as an alternative forage crop in organic dairy farming. *Optimal forage systems for animal production and the environment. Proceedings of the 12th Symposium of the European Grassland Federation, 26-28 May, Pleven, Bulgaria, pp.445-448.*
- Vega-Galvez A, Miranda M, Vergara J, Uribe E, Puente L, Martinez EA (2010) Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *J. Sci. Food Agri.* 90(15): 2541-2547.
- Wang YR, Yu L, Nan ZB, Liu YL (2004) Vigor tests used to rank seed Lot quality and predict field emergence in four forage species. *Crop Sci.* 44(2): 535-541.
- Yılmaz M, Kısakürek Ş (2018) Bazı çok yıllık çim (*Lolium perenne* L.) çeşitlerinde tuz stresinin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *MKÜ Zir. Fak. Derg.* 23(2): 204-217.



RapidEye ve PlanetScope uydu bantları ile pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin belirlenmesi

Determination of nitrogen content of cotton plant leaves from RapidEye and PlanetScope satellite data

Serkan KILIÇASLAN¹, Remzi EKİNCİ¹, Sema BAŞBAĞ¹

¹Dicle University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Diyarbakir, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.654258](https://doi.org/10.37908/mkutbd.654258)

Geliş tarihi /Received:02.12.2019

Kabul tarihi/Accepted:30.04.2020

Keywords:

Cotton, nitrogen, satellite images, remote sensing, RapidEye, PlanetScope.

✉ Corresponding author: Remzi EKİNCİ

✉: remzi.ekinci@dicle.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study was to determine the changes in nitrogen contents of cotton plant leaves by using satellite images, to estimate nitrogen status in the plant leaves with the help of satellite images, and to determine nitrogen fertilizer requirements in large cotton production areas by using satellite images in the future to make nitrogen application recommendations.

Methods and Results: The experiment was carried out in randomized plot design with three replications in six different locations under Mardin province ecological conditions in Turkey. Data from four bands of PlanetScope and five bands of RapidEye satellites were used in the study. The correlation between leaf nitrogen content and reflectance of satellite bands was determined and regression (leaf nitrogen content-reflectance) and reverse regression (reflectance-leaf nitrogen content) analyses were performed. Significant correlation were found between leaf nitrogen content and RE_Blue ($r=-0.58^{**}$), RE_Green ($r=-0.46^{**}$), RE_Red ($r=-0.67^{**}$), PS_Blue ($r=-0.54^{**}$), PS_Green ($r=-0.43^{**}$), PS_Red ($r=-0.42^{**}$).

Conclusions: It is recommended to use RE_Blue, RE_Green, RE_Red, PS_Blue, PS_Green, PS_Red satellite bands for the estimation of cotton leaf nitrogen content.

Significance and Impact of the Study: This study is of great importance in order to determine the need for nitrogen fertilizer usage in large cotton production areas. The study is important in terms of widespread impact and rapid results in large cotton production areas, especially considering the growing cotton cultivation areas in the GAP (South East Anatolia Project) region for optimum nitrogen fertilization in cotton production.

Atıf / Citation: Kılıçaslan S, Ekinci R, Başbağ S (2020) RapidEye ve PlanetScope uydu bantları ile pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 169-180. DOI: 10.37908/mkutbd.654258

GİRİŞ

Pamuk; tekstil, yağ, yem ve kimya sanayi sektörleri başta olmak üzere birçok sanayi sektörünün hammaddesini oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun artışı ile tüm sektörlerde olan talep hızla artarken, pamuk üretim miktarlarında yeterli düzeyde artış sağlanamamaktadır. Pamuk, dünyada 85 kadar ülkede yetiştirilmesine (Başbağ ve ark., 2011) rağmen, 2019/2020 dönemi Eylül-

Ekim ayları itibari ile sırasıyla Hindistan (%24.4), Çin (%22.2), ABD (%17.4), Brezilya (%9.3), Pakistan (%6.1), Türkiye (%3.3) ve Özbekistan (%2.4) en fazla üretim yapılan ülkeler olmuştur (USDA, 2019). Hindistan, Çin ve ABD, dünya toplam pamuk üretiminin % 64.08'ini karşılamaktadır. 2018/2019 yılı verilerine göre Türkiye pamuk üretimi yönünden altıncı sırada (806 1000MT), yurt içi tüketimi yönünden altıncı sırada (1481 1000MT), ithalat yönünden beşinci sırada (762 1000MT), stok

yönünden ise yedinci sırada (369 1000MT) bulunmaktadır. Verim değerlerine göre Çin, Brezilya ve Meksika'dan sonra dördüncü sırada (1549 kg/ha); ekim alanı yönünden ise on birinci sırada (0.52 milyon.ha) yer almaktadır (Aytaç ve ark., 2020). Bu durum, yıllara göre pamuk ve pamuk üretimine olan talebi daha da artırmaktadır. Türkiye'de pamuk; geniş kullanım alanı, oluşturduğu istihdam ve katma değer ile ülke ekonomisine büyük faydalar sağlayan önemli ve stratejik bir üründür.

Tüm bitkiler için önemli bir besin kaynağı olan azot (N), pamuk bitkisinin büyüme ve gelişiminde diğer makro ve mikro bitki besin elementlerine göre daha etkili olan, birçok farklı yollardan sağlanan, bitkilerde meydana gelen fizyolojik olaylarda görev alan, nitrat (NO_3^-) ve amonyum (NH_4^+) iyon formlarında alınan hayati öneme sahip mobil bir bitki besin maddesidir (Kaçar, 2009) Bitkisel üretimde azota duyulan gereksinim ve kayıplar oldukça fazla ve aynı zamanda hızlı olduğundan eksikliği çok yaygındır. Vejetatif gelişme döneminde bitkide bulunma oranı/miktarı ve ihtiyaç oldukça yüksektir. Bitkilerin tür, çeşit, yaş, verim potansiyeli, kök, gövde ve yaprak yapılarına göre bitkideki miktarı ve ihtiyacı değişim göstermektedir (Kaçar ve Katkat, 2011).

Azotun (N) gerekli olan miktardan daha az alımı durumunda, bitki, vejetatif ve generatif olarak yeterli düzeyde büyüme ve gelişme sağlayamamakta; fazla kullanılması durumunda ise insan sağlığına ve çevre kirliliğine olumsuz yönde etki etmektedir (Sutton ve ark., 2011) Bioçeşitliliğin azalması, sularda nitrat oranında artış, asidifikasyon, azot-oksit emisyonu sonucunda küresel ısınma ve stratosferik ozon tabakasının incelenmesi, ekolojik faktörlerin değişimi, ve iklim değişimi insanoğlunun yaşamı ve sağlığını olumsuz etkilemektedir.

Yapılan araştırmalarda pamuk yetiştiriciliğinde azotlu gübreleme çalışmalarında yüksek pamuk kütlü veriminin 15-20 kg/da dozunda alındığı (Rochester, 2007; Bibi ve ark., 2011; Hakoomat ve Raheel, 2011; Seilsepour ve Rashidi, 2011; Hernández-Cruz ve ark., 2015) azot dozundaki artışla koza sayısı ve koza ağırlığının arttığı böylece pamuk veriminde artışa neden olduğu (Hakoomat ve Raheel, 2011) ve en iyi lif kalite parametreleri için 24 kg/da dozun ideal uygulama dozu olduğu (Zhao ve ark., 2012) saptanmıştır. Ancak çok büyük alanlarda bitkinin gübre ihtiyacının belirlenmesi büyük zorluklar içermekte, maliyetli olmasının yanında zaman almakta ayrıca bitkiye de belirli oranda zarar vermektedir. Bu amaçla bitkinin azot ihtiyaç durumunun optik sensorlar yardımıyla belirlenmesi günümüz teknoloji kullanımı yönünden büyük önem taşımaktadır (Cassman ve ark., 2002; Raun ve ark., 2002; Mullen ve

ark., 2003; Chartuni ve ark., 2007; Bagheri ve ark., 2013; Yousefi ve Razdari, 2014; Esetlili ve ark., 2015)

Tarımsal üretimde gübre kayıplarının azaltılması için uygulanacak gübre dozlarının bitki ihtiyacına göre belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla bitki ihtiyacının belirlenmesi için toprak veya yaprak analizi en fazla uygulanan yöntemlerdendir. Bitkinin azot başta olmak üzere diğer birçok bitki besin maddelerinin anlık durumları ve gereksinim miktarlarının saptanmasına yönelik yeni teknolojilerin kullanımı ve yeni hesap yöntemlerinin geliştirilerek doğru tahmin edilmesi tarımsal üretim ve çevreye daha duyarlı üretim için önemlidir.

Hassas tarım; ürün ekilişinden hasadına kadar geçen sürede, konumsal ve zamansal açıdan farklılık gösteren gereksinimlere, bu konum ve zaman kriterleri dikkate alınarak yapılması gereken müdahaleyi bir bilgi ve kontrol sistemi kullanarak yapan sistemdir (Türker ve ark., 2015; Keskin ve ark., 2018). Hassas tarımda, kaynak/kullanım dengesi ve üretimde sürdürülebilirlik gözetilerek üründen elde edilecek geliri maksimize etmek amaçlanmaktadır. Bu amaçlarla hassas tarımda Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama yöntemleri kullanılmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemi; konumsal bilgileri toplama, saklama, analiz etme ve benzeri işlemleri yapabilme yeteneğine sahip bilgi sistemi (Yousefi ve Razdari, 2014; Çabuk ve ark., 2019), Uzaktan Algılama ise; yeryüzündeki herhangi bir cisimden yayılan ya da yansıyan ışınımın özellikleri hakkında arada herhangi bir fiziksel temas olmaksızın çeşitli algılayıcılar vasıtası ile bilgi toplanması yöntemi olarak tanımlanabilir (Sunar ve ark., 2018).

Uzaktan algılama, bitkinin yeşil aksamında oluşan fizyomorfolojik özelliklerin değişiminin ortaya konulması ve geniş alanlarda anlık tahmin etmede hataların azaltılması yönünden önemli veriler ortaya koyabilmektedir (Mutanga ve ark., 2004). Nesnelere doğrudan dokunmadan uzaktan yapılabilecek ölçümler ile nesnelere hakkında bilgi edinmeye olanak sağlayan uzaktan algılama sistemleri yakın zaman içerisinde başta tarım olmak üzere birçok alanda başarılı şekilde kullanılmaktadır (Wright ve ark., 2005). Bitki besin maddelerinin eksikliğinde oluşan renk ve yansıma farklılıkları doğrudan bitkilerin spektral yansıma değerlerine etkide bulunmaktadır (Carter ve Knapp, 2001). Bu yöntemler geniş alanlarda veri üretirken bitkiye ve çevreye zararlı etkileri bulunmamaktadır.

Bu çalışma, pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin belirlenmesinde RapidEye (RE) ve PlanetScope (PS) uydu görüntülerinin kullanılabilirliğini araştırmak, uydu verileri ile yaprak azot içeriğini tahmin etmede uzaktan algılama yönteminin kullanılabilirliğini test etmek,

pamuk bitkisinde azot ihtiyacı belirleme ve azotlu gübre miktarı tavsiyesinde uzaktan algılama yönteminin uygulanabilirliğini belirlemek amacı ile yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Yerinin Özellikleri

Mardin ekolojik koşullarında yürütülen bu çalışmada, *Gossypium hirsutum* L. türüne ait ST-468 pamuk çeşidi bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Çalışma Mardin ili Artuklu ilçesi Küçükköyü (Küçükköy-1, Küçükköy-2) ve Kızıltepe ilçesi Tanrıverdi köyü (Tanrıverdi-1, Tanrıverdi-2, Tanrıverdi-3, Tanrıverdi-4) sınırlarında olmak üzere toplam 6 lokasyonda yürütülmüştür.

Çalışma, tesadüf parselleri deneme deseninde her lokasyonda 3 tekerrürlü olmak üzere 30 parselde yürütülmüştür. Her parsel 50 m uzunluk ve 17.5 m genişliğinde olacak şekilde yapılandırılmıştır. Deneme yerinin, siltli killi toprak yapısına, tuz oranı bakımından normal değerlere, pH ve kireç oranı bakımından çok yüksek seviyeye, fosfor ve çinko bakımından yetersiz duruma ve potasyum ve demir içeriği bakımından yeterli bir seviyeye sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Çalışma yerinde karasal iklim hâkim olup, yazları çok sıcak ve kurak, kışları ise ılıman olup, yıllık yağış

ortalaması 350 mm'dir. Bölgede genellikle kuraklıklar yaşanmaktadır. Kızıltepe ve Artuklu ilçelerinde nemlilik düzeyi oldukça düşüktür. Tüm lokasyonlarda ön bitki olarak ana ürün buğday ve ikinci ürün olarak danelik mısır ekilmiştir. Mısır bitkisine 35 kg/da 20.20.0 (NPK) kompoze ve 50 kg/da % 33 amonyum nitrat gübresi uygulanmıştır. Pamuk ekimi 26 Nisan 2018 tarihinde makine ile dekara 2.5 kg/da tohum kullanılarak yapılmıştır. Tüm parsellere ekim ile beraber 20.20.0 (NPK) kompoze gübre 45 kg/da olarak uygulanmıştır. Uygulama parsellerinde toprak ve yaprak azot oranı değişkenliği oluşturmak için 25 Haziran 2018 tarihinde (ekimden 60 gün sonra) Üre (%46 N) formunda 0, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 ve 50 kg/da dozlarında gübreleme uygulanmıştır. Uydu görüntüleri çekim tarihi (25.07.2018) (ekimden 90 gün sonra) ile aynı günde her parselden rastgele 25 adet yaprak örneği alınmıştır. Örneklemede en üst beşinci boğumda (normal büyüklüğe ulaşmış, gelişmesini tamamlamış genç yaprak) bulunan yapraklar kopararak alınmış, delikli naylon torbalara konularak parsel bilgisi ile etiketlenmiştir.

Denemenin yürütüldüğü lokasyonlara ait ekim öncesi alınan toprak örneklerinin analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Denemenin yürütüldüğü parsellere ait toprak analiz sonuçları

Table 1. Soil analysis results of the experiment area

Lokasyonlar	pH	Tuz (%)	Kireç (%)	Tekstür	Organik Madde (%)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	K ₂ O (mg kg ⁻¹)
Tanrıverdi-1 (37°4'47.43''K - 40°35'18.63''D)	7.9	4.2	9.1	Siltli-Killi	1.9	9.4	131
Tanrıverdi-2 (37°4'39.51''K - 40°35'13.53''D)	8.1	4.7	8.6	Siltli-Killi	2.2	10.0	136
Tanrıverdi-3 (37°5'1.12''K - 40°35'13.28''D)	8.2	5.3	9.0	Siltli-Killi-Tın	2.3	8.8	158
Tanrıverdi-4 (37°5'9.96''K - 40°35'6.46''D)	8.2	5.0	8.7	Siltli-Killi-Tın	2.5	9.2	166
Küçükköy-1 (37°7'59.89''K-40°51'24.21''D)	8.6	5.6	8.9	Siltli-Killi	2.2	11.1	175
Küçükköy-2 (37°8'18.15''K-40°51'22.35''D)	8.5	5.1	8.9	Siltli-Killi	2.4	10.6	183

Yaprak azot içeriği analizi

Çalışmada, alınan yaprak örnekleri etüvde 70°C'de 48 saat kurutulduktan sonra yaprak azot içeriği (YAI) (%) FOSS marka XDS model NIR cihazı ile (FOSS, Eden Prairie, Kuzey Amerika) AOAC 992–23 yöntemine göre belirlenmiştir (Anonim, 1990). Yaprak azot içeriğinin %3.50-%5.02 arasında değiştiği belirlenmiş ve bu veriler 20 adet sınıf (Çizelge 2) oluşturularak irdelenmiştir. Sınıf aralığı %0.075 alınmıştır.

Uzaktan algılama uydu verileri

Çalışmada veriler ve elde edilen RapidEye ve PlanetScope uydularına ilişkin teknik özellikler Çizelge 3'te verilmiştir. Bu uydular yüksek çözünürlük (5 m ve altı) sınıfına girmeleri, bu sınıftaki uydulara göre maliyet açısından daha uygun olmaları ve istenilen zaman aralığında çekim yapabilmeleri kabiliyetlerinin yüksek olması nedeniyle seçilmiştir.

Çizelge 2. Yaprak Azot içeriği sınıf değerleri

Table 2. Leaf nitrogen content values

Azot Skala Sınıfı	Yaprak Azot Değeri (%)		Azot Skala Sınıfı	Yaprak Azot Değeri (%)	
	Alt Sınır Değeri	Üst Sınır Değeri		Alt Sınır Değeri	Üst Sınır Değeri
1	3.500	3.575	11	4.260	4.335
2	3.576	3.651	12	4.336	4.411
3	3.652	3.727	13	4.412	4.487
4	3.728	3.803	14	4.488	4.563
5	3.804	3.879	15	4.564	4.639
6	3.880	3.955	16	4.640	4.715
7	3.956	4.031	17	4.716	4.791
8	4.032	4.107	18	4.792	4.867
9	4.108	4.183	19	4.868	4.943
10	4.184	4.259	20	4.944	5.019

Çizelge 3. RapidEye ve PlanetScope Uydularına İlişkin Teknik Özellikler (Anonim 2019)

Table 3. Technical specifications of RapidEye and PlanetScope Satellite

Özellikler	RapidEye (RE)	PlanetScope (PS)
Uydu Sayısı	5	-
Yörünge Yüksekliği	630 km. Sun-synchronous	475 km.
Ekvator Geçiş Zamanı	11:00 am (tahmini)	9:30-11:30 am
Spektral Bantlar (nm)	Blue	440- 510
	Green	520- 590
	Red	630- 685
	NIR	760- 850
	Red Edge	690- 730
Yersel Örnekleme mesafesi (nadir)	6.5 m	3.7 m
Piksel Boyutu (ortorektifiye edilmiş)	5 m	3.7 m
Çerçeve Genişliği	77 km	24.6 km x 16.4 km
Yeniden geçiş zamanı	5.5 gün (Nadir), Her gün (Off-nadir)	Her gün (nadir)
Dinamik Aralığı	12 bit	12 bit

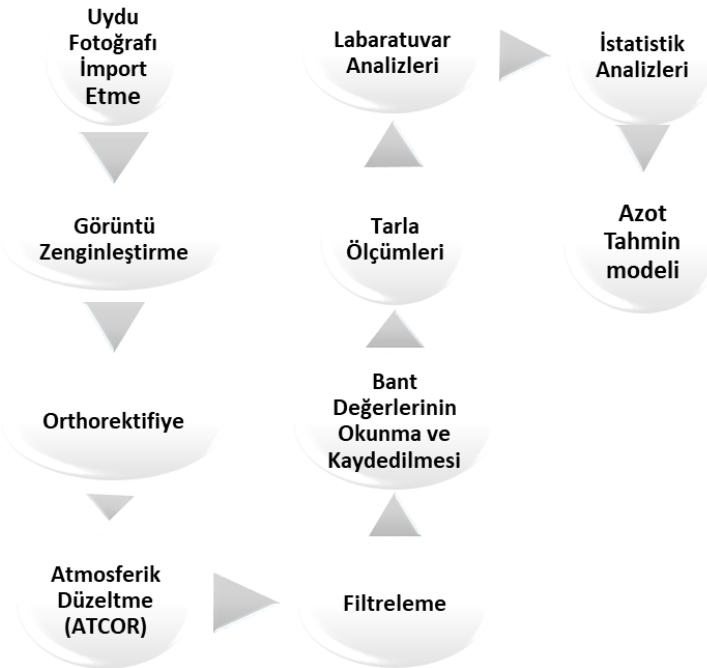
Uydu Görüntüleri İşleme Protokolü

25 Temmuz 2018 tarihli RapidEye (RE) ve PlanetScope (PS) uydu görüntüleri Nik İnşaat Tic. Ltd. Şti. isimli firmadan (Mecidiyeköy, İstanbul) temin edilmiştir. Görüntüler orthorektifiyeli olarak temin edildiğinden herhangi bir geometrik düzeltme işlemi uygulanmamıştır. Uydu görüntülerine yapılan işlemlere ilişkin iş akış protokolü Şekil 1’de verilmiştir. Fotoğraflara TNT Mips (Microlimages, Inc., Nebraska, ABD) yazılımı ile kontrast düzeltme işlemi yapılmış, ardından bulut, nem, sis gibi harici etkileri ortadan kaldırmak amacıyla PCI Geomatica (PCI Geomatics, Markham, Kanada) programı ile atmosferik düzeltme işlemi uygulanmıştır. Görüntülerin hücre piksel değerleri Smoothing (low-passing) filtre (3x3) ile filtrelenerek elde edilen değerler

Microsoft Excel-2013 (Microsoft, Washington, ABD) formatında deneme parsel numaraları ve uydu bant sırasına göre kaydedilmiştir.

İstatistik analiz

Çalışma kapsamında incelenen yaprak azot içeriği ile uydu verileri arasındaki ilişkilerin (basit korelasyon katsayıları) korelasyon analizi yapılarak, istatistiki olarak yaprak azot içeriği-yansıma arası ikili ilişki (korelasyon) analizleri önemli olduğu saptanan bantlar için regresyon (yaprak azot içeriği-yansıma) ve ters regresyon (yansıma-yaprak azot içeriği) analizleri yapılmıştır. İstatistiki analizler, JMP 5.0.1 paket programı (Copyright © 1989-2002 SAS Institute Inc.) yardımı ile yapılmıştır.



Şekil 1. Uydu görüntüleri işleme iş akış protokolü
Figure 1. Satellite image processing flowchart protocol

BULGULAR ve TARTIŞMA

Pamuk yaprak azot içeriği (%) ve incelenen uydu bantları

yansıma değerleri arasındaki ikili ilişkiler (korelasyon katsayıları), regresyon ve ters regresyon analiz sonuçları Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Yapraktaki azot içeriği (%) ve incelenen uydu bantları arasındaki ikili ilişkiler (korelasyon katsayıları), regresyon ve ters regresyon analiz sonuçları

Table 4. Binary relationships (correlation coefficients) between the nitrogen content in the leaf (%) and satellite bands, regression and inverse regression analysis results

Bant	r	Regresyon	Ters Regresyon	R ²	RMSE
RE_Blue	-0.58 **	$y=67.08*N^2-632.67*N+1950.13$	$N=-0.00003*RE_Blue^2+0.02440*RE_Blue-0.67$	0.38	0.23
RE_Green	-0.46 **	$y=128.66*N^2-1144.41*N+3394.14$	$N=-0.00002*RE_Green^2+0.03618*RE_Green-10.34$	0.28	0.26
RE_NIR	-0.14 *	$y=-0.05*N^2+0.42*N-0.18$	$N=-44.13*NIR_RE^2+71.49*NIR_RE-24.60$	0.21	0.29
RE_Red	-0.67 **	$y=258.98*N^2-2*382.98*N+6179.39$	$N=-$	0.50	0.21
RE_Rededge	-0.23 *	$y=-61.58*N+2*245.09$	$0.000005*RE_Red^2+0.005411*RE_Red+2.83$	0.05	0.29
PS_Blue	-0.54 **	$y=-62.69*N+722.69$	$N=-0.001*RE_RedEdge+5.900$	0.30	0.25
PS_Green	-0.43 **	$y=-60.89*N+1176.12$	$N=-0.005*PS_Blue+6.40$	0.18	0.25
PS_NIR	0.10 öd		$N=-0.003*PS_Green+7.03$		
PS_Red	-0.42 **	$y=92.25*N+1453.98$	$N=-0.002*PS_Red+6.316$	0.18	0.27

*:%1 düzeyinde önemli; **:%5 düzeyinde önemli; öd: önemli değil; RMSE: Hata Kare Ortalamalarının Karekökü

Yaprak azot içeriği ile incelenen RE_Blue ($r=-0.58^{**}$), RE_Green ($r=-0.46^{**}$), RE_NIR ($r=-0.14^*$), RE_Red ($r=-0.67^{**}$) ve RE_Rededge ($r=-0.23^*$) RapidEye uydu bantları yansıma değerleri ile PS_Blue ($r=-0.54^{**}$), PS_Green ($r=-0.43^{**}$) ve PS_Red ($r=-0.42^{**}$) PlanetScope uydu bantları yansıma değerleri arası negatif ve önemli düzeyde ikili ilişkiler (korelasyon) saptanırken, PS_NIR ($r=+0.10$) PlanetScope uydu bandı

yansıma değeri arasında ise pozitif ve önemli düzeyde ikili ilişkiler saptanmıştır (Çizelge 4).

Elde ettiğimiz bulgular, buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinde kanopi klorofil A içeriği ile Reflectance[®]550, R680 ve tüm kırmızı kenar (Red Edge) parametreleri arasında anlamlı korelasyon saptandığını ve optik tekniklerin kullanılmasıyla, buğdayın N durumunu belirlemek/değerlendirmek için bir yöntem olarak

kullanılabileceğini bildiren Filella ve ark. (1995); pamuk bitkisi yaprak N içeriği, yaprak klorofil içeriği ve azot içeriği arasında zayıf korelasyonun ($r=+0.32$) saptandığını, yaprak klorofil ve R415/R695 arasında olumlu ($r=+0.72$); yaprak azot içeriği ile R415/R710 arasında olumlu ($r=+0.70$) korelasyon saptandığını; pamukta N durumunun uzaktan algılanmasının, spektrumun menekşe (Violet) veya mavi (Blue) bölgesi (400-450 nm) ile Kırmızı Kenar (Red Edge) (690-730 nm) bölgesinin yansıma oranları kullanılarak yapılabileceğini bildiren Read ve ark. (2002); pamuk bitkisi N durumunu maksimum % 77 oranında tahmin edilebildiğini bildiren Fridgen ve Varco (2004); erken dönem buğday azot (N) durumunu değerlendirmek için Karasal LİDAR (TLS)'in uygunluğu test etmek amacıyla yapılan çalışmada, %N ile TLS arasında zayıf ($R^2=0.10-0.75$), azot beslenme indisi (NNI) ile TLS arasında orta ($R^2=0.45-0.54$) derecede ilişki bulunduğunu bildiren Eitel ve ark. (2014); uzaktan algılama görüntüsü işleme tekniği kullanılarak yapılan çalışmada tekniğin bitkide klorofil ve azot tahmini için oldukça kullanışlı olduğu bildiren Patane ve Vibhute (2014); çeltik bitkisinde azot kullanım durumunu belirlemek amacıyla FORMOSAT-2 uydu görüntülerini kullanılarak azot beslenme indisinin (The Nitrogen Nutrition Index) (NNI) tahmini için yapılan çalışmada, vejetasyon indisleri ile direkt olarak NNI değişkenliğinin %45'ini açıklanabilir olduğunu, bitki azot alımı PNU (Plant Nitrogen Uptake) yoluyla NNI değişkenliğinin %52'sinin açıklanabildiğini bildiren Huang ve ark. (2015); buğday bitkisinde RapidEye görüntüleri kullanarak çeşitli vejetasyon indislerinin hesaplanması amacıyla yapılan çalışmada, bitkinin yaşlanmasıyla birlikte değişen klorofil miktarının, bu indislerle korelasyon gösterdiğini bildiren Schönert ve ark. (2015); çeltik bitkisinde uydu görüntüleri kullanılarak azot durumunu belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, Red-Edge tabanlı vejetasyon indisleri ile toprak üstü biokütle (AGB: above ground biomass) değişkenliğini %53-64, bitki azot alımı PNU (plant N uptake) değişkenliğini %62-65 oranında açıklayabildiğini; performans yönünden WorldView-2, RapidEye ve Formosat-2 sıralamasının oluştuğunu bildiren Huang ve ark., (2017)'nin bulguları ile benzerlik göstermektedir. Oysaki pamuk bitkisinde spektroradyometre kullanarak yaptıkları çalışmada, R517/R413 nm'deki yansıma değerlerinin yaprak N konsantrasyonuyla ($R^2=0.65/0.78$), R708 / R915 veya R551 / R915'in yansıtma oranlarının yaprak klorofil konsantrasyonu ile ($R^2=0.67-0.76$) yakından ilişkili olduğunu bildiren Zhao ve ark. (2005); SPOT-2 ve LANDSAT uydu görüntüleri ve el spektroradyometresi kullanılarak yapılan çalışmada, pamuk ve buğday bitkilerinde azot miktarları ile NIR arasında istatistik olarak önemli (%5) ilişki saptandığı

bildiren Eroğlu (2008); mısır ve buğday bitkilerinde Double-peak Canopy Nitrogen Index (DCNI) adlı yeni bir vejetasyon indisi üreterek, bu indisin bitki N konsantrasyonunu tahmin etmek için iyi bir potansiyele (mısır için $R^2=0.72$, buğday için $R^2=0.44$) sahip olduğunu bildiren Chen ve ark. (2010); buğday (*Triticum aestivum* L.) bitkisinde farklı azot dozlarının, çeşitli bitki parametreleri üzerindeki etkisinin sensörler arasında farklılık gösterdiğini; biokütle parametreleri ile N dozları arasında yüksek ilişki ($r=+0.96$) bulunduğunu; yakın kızılötesi (NIR) tabanlı indislerin (R760/R730), buğdayın N durumunu gösteren en güçlü ve kararlı indis olduğunu bildiren Erdle ve ark. (2011); mısır bitkisinde erken evrelerde zayıf korelasyon, çiçeklenme evresinde en yüksek korelasyon ve olgunlaşma safhalarında yavaşça azalan korelasyon bulunduğunu bildiren Spitzkó ve ark. (2016)'nın bulgularından farklılık göstermektedir. Bu durum, çalışmanın bitkisel materyalleri, ekolojik koşullar ve çalışmada kullanılan metottan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Yaprak azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları yansıma değerleri regresyon analiz sonuçlarına göre düşük seviyede ilişki gösteren ($R^2<0.18$) RE_Rededge uydu bandına ait denklemin pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin tahmini için kullanılmaması önerilmektedir.

Elde ettiğimiz bulgular, pamuk bitkisinin ilk çiçeklenme döneminde SCCCI ile bitki N% 'sindeki değişkenliği saptamada en iyi performans gösteren endeks olduğu; bitki N durumunu ayırt etme konusundaki endeks performansı iyileştiğini belirten Ballester ve ark., (2017); buğday bitkisinde kanopi klorofil indisi (CCI) ile kanopi azot indisini (CNI) birleştirerek, alan başına düşen azot miktarı (g/m^2) cinsinden, daha güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu bildiren Fitzgerald ve ark. (2010); kış buğdayının (*Triticum aestivum* L.) bitkisi N konsantrasyonundaki değişimin, erken evrelerde modifiye klorofil absorpsiyon oranı indisinin (MCARI) %22'sini ve R763 / R761'in %43'ünü, geç büyüme aşamalarında R700 / R670'in %51'ini ve R418 / R405 'in %57'sini açıklayabileceğini; kırmızı kenar (Red Edge) ve yakın kızılötesi (NIR) bantlarının erken evrelerde PNC tahmini için daha etkili olduğunu; görünür bantların, özellikle morötesi, menekşe (Violet) ve mavi (Blue) bantların geç evrelerde daha duyarlı olduğunu bildiren Li ve ark. (2010); pamuk bitkisinde dijital kamera ve spektrometre kullanarak dijital kamera indisleri (DI) ile önemli derecede ilişki bulunduğunu (DI (R580, R680) için $R^2=0.81$ ve G - R için $R^2=0.76$) bildiren Wang ve ark. (2011); hiperspektral görüntüler kullanarak, laboratuvar ve tarla koşullarında uygun kalibrasyon ile yaprak azot konsantrasyonunu tahmin etmek amacıyla yapılan çalışmada, hiperspektral görüntüleme yönteminin ümit

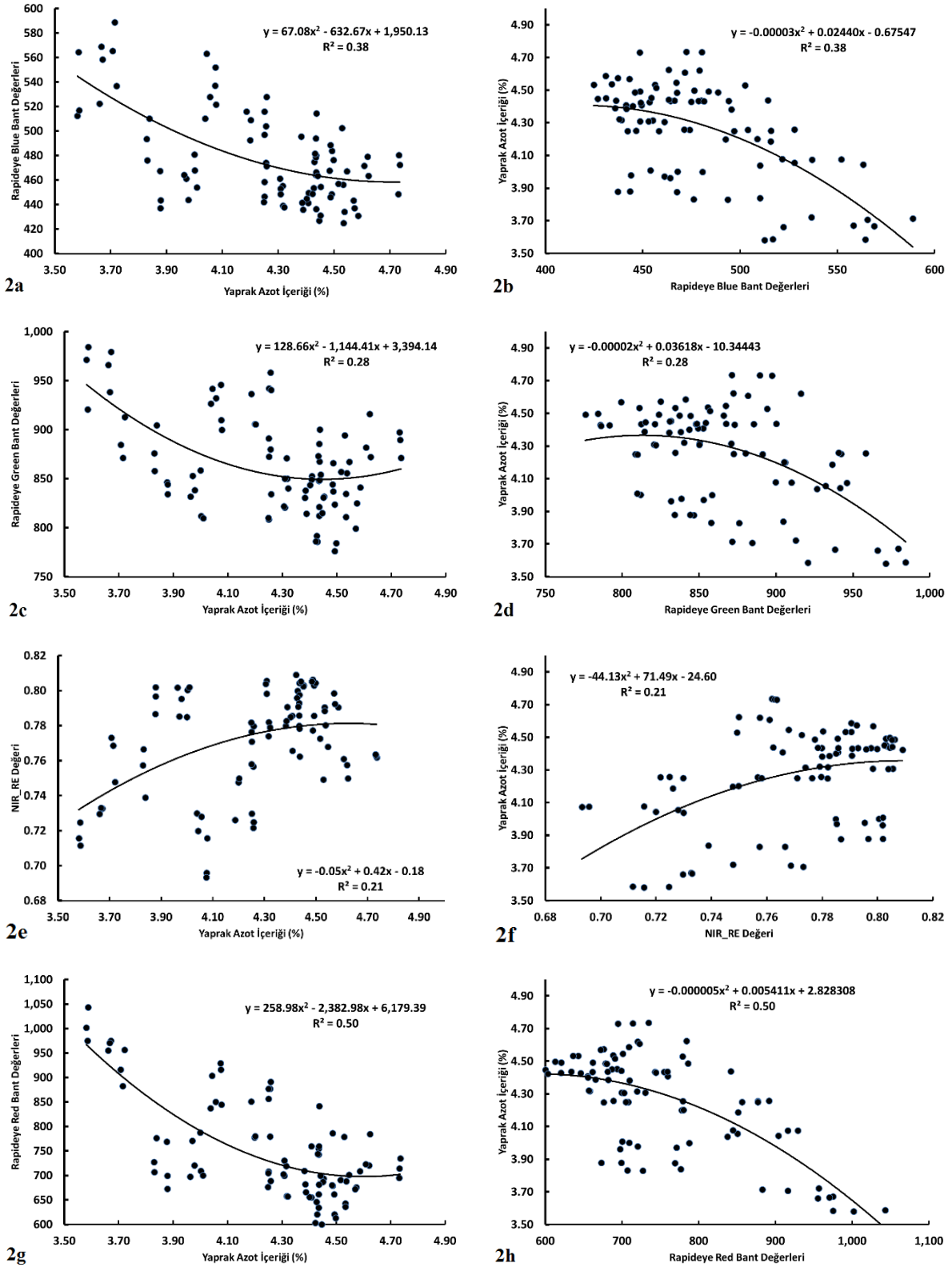
verici ($R^2=0.875$) bir teknoloji olduğunu bildiren Vigneau ve ark. (2011); çeltik bitkisinde Green, Red Edge ve NIR bantlarına sahip Crop Circle aktif kanopi sensörü kullanılarak yapılan çalışmada, 43 farklı vejetasyon indisi ile yapılan değerlendirmede MCARI1 indisinin büyüme aşamaları boyunca bitki toprak üstü biokütlesini ($R^2=0.79$) ve bitki azot alımını ($R^2=0.83$) tahmin edebildiğini bildiren Cao ve ark. (2013); mısır bitkisinde Temel Bileşen Analizi yöntemine (Principal Component Analysis) ve Geri Yayılım Yapay Sinir Ağı (Back Propagation Artificial Neural Network) modeline dayandığı tahmin yönteminin faydalı ($R^2=0.81$) bir araç olduğunu bildiren Chen ve ark. (2013); buğday azot (N) durumunu değerlendirmek için Karasal LİDAR (TLS) 'ın uygunluğu test etmek amacıyla yapılan çalışmada, %N ile TLS arasında zayıf ($R^2=0.10-0.75$), azot beslenme indisi (NNI) ile TLS arasında orta ($R^2=0.45-0.54$) derecede ilişki bulunduğunu bildiren Eitel ve ark. (2014); uzaktan algılama görüntüsü işleme tekniği kullanılarak yapılan çalışmada tekniğin bitkide klorofil ve azot tahmini için oldukça kullanışlı olduğu bildiren Patane ve Vibhute (2014); buğday bitkisinde Sentinel-2 uydu görüntülerini kullanarak bitkide azot beslenme indisinin (The Nitrogen Nutrition Index) (NNI) tahmin edilmesi amacı ile yapılan çalışmada, çeşitli bant kombinasyonları denenmiş ve S bant setlerinin önemli olabileceğini bildiren Delloyea ve ark. (2018); buğday bitkisinde, azot eksikliğinin çeşitli durumları ile spektral indislerin bu etkileşimlere bakılmaksızın verim, toprak üstü biokütle ve azot alımı ile ilgili güvenilir bir tahmin sağladığını bildiren Klema ve ark. (2018)'ın bulgularını desteklerken, patates bitkisinde hiperspektral verilerle simule ettiği PROSAIL radyasyon transfer modeli kullanılarak Red-Edge tabanlı

klorofil indislerinin Kanopi klorofil içeriği ile doğrusal ilişkili ($R^2=0.94$) olduğunu gösteren Clevers ve Kooistra (2012); buğday bitkisinde Normalleştirilmiş fark kırmızı kenar indisinin (The normalized difference red-edge index) (NDRE) buğday azot alımının %81'ini açıklayabileceği bildiren Magney ve ark. (2016)'ın bulgularından farklılık göstermektedir. Bu durum, çalışmanın bitkisel materyalleri, ekolojik koşullar ve çalışmada kullanılan metot farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

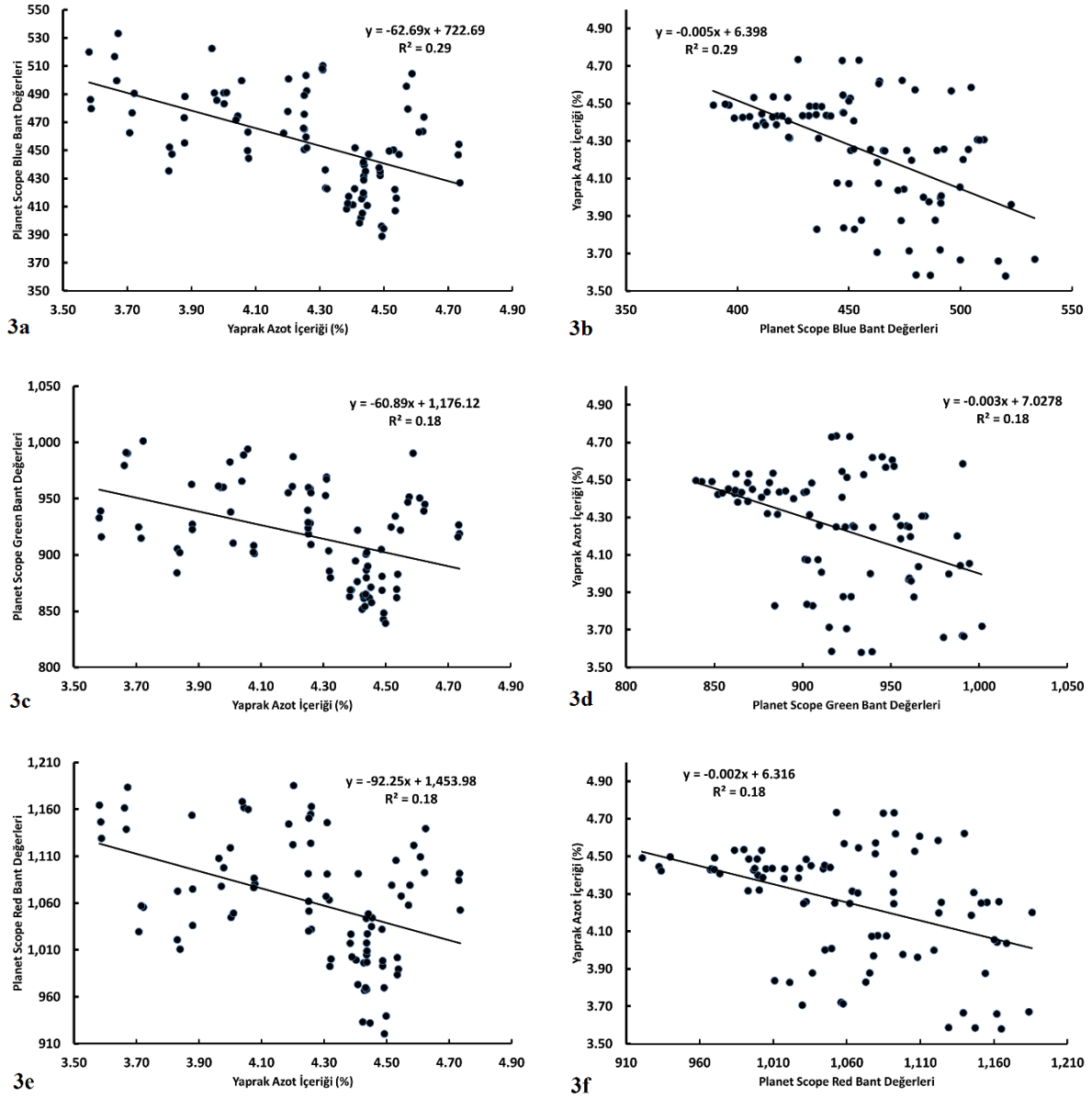
Pamuk bitkisi yaprak azot içeriği (%) ile incelenen RE_Blue ($R^2:0.38$), RE_Green ($R^2:0.28$), RE_NIR ($R^2:0.21$), RE_Red ($R^2:0.50$), PS_Blue ($R^2:0.29$), PS_Green ($R^2:0.18$) ve PS_Red ($R^2:0.18$) uydu bantları tahmin edilebileceğini ortaya koymuştur (Çizelge 4; Şekil 2a, 2c, 2e, 2g, 3a, 3c, 3e).

Uydu yansıma değerinden pamuk bitkisinin yaprak azot (N) içeriğini tahmin etmek için yapılan ters regresyon analizinde, RE_Blue ($R^2=0.38$); RE_Green ($R^2=0.28$), RE_NIR ($R^2=0.21$), RE_Red ($R^2=0.50$), PS_Blue ($R^2=0.29$), PS_Green ($R^2=0.18$), PS_Red ($R^2=0.18$) önemli ters regresyon analiz sonuçları elde edilmiştir (Çizelge 4; Şekil 2b, 2d, 2f, 2h, 3b, 3d, 3f).

Sonuç olarak; pamuk yaprak azot içeriği (%) ile incelenen uydu bantları yansıma değerleri arasındaki regresyon analiz sonuçlarına göre; düşük ve orta seviyede anlamlı ilişki ifade eden ya da edebilecek olan ($R^2=>0.18$) RE_Blue, RE_Green, RE_Red, RE_NIR, PS_Blue, PS_Green, PS_Red uydu bantları kullanılarak pamuk bitkisi yaprak azot içeriğinin uzaktan algılama yöntemi ile tahmini için kullanılabilirliği saptanmış ve önerilmektedir.



Şekil 2. Pamuk YAI (%) ile RapidEye (RE) uydu verileri arası regresyon analiz sonuçları
 Figure 2. Regression analysis results between Cotton LNC (%) and RapidEye (RE) satellite data



Şekil 3. Pamuk YAI (%) ile PlanetScope (PS) uydu verileri arası regresyon analiz sonuçları

Figure 3. Regression analysis results between Cotton LNC (%) and PlanetScope (PS) satellite data

ÖZET

Amaç: Bu çalışma, pamuk bitkisinin farklı yaprak azot içeriklerinin uydu görüntülerinde oluşan değişimlerini saptamak, uydu görüntüleri yardımı ile yapraktaki azot içeriğini tahmin etmek, gelecekte uydu görüntülerini kullanarak geniş pamuk üretim alanlarında azot gereksinimlerini saptayarak azotlu gübre uygulama tavsiyelerinde bulunmak amacı ile yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Mardin ekolojik koşullarında, tesadüf parselleri deneme deseninde 3 tekerrürlü olarak 6 farklı lokasyonda yürütülmüştür. Çalışmada, PlanetScope uydusunun 4 (Blue, Green, Red ve NIR) bandı ve RapidEye uydusunun 5 (Blue, Green, Red, NIR

ve RedEdge) bandı kullanılmıştır. İncelenen yaprak azot içeriği ile uydu görüntüleri arasındaki ikili ilişkilerin saptanması yapılarak, regresyon (yaprak azot içeriği-yansıma) ve ters regresyon (yansıma-yaprak azot içeriği) analizleri yapılmıştır. Yaprak azot içeriği ile RE_Blue ($r=-0.58^{**}$), RE_Green ($r=-0.46^{**}$) ve RE_Red ($r=-0.67^{**}$), PS_Blue ($r=-0.54^{**}$), PS_Green ($r=-0.43^{**}$) ve PS_Red ($r=-0.42^{**}$) yansıma verileri arasında önemli korelasyon saptanmıştır.

Genel Yorum: Yaprak azot içeriğinin tahmin edilmesinde incelenen tüm uydu bantları arasından RE_Blue, RE_Green, RE_Red, PS_Blue, PS_Green, PS_Red uydu bantlarının kullanılması tavsiye edilmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu çalışma, büyük pamuk

üretim alanlarında azotlu gübre kullanım ihtiyacının varlığını tespit etmek yönünden büyük önem taşımaktadır. Özellikle GAP bölgesinde artan pamuk ekim alanları ve pamuk üretiminde azotlu gübreleme dikkate alındığında çalışma yaygın etki ve büyük alanlarda hızlı sonuç elde etme yönünden önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Pamuk, azot, uydu görüntüleri, uzaktan algılama, RapidEye, PlanetScope.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Dicle Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından Ziraat.18.022 no'lu proje ile mali olarak desteklemiş olup, bu destekten dolayı Dicle Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Anonim (2019) http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu.asp?id=67, http://www.nik.com.tr/content_sistem_uydu_goruntuleri.asp. Erişim tarih: 10.08.2018.
- Anonymous (1990) Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 8th ed. St. Paul: AACC.
- Aytaç S, Başbağ S, Arslanoğlu F, Ekinci R, Ayan AK (2020) Lif bitkileri üretiminde mevcut durum ve gelecek. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı-1, 13-17 Ocak, Ankara, Türkiye. pp:463-491.
- Bagheri N, Ahmadi H, Alavipanah SK, Omid M (2013) Multispectral remote sensing for site-specific nitrogen fertilizer management. *Pesq. agropec. bras.* 48(10):1394-1401, DOI: 10.1590/S0100-204X2013001000011.
- Ballester C, Hornbuckle J, Brinkhoff J, Smith J, Quayle W (2017) Assessment of In-Season Cotton Nitrogen Status and Lint Yield Prediction from Unmanned Aerial System Imagery. *Remote Sens.* 9(11):1149; doi:10.3390/rs9111149.
- Başbağ S, Ekinci R, Akıncı C, Akın S, Tonçer Ö (2011) Diyarbakır ve Şanlıurfa illerinde Pamuk Sektörünün Hazırlanması Projesi Sonuç Raporu. Karacadağ Kalkınma Ajansı, Diyarbakır.

- Bibi Z, Khan N, Mussarat M, Khan MJ, Ahmad R, Khan IU, Shahan S (2011) Response of *Gossypium hirsutum* L. genotypes to various nitrogen levels. *Pak. J. Bot.*, 43(5): 2403-2409.
- Çabuk A, Uyguçgil H, Küpçü S, İnceoğlu M, Bektöre E, Çabuk SN, Çömert R, Işık Ö, Ersoy M (2019) Coğrafi Bilgi Sistemleri. Anadolu Üniversitesi, Yayın No: 3161, Eskişehir.5s.
- Cao Q, Miao Y, Wang H, Huang S, Cheng S, Khosla R, Jiang R (2013) Non-destructive estimation of rice plant nitrogen status with crop circle multispectral active canopy sensor. *Field Crops Research* 154 (2013) 133–144.
- Carter GA, Knapp AK (2001) Leaf optical properties in higher plants: linking spectral characteristics to stress and chlorophyll concentration. *American Journal of Botany* 88(4): 677–684.
- Cassman KG, Doberman A, Walters DT (2002) Agroecosystems, nitrogen-use efficiency and nitrogen management. *Ambio* 31: 132-140
- Chartuni E, Carvalho FA, Marçal D, Ruz E (2007) Precision agriculture: New tools to improve technology management in agricultural enterprises. *Comunica.* First edition, Second stage, January-April 2007.
- Chen P, Haboudane D, Tremblay N, Wang J, Vigneault P, Li B (2010) New spectral indicator assessing the efficiency of crop nitrogen treatment in corn and wheat. *Remote Sensing of Environment* 114 1987–1997.
- Chen P, Wang J, Huang W, Tremblay N, Ou Y, Zhang Q (2013) Critical nitrogen curve and remote detection of nitrogen nutrition index for corn in the North Western Plain of Shandong Province, China. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 6(2):682-689; DOI: 10.1109/JSTARS.2012.2236302.
- Clevers JGPW, Kooistra L (2012) Using hyperspectral remote sensing data for retrieving canopy chlorophyll and nitrogen content. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 5(2):574-583.
- Delloyea C, Weissb M, Defourny P (2018). Retrieval of the canopy chlorophyll content from Sentinel-2 spectral bands to estimate nitrogen uptake in intensive winter wheat cropping systems. *Remote Sensing of Environment* 216: 245–261 <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.06.037>.
- Eitel JUH, Magney TS, Vierling LA, Brown TT, Huggins DR (2014) LiDAR based biomass and crop nitrogen estimates for rapid, non-destructive assessment of wheat nitrogen status. *Field Crops Research* 159: 21-32, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2014.01.008>.

- Erdle K, Mistele B, Schmidhalter U (2011) Comparison of active and passive spectral sensors in discriminating biomass parameters and nitrogen status in wheat cultivars. *Field Crops Research* 124: 74-84, <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.06.007>.
- Eroğlu E (2008) Bazı tarım ürünlerinin bitki besin element noksanlıkları ile elektromanyetik enerji yansıtma özellikleri arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak ABD. Bornova/İzmir. V-VIs.
- Esetlili MT, Özen F, Kandemir BN, Kurucu Y, Bolca M (2015) Uzaktan Algılama Tekniği ile Pamuk Tarla Verimi Tahmin Doğruluğunun Arttırılmasında Kırmızı Kenar (Rededge) Band Kullanımının Katkısı. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 52 (2):161-168.
- Filella I, Serrano L, Serra J, Peñuelas J (1995) Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance indices and discriminant analysis. *Crop Science*: 35: 1400-1405.
- Fitzgerald G, Rodriguez D, O'Leary G (2010) Measuring and predicting canopy nitrogen nutrition in wheat using a spectral index—the canopy chlorophyll content index (CCCI). *Field Crops Research* 116: 318–324.
- Fridgen JL, Varco JJ (2004) Dependency of cotton leaf nitrogen, chlorophyll, and reflectance on nitrogen and potassium availability. *Agronomy Journal*, 96(1): 63-69.
- Hakoomat A, Raheel AH (2011) Growth, Yield and Yield Components of American Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) As affected by cultivars and nitrogen fertilizer. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2: 1-12.
- Hernández-Cruz AE, Sánchez E, Preciado-Rangel P, García-Bañuelos ML, Palomo-Gil A, Espinoza-Banda A (2015) Actividad de la Nitrato Reductasa, Biomasa, Rendimiento y Calidad en Algodón en Respuesta a la Fertilización Nitrogenada. *Revista Internacional De Botanica Experimental*, 84: 454-460.
- Huang S, Miao Y, Yuan F, Gnyp ML, Yao Y, Cao Q, Wang H, Lenz-Wiedemann VIS, Bareth G (2017) Potential of RapidEye and WorldView-2 satellite data for improving rice nitrogen status monitoring at different growth stages. *Remote Sensing*. 9(3): 227; 1-23; doi:10.3390/rs9030227.
- Huang S, Miao Y, Zhao G, Yuan F, Ma X, Tan C, Yu W, Gnyp ML, Lenz-Wiedemann VIS, Rascher U, Bareth G (2015) Satellite remote sensing-based in-season diagnosis of rice nitrogen status in Northeast China. *Remote Sensing*. 7(8): 10646-10667; doi:10.3390/rs70810646.
- Kaçar B (2009) Toprak analizleri, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Kaçar B, Katkat A (2011) Bitki Besleme, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Keskin M, Şekerli YE, Say SM, Arslan A (2018) Hassas Tarım Teknolojileri İle Sağlanabilecek Faydalar. *Tarım Türk Dergisi*, 30: 14-17.
- Klema K, Záhorab J, Zemeka F, Trundaa P, Tůmab I, Novotná K, Hodaňová P, Rapantová B, Hanuša J, Vavříková J, Holub P (2018) Interactive effects of water deficit and nitrogen nutrition on winter wheat. Remote sensing methods for their detection. *Agricultural Water Management*, 210: 171–184.
- Li F, Miao Y, Hennig SD, Gnyp ML, Chen X, Jia L, Bareth G (2010) Evaluating hyperspectral vegetation indices for estimating nitrogen concentration of winter wheat at different growth stages. *Precision Agriculture*, 11:335-357.
- Magney TS, Eitel JUH, Vierling LA (2016) Mapping wheat nitrogen uptake from RapidEye vegetation indices. *Precision Agriculture*, 18:429–451, DOI 10.1007/s11119-016-9463-8.
- Mullen RW, Freeman KW, Raun WR, Johnson GV, Stone ML Solie JB (2003) Identifying an in-season response index and the potential to increase wheat yield with nitrogen. *Agronomy Journal*, 95: 347-351.
- Mutanga O, Skidmore AK, Prins HHT (2004) Predicting in situ pasture quality in the Kruger National Park, South Africa using continuum-removed absorption features. *Remote Sensing of Environment*, 89(3):393-408.
- Patane P, Vibhute A (2014) Chlorophyll and nitrogen estimation techniques: A Review. *International Journal of Engineering Research and Reviews*, 2:33-41.
- Raun WR, Solie JB, Johnson GV, Stone ML, Mullen RW, Freeman KW, Thomason WE, Lukina EV (2002) Improving nitrogen use efficiency in cereal grain production with optical sensing and variable rate application. *Agron. Journal*. 94: 815–820.
- Read JJ, Tarpley L, McKinion JM Reddy KR (2002) Narrow-Waveband reflectance ratios for remote estimation of nitrogen status in cotton. *Journal of Environmental Quality*, 31: 1442-1452 doi:10.2134/jeq2002.1442.
- Rochester IJ (2007) Nutrient Uptake and Export from an Australian Cotton Field. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 77: 213-223.

- Schönert M, Zillmann E, Weichelt H, Eitel JUH, Magney TS, Lilienthal H, Siegmund B, Jarmer T (2015) The tasselled cap transformation for RapidEye data and the estimation of vital and senescent crop parameters. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W3, 36th International Symposium on Remote Sensing of Environment, 11–15 May 2015, Berlin, Germany.
- Seilsepour M, Rashidi M (2011) Effect of Different Application Rates of Nitrogen on Yield and Quality of Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci., 10 (3): 366-370.
- Spitkó T, Nagy Z, Zsubori ZT, Szőke C, Berzy T, Pintér J, Marton CL (2016) Connection between normalized difference vegetation index and yield in maize. Plant Soil Environ. 62: 293-298 DOI: 10.17221/676/2015-PSE.
- Sunar F, Özkan Ç, Osmanoğlu B (2018) Uzaktan Algılama. Anadolu Üniversitesi, Yayın No: 2320, Eskişehir. 3s.
- Sutton MA, Howard CM, Erisman JW, Billen G, Bleeker A, Grennfelt P, Van Grinsven H, Grizzetti B (2011) The European Nitrogen Assessment: Sources, effects and policy perspectives. Cambridge, Cambridge University Press.
- Türker U, Çullu MA, Mutlu N, Demir H, Bozgeyik F, Teke M (2015) GAP Bölgesinde Hassas Tarım ve Sürdürülebilir Uygulamaların Yaygınlaştırılması Projesi (Hassas Projesi). Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 11(4): 331-337.
- USDA (2019) Cotton: World Markets and Trade, World Production, Markets, and Trade Reports, <https://www.fas.usda.gov/data-analysis/scheduled-reports-2019>, Erişim Tarihi: 05.11.2019.
- Vigneau N, Ecartot M, Rabatel G, Roumet P (2011) Potential of field hyperspectral imaging as a non-destructive method to assess leaf nitrogen content in wheat. Field Crops Research, 122: 25–31.
- Wang F, Wang K, Li S, Gao S, Xiao C, Chen B, Chen J, Lü Y, Diao W (2011) Estimation of canopy leaf nitrogen status using imaging spectrometer and digital camera in cotton. Acta Agronomica Sinica 37(6): 1039-1048 DOI: 10.3724/Sp.J.1006.2011.01039.
- Wright DL, Rasmussen VP, Ramsey RD (2005) Comparing the use of remote sensing with traditional techniques to detect nitrogen stress in wheat. Geocarto International, 20(1):63-68; DOI: 10.1080/10106040508542337.
- Yousefi MR, Razdari. AM (2014) Application of GIS and GPS in Precision Agriculture (A Review). International journal of Advanced Biological and Biomedical Research 2: 473-476.
- Zhao D, Reddy KR, Kakani VG, Read JJ, Koti S (2005) Selection of optimum reflectance ratios for estimating leaf nitrogen and chlorophyll concentrations of field-grown cotton. Agronomy Journal, 97(1): 89-98; DOI: 10.2134/agronj2005.0089.
- Zhao W, Wang Y, Zhou Z, Meng Y, Chen B, Oosterhuis DM (2012) Effect of nitrogen rates and flowering dates on fiber quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) American Journal of Experimental Agriculture, 2: 133-159.



Karadut tohumlarının çimlenmesi üzerine prolin ve sıcaklık uygulamalarının etkileri

Effects of proline and temperature applications on germination of black mulberry seeds

Emel KAÇAL¹, Oğuzhan ÇALIŞKAN², Arif ATAK³, Melih AYDINLI¹,
Gökhan ÖZTÜRK¹, Alamettin BAYAV¹

¹Republic of Turkey, Ministry of Agriculture and Forestry, Fruit Research Institute, Eğirdir, ISPARTA

²Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Antakya-Hatay, Turkey.

³Republic of Turkey, Ministry of Agriculture and Forestry, Atatürk Horticultural Central Research Institute, YALOVA

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.722437](https://doi.org/10.37908/mkutbd.722437)

Geliş tarihi /Received:18.04.2020

Kabul tarihi/Accepted:06.05.2020

Keywords:

Morus nigra, dormancy, proline, seed germination rate

Corresponding author: Emel KAÇAL

✉: emel.vural@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: Black mulberry (*Morus nigra*) is a species that difficult to reproduce as vegetative and generative. For this reason, different applications are made by researchers in order to germinate their seeds more easily. In this study, we aimed to determine the effects of proline applications on germination of black mulberry seeds under various temperature conditions.

Methods and Results: The seeds were kept in room temperature for 24 hours, in 1 mM, 5 mM, 10 mM and 15 mM proline solutions and in the control group in the water. At the end of this period, they were placed in sterile petri dishes with three replicates of 25 seeds. Seed germination studies were carried out in plant growth cabins at 15°C, 20°C, 25°C and 30°C temperatures in dark conditions. At the end of the 17-day germination period, the germination rate of the seeds in the control group varied between 28% and 70.67%, the highest germination rate was achieved at 20°C. In proline, the highest germination rate was determined with 93.33% in 10 mM proline and seeds kept at 25°C. In general, the germination rate reached the highest value on days 13 and 14 in all applications except 15°C.

Conclusions: In this study, it has been determined that black mulberry seeds germinate high rate at the 20°C without any application. This rate has exceeded 90% with the 10 mM proline at 25°C.

Significance and Impact of the Study: The use of black mulberry seedlings in the production of saplings and obtaining hybrid plants in the recent hybridization breeding studies depend on the success of seed reproduction. In this study, 10 mM proline application at 25°C was found to be very successful in reducing seed loss and increasing the germination rate.

Atıf / Citation: Kaçal M, Çalışkan O, Atak A, Aydınli M, Öztürk M, Bayav A (2020) Karadut tohumlarının çimlenmesi üzerine prolin ve sıcaklık uygulamalarının etkileri. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 181-188. DOI: 10.37908/mkutbd.722437

GİRİŞ

Dut, Anadolu'nun orijin alanları içerisinde yer alan ve farklı ekolojilerde yetiştiriciliği yapılan geleneksel meyve türlerinden biridir (Ağaoğlu ve ark., 2001). Ülkemizde

genellikle taze tüketilmekle birlikte, pekmez, reçel, pestil yapımında da kullanılmaktadır. Süs bitkisi olarak peyzaj alanlarında kullanımı da yaygındır (Ercişli ve Orhan, 2007). Ercişli (2004) ülkemizde yetiştirilen dutların %95'inin *Morus alba* (beyazdut), %3'ünün *Morus rubra*

(mordut) ve %2'sinin *Morus nigra* (karadut) türlerinden oluştuğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, karadutun insan sağlığı üzerine (Aulifa ve ark., 2017; Rodrigues ve ark., 2019) olan olumlu etkilerinin ortaya çıkarılmasıyla, koyu renkli dut türleri üzerinde hem yetiştiricilik hem de ıslah çalışmaları konusunda yapılan araştırmaların (El Obeidy, 2005; Chang, 2008; Vijayan ve ark., 2012; Türemiş ve ark., 2017) arttığı görülmektedir.

Dut türleri genel olarak çelikle kolay çoğaltılmakla birlikte, karadutun çelikle çoğaltma oranının düşük olması nedeniyle aşı ile çoğaltılmak zorunda kalınması ve bu durumda ise diğer dut türleriyle yaşanan aşı uyumsuzluğu problemine çözüm olarak çöğür anaçlarına ihtiyaç duyulması, tohumla çoğaltmayı zorunlu hale getirmektedir (Erdoğan ve Aygün, 2006; Yıldız ve ark., 2009). Ayrıca, dutta melezleme ıslahı çalışmalarında meyve kalite ve verim bakımından üstün özellikli yeni bireylerin elde edilmesinde tohum kaynağı kullanılmaktadır.

Tohum çimlenmesi içsel (özellikle absisik asit gibi hormonlar) ve dışsal faktörler (tohumun kabuğu, uygun olmayan sıcaklık ve nem) tarafından etkilenmektedir (Hartmann ve ark., 2002). Tohumun dinlenmede kalmasını etkileyen bu faktörlerin giderilmesi için katlama, hormon uygulamaları, aşındırma, tohum kabuğunun çıkarılması, yüksek veya düşük sıcaklık uygulamaları, sıcak su uygulaması ve suda bekletme gibi yöntemler kullanılmaktadır (Gerçekçioğlu ve Çekiç, 1999; Al Absi, 2010; Çalışkan ve ark., 2012; Gündüz ve ark., 2019; Bozdoğan ve ark., 2018). Bugüne kadar dut üzerinde yapılan çimlendirme çalışmalarında 25°C sıcaklıkta farklı uygulamaların gerçekleştirildiği görülmektedir (Koyuncu, 2005; Gündüz ve ark., 2019). Bununla birlikte, kontrollü koşullarda tohum çimlendirmesi için kullanılan sıcaklığın türlere göre değiştiği bilinmekte ve en uygun sıcaklık belirlendikten sonra farklı uygulamaların yapılması gerekmektedir. Nitekim Gosling (2007), dut tohumlarının derin dormansi özelliğine sahip olması nedeniyle çimlenme için ilave uygulamalara ihtiyaç duyulduğunu bildirmiştir.

Koyuncu (2005), karadut tohumlarında 4°C'de 100 gün katlama sonrasında tohum çimlenmesinin %88'e kadar yükseldiğini ancak kontrol tohumlarında %33 oranında çimlenme olduğunu bildirmiştir. Benzer olarak Gosling (2007), karadut tohumlarında çimlenme oranının oldukça düşük olduğunu ve 4°C'de, yaklaşık 2-4 aylık bir katlama yapılmasının gerektiğini belirtmiştir.

Proteinjenik bir aminoasit olan prolin, bitkilerde kuraklık, tuzluluk, ağır metal, düşük sıcaklık ve UV radyasyonu gibi stres koşullarına tepki olarak sentezlenerek bitkilerin strese karşı toleranslarını artırmakta (Hayat ve ark., 2012; Aliniaefard ve ark.,

2016), çiçeklenme ve bitki gelişiminde hem bir metabolit hem de bir sinyal molekülü olarak rol oynayabilmektedir (Mattioli ve ark., 2009). Stresin olmadığı koşullarda da farklı bitki türlerinin çiçek, çiçek tozu ve tohum gibi üretken dokularında prolin birikiminin arttığı belirtilmiştir (Schwacke ve ark., 1999). Prolinin, alt hücre yapılarının dengelenmesine, serbest radikallerin temizlenmesine ve hücrel redoks potansiyelinin tamponlanmasına katkıda bulunduğu (Kaur ve Asthir, 2015) ve bitki gelişiminde önemli rol oynayan birçok hücre duvarı proteininin önemli bir belirleyicisi olduğu (Kavi Kishor ve ark., 2015) düşünülmektedir. Ayrıca prolin, kuraklık ve tuzluluk gibi abiyotik stres koşulları altında tohum çimlenmesini teşvik edebilmektedir. Prolinin bu etkisi, şeker kamışı (Ghaffari ve Tadayan, 2018), pirinç (Singh ve ark., 2018), kavun (Kaur ve Gupta, 2017) ve domateste (Kaur, 2017) bildirilmiştir.

Bu çalışmada prolin ve sıcaklık uygulamalarının karadut tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada, bitkisel materyal olarak Eğirdir yöresinde doğal yayılış gösteren, sağlıklı, yaklaşık 25 yaşlı karadut genotipi kullanılmıştır. Tohum eldesi için meyveler, 02.07.2018 (orta dönem) tarihinde hasat edilmiştir. Hasat edilen meyvelerin ortalama meyve eni, meyve boyu ve meyve ağırlığı değerleri sırasıyla 16.64 mm, 25.26 mm ve 5.00 g olarak belirlenmiştir. Bir meyvedeki tohum sayısı ise ortalama 22 adettir. Taze meyvelerin hafifçe ezilmesiyle meyveden çıkarılan tohumlar, yıkanarak meyve etinden tamamen ayrılmış, oda sıcaklığında bir gün süreyle kurutulduktan sonra üniform yapıda, canlı ve sağlam olanlar, çimlenme uygulamaları yapılana kadar 4°C'deki iklim dolabında muhafaza edilmiştir.

Yöntem

Çimlendirme uygulamaları

Tohumlar çimlendirme çalışmalarından önce %1'lik çamaşır suyu ile 5 dakika boyunca steril edilmiş ve sonrasında saf su ile yıkanmışlardır. Çimlenmeyi teşvik etmek amacıyla, tohumlar 1 mM, 5 mM, 10 mM ve 15 mM prolin (L-Proline Cas-No:147-85-3, Merck) çözeltilerinde ve kontrol grubunda ise suda olmak üzere 24 saat süre ile oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. Bu sürenin sonunda, 59.52 mm çap ve 14.11 mm yüksekliğe sahip steril petrilere, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 adet olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Tohum çimlendirme çalışmaları, karanlık koşullarda 15°C, 20°C,

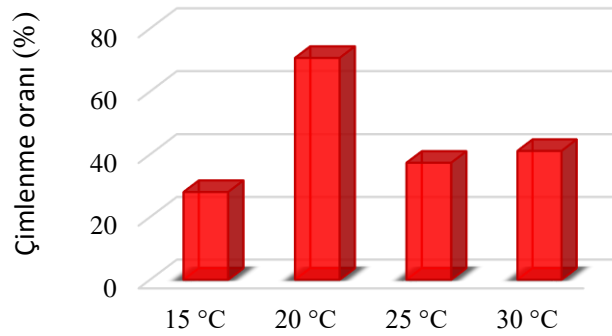
25°C ve 30°C sıcaklıklardaki bitki büyüme kabinlerinde gerçekleştirilmiştir. Çimlenme, günlük olarak gözlenmiştir. Çimlenmenin durduğu 17. güne kadar çimlenen tohumlar her gün sayılarak kaydedilmiş ve kök uzunlukları (mm) ölçülmüştür. Radisil çıkışı görülen (2mm) tüm tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Tohumlarda çimlenme yüzdesinin belirlenmesinde “Çimlenen tohum sayısı/Toplam tohum sayısı x 100” eşitliğinden yararlanılmıştır. Ortalama çimlenme süresinin hesaplanmasında ise Bewley ve Black (1994)'in bildirdiği eşitlik ($O\check{c}s = \frac{\sum(t_i \cdot n_i)}{\sum n_i}$; Oçs: ortalama çimlenme süresi, t_i : testin başlangıcından itibaren geçen süre (gün), n_i : t_i gündeki çimlenen tohum sayısı) kullanılmıştır.

Verilerin değerlendirilmesi

Çalışma, tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuş, uygulamalar arasındaki farklılık JMP 13 paket programında Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile $P < 0.05$ güven seviyesinde test edilmiş, regresyon analizi ile de en yüksek tohum çimlenmesinin gerçekleştiği sıcaklıklar belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Karadut tohumlarının çimlenme oranı üzerine sıcaklık ve prolin uygulamalarının etkisine ait veriler Şekil 1 ve Şekil 2’de sunulmuştur. Kontrol grubunda yer alan tohumlarda sıcaklık uygulamalarına bağlı olarak çimlenme oranı istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek tohum çimlenmesi %70.67 ile 20°C’de gerçekleşmiştir (Şekil 1). Bunu sırasıyla, 30°C (%41.09) ve 25°C (%37.33) izlemiştir. En düşük tohum çimlenmesi ise %28.00 ile 15°C’de tespit edilmiştir. Hartman ve ark. (2002), çimlenme için gerekli sıcaklık isteğinin türlere göre farklılık göstermekle birlikte optimum çimlenme sıcaklığının 15-30°C arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, bazı dut türleri üzerinde gerçekleştirilen tohum çimlendirme çalışmalarında doğrudan 25°C kullanılmış ve çimlenme oranlarının *M. nigra*’da %33 (Koyuncu, 2005), *M. rubra*, *M. laevigata* ile *M. alba* türlerinde %9 ile %66.5 (Gündüz ve ark., 2019) arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen çimlenme değerlerinin daha yüksek gerçekleşmesinin 20°C’nin dutta çimlenme oranı için optimum sıcaklık olarak belirlenmesinin yanında tür ve genotiplerin farklılık göstermesinden kaynaklandığı söylenebilir.



Şekil 1. Uygulama yapılmamış (kontrol) karadut tohumlarının farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranları
Figure 1. Germination rate of untreated (control) black mulberry seeds at different temperatures

Karadut tohumlarının çimlenmesi üzerine prolin uygulamalarının etkisi, çimlenme sıcaklıklarına göre değişkenlik göstermiştir. Prolin uygulamalarının 15°C’de tutulan tohumların çimlenmesi üzerine istatistiksel olarak önemli seviyede bir etkisi belirlenmemiştir. Tohumlarda düşük sıcaklıkların, dokularda oksidatif strese neden olarak çimlenme oranını azalttığı bilinmektedir (Airaki ve ark., 2012). Bu bakımdan çalışmamızda 15°C gibi nispeten düşük sıcaklıkta prolin uygulamalarının çimlenme oranı üzerine etkisinin

olmadığı tespit edilmiştir. Bu sıcaklıkta (15°C) prolin uygulamalarından elde edilen çimlenme oranları (%14.67 ile %22.67 arasında) kontrole göre (%28.00) daha düşük gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Benzer olarak Burton ve Bazzaz (1991), kırmızı dut tohumlarının 5-10°C’deki sıcaklıklarda çimlenmediğini; Singh ve Saratchandra (2003)’da 15°C’nin altındaki ve 39°C’nin üzerindeki sıcaklıkların tohum çimlenmesini engellediğini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, 20°C’de en yüksek çimlenme oranı (%82.67) 5 mM prolin

uygulamasından elde edilirken, en düşük çimlenme oranı 1 mM ve 15 mM prolin uygulamalarından (sırasıyla, %57.33 ve %58.67) alınmıştır. Prolin uygulanan tohumların 25°C'de çimlendirilmesinde, tüm uygulamalar arasında, en yüksek çimlenme oranı %93.33 ile 10 mM prolin dozunda tespit edilmiştir. En düşük çimlenme ise kontrol'de (%37.33) belirlenmiştir.

Sıcaklığın 30°C'ye yükselmesiyle tohum çimlenmesinde bir azalma olduğu görülmüş, en yüksek çimlenme oranı 5 mM prolin uygulamasından (%75.83) elde edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, prolinin sıcaklık artışlarına bağlı olarak tohum çimlenmesini olumlu yönde etkilediği (15°C hariç) belirlenmiştir.

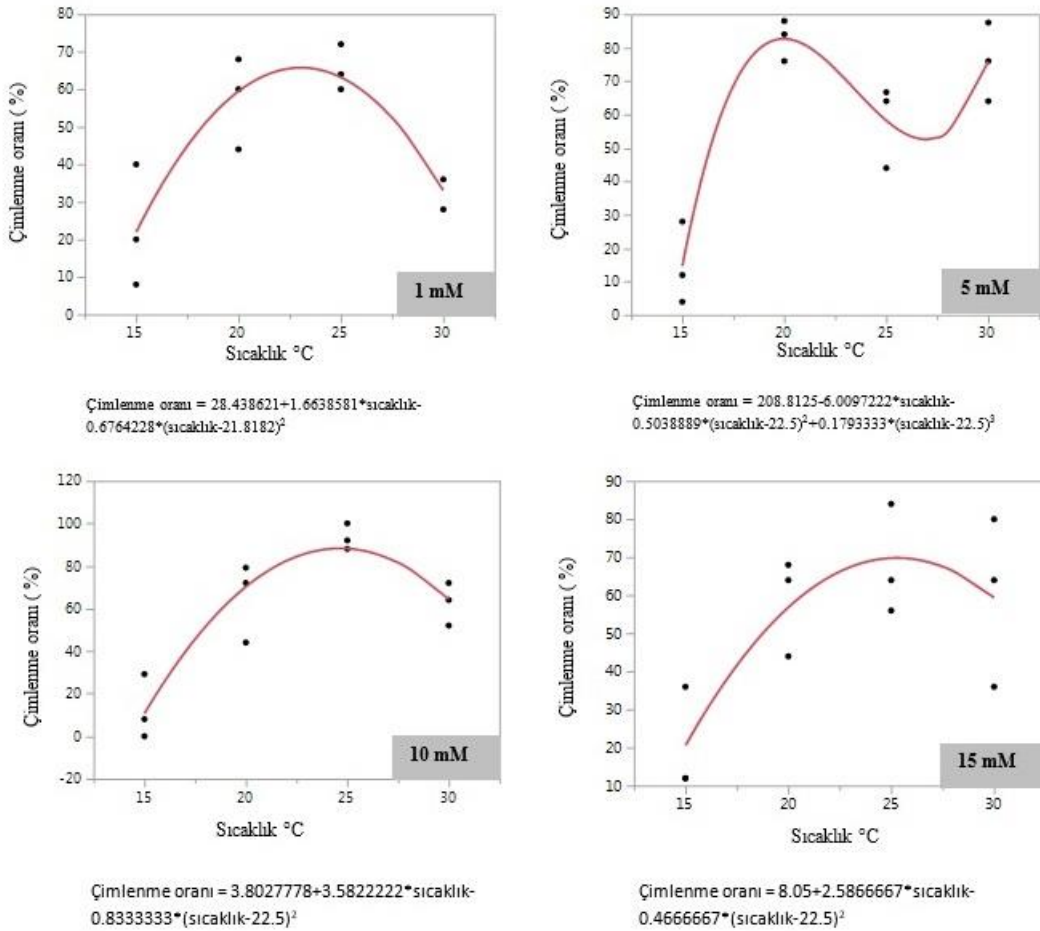
Çizelge 1. Çimlenme oranı (%) üzerine sıcaklık ve prolin uygulamalarının etkileri

Table 1. Effects of temperature and proline applications on germination rate (%)

Uygulama	Doz	15°C	20°C	25°C	30°C
Kontrol	0	28.00 ^{öd}	70.67 ^{öd}	37.33 ^{c*}	41.09 ^{öd}
Prolin	1 mM	22.67	57.33	65.33 ^b	52.00
	5 mM	14.67	82.67	58.22 ^b	75.83
	10 mM	12.39	65.06	93.33 ^a	62.67
	15 mM	20.00	58.67	68.00 ^b	60.00

*Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

öd: Önemli değil



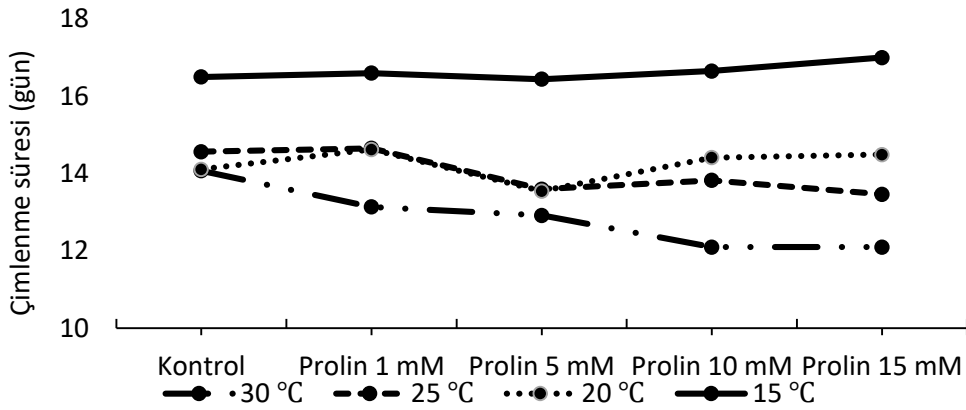
Şekil 2. Prolin uygulamalarının farklı sıcaklık koşullarında çimlenme oranı üzerine etkileri

Figure 2. Effects of proline applications on germination rate at different temperature conditions

Bu sonuçların, prolinin bitki türlerine bağlı olarak sıcaklık, kuraklık ve tuz gibi stres faktörleri altında (Ghaffari ve Tadayon, 2018; Kaur ve Gupta, 2017; Singh ve ark., 2018) veya normal koşullarda (Sultana ve ark., 2000; Parcha, 2016) tohum çimlenmesini uyardığı ile ilgili araştırma sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği söylenebilir. Ayrıca, Neto ve ark. (2004), sıcaklığın 30°C'nin üzerine çıktığında prolinin tohumda çimlenmeyi yavaşlatarak ısı stresine karşı tohumu koruduğunu ve stres koşulları ortadan kalktığında çimlenmenin başladığını bildirmiştir.

Yapılan regresyon analizlerinde, kontrol dışındaki tüm prolin uygulamalarında quadratik model istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Regresyon analizlerinden elde edilen formüllere göre yapılan hesaplamalarda, 1 mM prolin uygulamasında max. çimlenme sıcaklığı 23.05, 10 mM'da 24.65°C ve 15 mM dozunda 25.27°C olarak belirlenmiştir (Şekil 2).

Çimlenme süresi, türe göre değişmekle birlikte, nem, sıcaklık, ışık ve oksijen gibi çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir (Bonner, 2008). Bu çalışmadan elde edilen ortalama çimlenme süresi, sıcaklıklara bağlı olarak 13.06 gün ile 16.61 gün arasında değişim göstermiştir. Aruga (1994) ve Singh ve Saratchandra (2003)'nin de belirttikleri gibi sıcaklığın yükselmesiyle birlikte ortalama çimlenme süresinde genel bir azalma meydana gelmiştir (Şekil 3). Prolin uygulamalarının, ortalama çimlenme süresi üzerine etkisi ise önemsiz bulunmuştur. En yüksek sıcaklık derecesi olan 30°C'de çimlenme 6. günde başlamış ve 12. günden sonra maksimuma ulaşmıştır. 15°C sıcaklıkta ise 14. günden itibaren tohumlarda çimlenme başlamıştır. Benzer olarak Aruga (1994), dutta çimlenmenin 30°C'de 8. günde, 33°C ve 36°C'de ise 6. günde başlayabileceğini bildirmiştir. Genel olarak çimlenme oranı, 15°C hariç, tüm uygulamalarda 13. ve 14. günlerde en yüksek değere ulaşmıştır.



Şekil 3. Ortalama çimlenme süresi (gün) üzerine sıcaklık ve prolin uygulamalarının etkileri
Figure 3. Effects of temperature and proline applications on average germination time (days)

Çizelge 3'de, sıcaklık uygulamalarının tohumların kökçük uzunluğunu kısmen etkilediği görülmektedir. Kontrol uygulamalarında sıcaklık artışına bağlı olarak nispeten bir artış olduğu, ancak prolin uygulamalarının 15°C, 20°C ve 30°C'deki çimlenen tohumların kökçük uzunluğunu

istatistiksel olarak etkilemediği belirlenmiştir. En uzun kökler, 25°C'de 10 mM prolin uygulamasından (2.84 mm) elde edilmiştir. En kısa kök uzunluğu ise 2.27 mm ile kontrolde tespit edilmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Kökçük uzunluğu (mm) üzerine sıcaklık ve prolin uygulamalarının etkileri
Table 2. Effects of temperature and proline applications on root length (mm)

Uygulama	Doz	15°C	20°C	25°C	30°C
Kontrol	0	2.08 ^{öd}	2.04 ^{öd}	2.27b	2.62 ^{öd}
Prolin	1 mM	2.00	2.19	2.33ab	2.85
	5 mM	2.00	2.25	2.63ab	2.86
	10 mM	2.00	3.22	2.84a	2.88
	15 mM	2.00	2.14	2.64ab	2.70

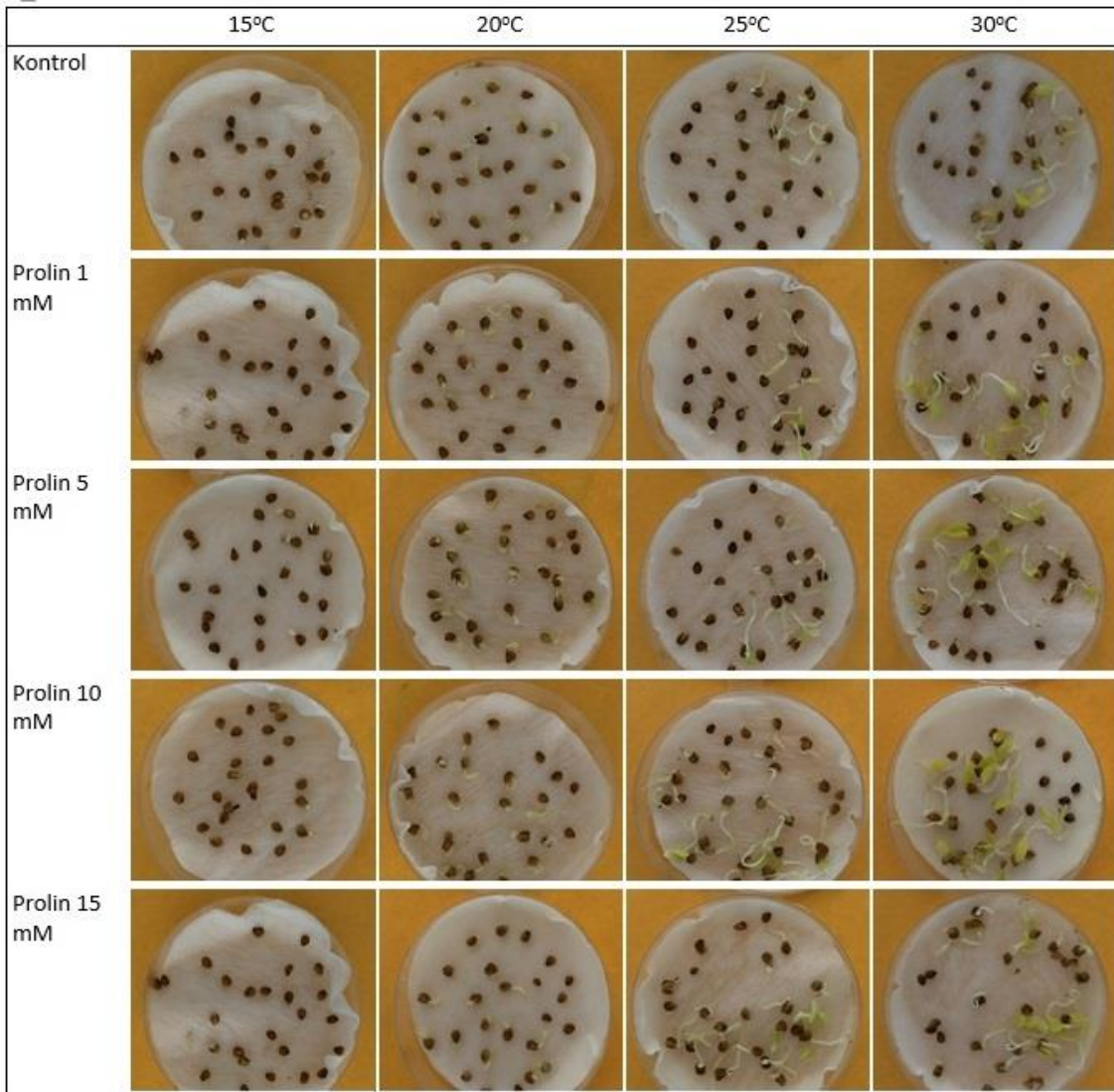
**Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (p<0.05).

öd: Önemli değil

Çimlenme ortamındaki sıcaklık artışı, çimlenen bitkilerin gelişimini de hızlandırmış, çimlenme süresinin sonunda özellikle 30°C sıcaklık uygulamasında, tohum kabukları düşmüş, çenek yapraklar ve hipokotil belirgin bir büyüklüğe erişmiştir (Şekil 4). Seçilen türlere göre çimlenme ve hipokotil oluşumunda bazı farklılıklar görülebilmektedir. Örneğin *Pistacia lentiscus* L. tohumları ile yapılan bir çalışmada, bu çalışma ile benzer biçimde en iyi çimlenme ve hipokotil oluşumu, 15/25°C sıcaklıklarda gözlenmiştir (Köse, 2001).

Sonuç olarak, karadutun vejetatif yolla çoğaltılmasında yaşanan zorluklar yanında ıslah çalışmalarında tohumun kullanılmasının önemi nedeniyle çimlenme çalışmaları oldukça kritiktir. Bu çalışma ile karadutun çoğaltılmasında ve yeni bitki elde edilmesi için özellikle

tohum kaynaklı sorunlara çözüm önerisi getirilmeye çalışılmıştır. Pratikte karadut, beyaz dut üzerine aşılansak çoğaltılmaya çalışılmakta, ancak bu iki tür arasında aşı uyumsuzluğunun bulunduğu bildirilmektedir. Karadut çöğürlerinin fidan üretiminde kullanılması ve son yıllarda artan melezleme ıslahı çalışmalarında melez bitkilerin elde edilmesi, tohumla çoğaltma başarısına bağlıdır. Bu çalışmada, karadut tohumlarında standart çimlendirme için 20°C'nin daha başarılı sonuçlar verdiği saptanmıştır. Ayrıca, tohum kaybını azaltmak ve çimlenme oranını artırmak için en yüksek çimlenme oranının 10 mM prolin uygulanan tohumların 25°C'de çimlenmesinden elde edildiği tespit edilmiştir.



Şekil 4. Sıcaklık (°C) ve prolin (mM) uygulamaları sonrasında çimlenmiş tohumların görünümü
Figure 4. The appearance of germinated seeds after temperature (°C) and proline (mM) applications

ÖZET

Amaç: Karadut (*Morus nigra*), vejetatif ve generatif olarak çoğaltılması zor bir türdür. Bu nedenle tohumlarının daha kolay çimlenebilmesi için araştırmacılar tarafından farklı uygulamalar yapılmaktadır. Bu çalışmada da farklı sıcaklık koşullarında prolin uygulamalarının, karadut tohumlarının çimlenmesi üzerine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Çimlenmeyi teşvik etmek amacıyla tohumlar, 1 mM, 5 mM, 10 mM ve 15 mM prolin çözeltilerinde, kontrol grubunda ise suda olmak üzere 24 saat süre ile oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. Bu sürenin sonunda steril petrilere, 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 25 adet olacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Tohum çimlendirme çalışmaları karanlık koşullarda 15°C, 20°C, 25°C ve 30°C sıcaklıklardaki bitki büyüme kabinlerinde gerçekleştirilmiştir. 17 günlük çimlenme süresi sonunda kontrol grubundaki tohumlarda çimlenme oranı, %28 ile %70.67 arasında değişim göstermiş, en yüksek çimlenme oranı 20°C'de elde edilmiştir. Prolin uygulamalarında, en yüksek çimlenme oranı %93.33 ile 10 mM prolin uygulamasında ve 25°C'de bekletilen tohumlarda belirlenmiştir. Genel olarak çimlenme oranı, 15°C hariç, tüm uygulamalarda 13. ve 14. günlerde en yüksek değere ulaşmıştır.

Genel Yorum: Bu çalışmada, herhangi bir uygulama yapılmadan karadut tohumlarının 20°C'de yüksek oranda çimlendiği tespit edilmiştir. Bu oran, 25°C'de 10 mM prolin uygulamasıyla %90'ın üzerine çıkmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Karadut çöğürlerinin fidan üretiminde kullanılması ve son yıllarda artan melezleme ıslahı çalışmalarında melez bitkilerin elde edilmesi, tohumla çoğaltma başarısına bağlıdır. Çalışma ile tohum kaybının azaltılması ve çimlenme oranının artırılmasında 25°C 10 mM prolin uygulaması oldukça başarılı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Morus nigra*, dinlenme, prolin, tohum çimlenme oranı

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Ağaoğlu YS, Çelik H, Çelik M, Fidan Y, Gülşen Y, Günay A, Halloran N, Köksal İ, Yanmaz R (2001) Genel Bahçe Bitkileri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim, Araş. ve Geliş. Vakfı Yay. No: 5, Ankara. 369s.
- Airaki M, Leterrier M, Mateos RM, Valderrama R, Chaki M, Barroso JB, Del Rio LA, Palma JM, Corpas FJ (2012) Metabolism of reactive oxygen species and reactive nitrogen species in pepper (*Capsicum annuum* L.) plants under low temperature stress. *Plant, Cell and Env.* 35: 281-295.
- Al Absi KM (2010) The effects of different pre-sowing seed treatments on breaking the dormancy of mahaleb cherries, *Prunus mahaleb* L. seeds. *Seed Sci. and Tech.* 38: 332-340.
- Aliniaiefard S, Hajilou J, Tabatabaei SJ (2016) Photosynthetic and growth responses of olive to proline and salicylic acid under salinity condition. *Not. Bot. Horti Agrobi* 44: 579-585.
- Aruga H (1994) Principles of Sericulture. A.A. Balkema/Rotterdam. pp 367.
- Aulifa DL, Fitriansyah SN, Ardiansyah SA, Wibowo DP, Julata YA, Christy DS (2017) Phytochemical screening, antibacterial activity, and mode of action on *Morus nigra*. *Pharmacognosy J.* 10: 167-171.
- Bewley JD, Black M (1994) Seeds: Physiology of Development and Germination. Plenum Press, New York. pp 445.
- Bonner FT (2008) Seed biology, In: The Woody Plant Seed Manual. Agriculture Handbook 727 (Eds. Bonner FT and Karrfalt RP), United States Department of Agriculture, Forest Service, USA. pp 3-38.
- Bozdoğan O, Karaman Y, Uyar F, Evli S, Akkaya F, Tursun N (2018) *Rumex crispus* L. (kivırcık labada) tohumlarındaki dormansinin kırılmasında farklı uygulama yöntemlerinin etkileri. *Mustafa Kemal Üni. Zir. Fak. Der.* 23: 188-196.
- Burton PJ, Bazzaz FA (1991) Tree seedling emergence on interactive temperature and moisture gradients and in patches of old-field vegetation. *Amer. J. Bot.* 78: 131-149.
- Chang JC (2008) 'Miaoli No. 1' mulberry: a new cultivar for berry production. *HortSci.* 43: 1594-1595.
- Çalışkan O, Mavi K, Polat AA (2012) Influences of presowing treatments on the germination and emergence of fig seeds (*Ficus carica* L.). *Acta Sci. Agro. Mar.* 34: 293-297.
- El Obeidy AA (2005) Flowering and fruiting of cv. Pakistan mulberry under saline soil conditions in Egypt. *Fruits* 60: 405-411.

- Ercişli S (2004) A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. *Genet. Resour. Crop Evol.* 51: 419-435.
- Ercişli S, Orhan E (2007) Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chem.* 103: 1380-1384.
- Erdoğan V, Aygün A (2006). Karadut'un (*Morus nigra* L.) yeşil çelikle çoğlatılması üzerinde bir araştırma. II Ulusal Üzümsü Meyveler Sempozyumu, 14 - 16 Eylül, Tokat, ss. 172-175.
- Gerçekçioğlu R, Çekiç Ç (1999) Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) tohumlarının çimlenmesi üzerine bazı uygulamaların etkileri. *Tr. J. of Agri. and For.* 23: 145-150.
- Ghaffari H, Tadayon MR (2018) Effect of proline on seed germination indices of Castile sugar beet cultivar seed germination criteria under drought stress. *Iranian J. Seed Sci. and Tech.* 7: 171-182.
- Gosling P (2007) Raising Trees and Shrubs from Seed. Forestry Commission 231 Corstorphine Road Edinburgh. pp 28.
- Gündüz K, Karaat FE, Uzunoğlu F, Mavi K (2019) Influences of pre-sowing treatments on the germination and emergence of different mulberry species seeds. *Acta Sci. Pol. Hort. Cult.* 18: 97-104.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies FT, Geneve RL (2002) Plant Propagation: Principles and Practices. 7th ed. : Prentice Hall, New Jersey. pp 880.
- Hayat S, Hayat Q, Alyemni MN, Wani AS, Pichtel J, Ahmad A (2012) Role of proline under changing environments: a review. *Plant Sig. and Beh.* 7: 1-11.
- Kaur G, Asthir B (2015) Proline: a key player in plant abiotic stress tolerance. *Biol. Plant.* 59: 609-619.
- Kaur H (2017) Influence of proline and ascorbic acid on seed germination behavior of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under salt stress. MSc Thesis, Punjab Agri. Univ., 61 p.
- Kaur S, Gupta N (2017) Effect of proline and salicylic acid on germination and antioxidant enzymes at different temperatures in muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds. *J. of App. and Nat. Sci.* 9: 2165-2169.
- Kavi Kishor PB, Hima Kumari P, Sunita MSL, Sreenivasulu N (2015) Role of proline in cell wall synthesis and plant development and its implications in plant ontogeny. *Front. Plant Sci.* 6:544.
- Koyuncu F (2005) Breaking seed dormancy in black mulberry (*Morus nigra* L.) by cold stratification and exogenous application of gibberellic acid. *Acta Biol. Crac. Ser. Bot.* 47: 23-26.
- Köse H (2001) Doğal bitki örtüsünde bulunan bazı odunsu süs bitkilerinin tohum çimlendirme yöntemleri üzerinde araştırmalar IV. *Pistacia lentiscus* L. (sakız ağacı). *Anadolu Der.* 11: 1-13.
- Mattioli R, Costantino P, Trovato M (2009) Proline accumulation in plants, not only stress. *Plant Sig. & Beh.* 4: 1016-1018.
- Neto NBM, Custosio CC, Gatti AB, Priolli MR, Jose V, Cardoso M (2004) Proline: use as an indicator of temperature stress in bean seeds. *Crop Breed. and App. Bio.* 4: 330-337.
- Parcha D (2016) Effect of seed treatment with proline ad salicylic acid on germination in tinda (*Citrullus vulgaris* L.) cv. S-48 at different temperatures. MSc Thesis, Punjab Agri. Univ., 74p.
- Rodrigues EL, Marcelino G, Silva GT, Figueiredo PS, Garcez WS, Corsino J, Guimaraes RCA, Freitas C (2019) Nutraceutical and medicinal potential of the *Morus* species in metabolic dysfunctions. *Int. J. Mol. Sci.* 20 (2): 1-16.
- Schwacke R, Grallath S, Breikreuz KE, Stransky H, Frommer WB, Rentsch D (1999) LeProT1, a transporter for proline, glycine betaine and γ -amino butyric acid in tomato pollen. *Plant Cell* 11:377-91.
- Singh M, Singh A, Nehal N, Sharma N (2018) Effect of proline on germination and seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.) under salt stress. *J. of Phar. and Phyto.* 7: 2449-2452.
- Singh T, Saratchandra B (2003) Principles and Techniques of Silkworm Seed Production. Discovery Publishing House, New Delhi, India. pp 376.
- Sultana N, Ikeda T, Mitsui T (2000) GA3 and proline promote germination of wheat seeds by stimulating α -amylase at unfavorable temperatures. *Plant Pro. Sci.* 3: 232-237.
- Türemiş N, Pırlak L, Eşitken A, Erdoğan Ü, Tümer A, İmrak B, Burgut A (2017) A field survey of promising mulberry (*Morus* spp.) genotypes from Turkey. *Erwerbs-Obstbau* 59: 101-107.
- Vijayan K, Srivastava PP, Raju PY, Saratchandra B (2012) Breeding for higher productivity in mulberry. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 48: 147-156.
- Yıldız K, Çekiç Ç, Güneş M, Özgen M, Özkan Y, Akça Y, Gerçekçioğlu R (2009) Farklı dönemlerde alınan karadut (*Morus nigra* L.) çelik tiplerinde köklenme başarısının belirlenmesi. *GOÜ. Zir. Fak. Der.* 26: 1-5.

Farklı tuzluluk seviyelerinin bazı kamışı yumak (*F. arundinacea*) çeşitlerin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi

Effects of different salinity stress levels on germination and early seedling performance of some tall Fescue (*F. arundinacea*) species

Mustafa KIZILŞİMŞEK¹ , Eylül Nezahat SÜREN¹ 

¹Kahramanmaraş Sütcü İmam University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Onikişubat-Kahramanmaraş, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.711450](https://doi.org/10.37908/mkutbd.711450)

Geliş tarihi / Received: 30.03.2020

Kabul tarihi / Accepted: 07.05.2020

Keywords:

Turf grass, Germination, Salinity, seedling development.

✉ Corresponding author: M. KIZILŞİMŞEK

✉: mkizil@ksu.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This research was carried out under laboratory conditions to determine the germination performance of some *Festuca arundinacea* cultivars at different salt concentrations. Three *F. arundinacea* cultivars (Starlet, Filippo and Greenfront) were used as plant material in the experiment.

Methods and Results: The salinity concentrations was prepared using KCl, NaCl, MgCl₂ and CaCl₂ to establish different salinity concentrations in the study. In addition to control application, 2 salinity doses (4 and 8 dSm⁻¹) which have different electrical conductivities (EC) were used in the experiment. In the research, seedling length, seedling radicle (root) length, seedling plumula (shoot) length, fresh plumula weight, fresh radicle (root) weight, dry plumula weight, dry radicle weight and germination rate characteristics were investigated.

Conclusions: It was determined that *Festuca* cultivars demonstrated sensitivity even brackish and mesohaline salinity levels.

Significance and Impact of the Study: This salt stress study was carried out for three *F. arundinacea* cultivars prescribed for using to establish green land. It has been expected that this study could provide knowledge for further studies.

Atf / Citation: Kızıllşımşek M, Süren EN (2020) Farklı tuzluluk seviyelerinin bazı kamışı yumak (*F. arundinacea*) çeşitlerin çimlenme ve erken fide gelişimi üzerine etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 189-197. DOI: 10.37908/mkutbd.711450

GİRİŞ

Günümüzde dünyanın bir çok bölgesinde ve ülkemizde hızlı kentleşme sorunu mevcuttur. Özellikle şehirlerin beton yapıları arasında belli ölçüde yeşil alan yapılması, şehirlerin gelişmişliği bakımından da bir ölçü haline gelmiştir. Bu noktada çim bitkilerinin önemi kendini belli etmekte, yoğun kentleşme karşısında önemli bir toplumsal gereksinim olarak karşımıza çıkmaktadır (Altan, 1989; Avcioğlu, 1997; Kuşvuran ve Tansı, 2009). Çim örtüleri, buldukları alanlarda hava kirliliğinin önlenmesi, gürültü düzeyinin azaltılması, toz sorununun önemli derecede giderilmesi (Avcioğlu, 1997), mevcut

ortamı serinletmesi (Sencer ve Gökmen, 1996) gibi hayati görevler yapmaktadırlar. Gelişmiş düzeydeki Avrupa ülkelerinde kişi başına düşen yeşil alan miktarı 8-12 m² iken, ülkemiz için bu rakamın 2 m² olduğu bilinmektedir. Dünya metropollerinden Rio de Janeiro, Paris, Londra, New York ve İstanbul için yeşil alan oranının sırasıyla; %29, %9.4, %38.4, %14 ve %1.5 olması yeşil alanlarımızın ne kadar sınırlı olduğunu açık bir göstergesidir (Sözen ve ark., 1991).

Tuzluluk sorunu, dünyanın her yerinde bitki gelişmesini ve büyümesini negatif bakımdan etkileyen önemli değişkenlerden biri olarak kabul edilebilir. Dünya yüzeyindeki alanın yaklaşık %10'u tuzluluk sorunu

yaşanabilecek topraklardan oluşmakta, sulama yapılan alanların ise %33-50 arasındaki bir bölümü tuzluluktan etkilenmektedir (Carrow ve Duncan 1998; Marcum, 2006). Ülkemizde 1.5 milyon ha alanda az veya çok bir tuzluluk problemi olduğu bildirilmiştir (Aşçı, 2011). Tuzluluk çoğunlukla kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde taban suyunun kapilarite yoluyla toprak yüzeyine çıkması ve ardından buharlaşma sonucunda, toprak yüzeyinde tuzun birikmesi olayı (Richards, 1954) şeklinde tanımlanmaktadır. Bununla birlikte, kullanılan gübreler ve sulama suyunun tuz içermesi gibi faktörler de tuzluluğun diğer nedenleri arasındadır (Manuchehri ve Salehi, 2015).

Yeşil alan bitkileri, azotlu gübre ve su ihtiyacı yüksek olan, bu nedenle sık ve yoğun gübrelenen, özellikle yağışların olmadığı dönemde de oldukça sık bir şekilde sulanan bitkilerdir. Sulama suyu kalitesi kötü olduğunda veya tuz içerdiğinde, yoğun gübre kullanımı ve yaz aylarındaki yoğun buharlaşmanın da etkisiyle, toprakta tuz birikimi de zamanla artmaktadır. Bitki yetiştirme ortamındaki tuz fazlalığı, osmotik basınç etkisi, iyon toksitesi veya su alımının engellenmesi gibi etkilerle bitkinin gelişmesini ciddi boyutlarda sınırlar ve bitki büyümesini engeller (Ekmekçi ve ark., 2005). Son yıllarda toprak tuzluluğunun osmotik dengeyi bozduğu ve iyon toksitesine neden olduğu, ancak bazı bitkilerin hücrelerinin turgor değişim miktarını azaltan ve protein bozulmasını önleyen prolin enzimini üreterek bu yan etkileri azalttığı ve tuzluluğa karşı daha tolerant hale geldiği açıklanmıştır (Manuchehri ve Salehi, 2015). Glikofit (tuza duyarlı) bitkiler ile halofit (tuza toleranslı) bitkilerin morfolojik ve fizyolojik yapıları birbirine çok yakındır. Ancak, halofit bitkiler, bünyelerinde tuz adaptasyonu ile ilgili fizyolojik mekanizmaları daha etkin şekilde kullanmaktadır. Tuzluluk problemi bulunan alanlarda veya sulama suyunun belli oranda tuz içermesi durumunda, tuzun yarattığı olumsuz etkilerin giderilmesi için en etkili yöntemlerin başında, tuzluluğa dayanıklı türlerin ve/veya çeşitlerin kullanılması gelmektedir. Nitekim, Suarez ve Olivera (2016) son yıllarda çim alan bitkileri için ıslah çalışmalarının, kuraklık (Barnes ve ark., 2014), gölgeye dayanıklılık (Trappe ve ark., 2011), düşük sıcaklıklara dayanıklılık (Li ve ark., 2010) ve tuzluluğa dayanıklılık (Abogadallah ve ark., 2010) gibi abiyotik stres faktörleri üzerine yoğunlaştığını bildirmiştir.

Islah çalışmaları yanında, mevcut çeşitlerin de abiyotik stres şartlarına karşı gösterdikleri tepkilerin de bilinmesi gereklidir. Bu çalışma, çim alan tesisinde ülkemizde de yaygın olarak kullanılan *F. arundinacea* türüne ait bazı çeşitlerin farklı tuzluluk seviyelerindeki çimlenme ve gelişme özelliklerini incelemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma 2017 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarında, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Araştırmada kullanılan çim tohumları, merkezi İzmir'de bulunan tedarikçi bir firmadan temin edilmiş olup araştırma kapsamında kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) türüne ait Starlet, Filippo ve Greenfront çeşitleri bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

Bu çalışma, bazı çim tür ve çeşitlerin farklı tuzluluk seviyelerinde performanslarının araştırılması amacıyla Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü laboratuvarlarında, 2017 yılında tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekerrürlü kurulmuştur. Çalışma kapsamında öncelikle kullanılacak en yüksek doz olan 8 dSm⁻¹ yoğunluktaki çözeltiyi elde etmek için, 0.74 g KCL (potasyum klorür), 1.47 g NaCL (sodyum klorür), 1.4 g CaCL (kalsiyum klorür) ve 2.03 g MgCL (magnezyum klorür) yeteri kadar saf su ile karıştırılmıştır. Söz konusu tuz kaynaklarının seçiminde, tarımsal alanlarda ve sulama sularında en çok bulunan tuz türleri dikkate alınmıştır. Elde edilen bu çözelti stok çözelti olarak ele alınmış ve EC₁ * ML₁ = EC₂ * ML₂ formülüne göre, %50 seyreltilerek 4 dSm⁻¹ yoğunluğu elde edilmiştir. Çözeltilerin 4 ve 8 dSm⁻¹ değerlerine ulaştığını ölçmek için, EC (elektriksel iletkenlik) ölçüm cihazı kullanılmıştır.

Çalışma kapsamında 9 cm çapında petrilere uygun şekilde iki kat kurutma kağıdı kesilerek petrilere altına konulmuştur. Her petriye 25'şer tohum konulup üzerine uygun çözeltilerden 5 ml ilave edilmiştir. Petri kabında bulunan çözeltinin buharlaşarak tuz konsantrasyonunda değişikliğe neden olmaması amacıyla tüm petri kaplarının kapakları konulduktan sonra etrafı parafilm ile kapatılmış ve 15°C'ye ayarlanan çimlendirme dolabına konulmuştur. Çimlendirme dolabındaki petrilere 3 günde bir incelenmiş, her bir petride çimlenen bitki sayısı kaydedilmiştir ve eksilen çimlendirme suları uygun konsantrasyonlarda ilave edilmiştir. Çimlendirmenin 12. gününde, çimlenen bitkiler sayılmış ve petrideki toplam tohum sayısına oranlanarak çimlenme oranı hesaplanmıştır. Ayrıca, 12. günün sonunda, her bir uygulamaya ait petri kaplarından tesadüfen alınan 10 fidede, fide boyu, plumula boyu ve radikula boyu cetvel yardımı ile mm cinsinden ölçülmüş ve ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Aynı 10 fidenin üzerinde kalan tohum kavuzları ayrılarak alındıktan sonra, 0.0001 g hassasiyetli terazide tartılıp 10'a bölünerek, fide yaş ağırlığı değeri bulunmuştur. Daha

sonra 10 fide, kök boğazından jilet ile kesilerek, plumula ve radikula kısımlarına ayrılmış ve yaş plumula ve radikula ağırlıkları aynı yöntemle belirlenmiştir. Örnekler kurutma kağıtları arasına konularak, 78°C'de 48 saat kurutulduktan sonra desikatöre alınmış ve tekrar tartılarak kuru plumula ve kuru radikula ağırlıkları belirlenmiştir. Bu ağırlıklar toplanarak fide kuru ağırlığı hesaplanmıştır. Elde edilen veriler, SAS istatistik paket programı kullanılarak Tesadüf Parsellerinde Faktöriyel Düzenleme deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş, aralarındaki farkların önemli olduğu ($P < 0.05$) ortalamalar ise LSD testi ile gruplandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Fide, Plumula ve Radikula Uzunluğu, Yaş ve Kuru Ağırlığı

F. arundinacea çeşitlerinin farklı tuzluluk derecelerindeki fide, radikula ve plumula uzunluklarına ile yaş ve kuru ağırlıklarına ait ortalama değerler ve oluşan gruplar Çizelge 1'de verilmiştir. Tuzluluk derecelerinin *F. arundinacea* çeşitlerinin incelenen tüm özellikleri üzerine istatistiksel olarak önemli etkilerde bulunduğu belirlenmiştir. Çeşitler arasındaki farklılığı ise, fide ve plumula boyu ile fide ve plumula kuru ağırlık özellikleri bakımından önemli olduğu, diğer özellikler bakımından çeşitler arasında önemli bir farklılığı bulunmadığı belirlenmiştir.

F. arundinacea çeşitlerinin fide boyu, plumula boyu ve radikula boyu bakımından en yüksek değerlerin sırasıyla 98.67, 47.91 ve 50.64 mm ile kontrol uygulamasından elde edildiği, en düşük derecede tuz uygulamasının bile her üç özellik üzerinde önemli olumsuz etkilerde bulunduğu görülmüştür (Çizelge 1). Özellikle 8 dSm⁻¹ uygulamasında söz konusu değerler aşırı derecede azalmıştır.

Hafif tuzluluk derecesi olan 4 dSm⁻¹ seviyesinde bile fide boyu, plumula boyu ve radikula boyu değerlerinin kontrol grubuna göre, sırasıyla %75.69, %69.09 ve %81.87 oranında azaldığı belirlenmiştir. Bu durumda tuzluluk şartlarında kök sisteminin toprak üstü aksama göre çok daha fazla miktarda olumsuz etkilendiği söylenebilir. Tuza tolerans bakımından en öncelikli parametrelerden birisi bitkinin radikula gelişimidir. Çimlenme esnasında bitkinin bünyesine su alımına engel olan tuzluluk sorunu yoksa, bitki kök sistemi normal bir gelişim gösterir. Tuz stresine maruz kalan bitkilerin gelişimi, su alımında sorun yaşadıkları için olumsuz etkilenmektedir. Nitekim Atak ve Çiftçi (2006) ile Kara ve ark. (2011) tuzluluğun özellikle radikula gelişimini olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Gao ve Li (2014), tuzluluk uygulaması ile *F.*

arundinacea bitkisinin sap ve kök biyomasını kontrol uygulamasına kıyasla sırasıyla %58 ve %63 oranında azaldığını, tuzluluğun kök gelişimini daha çok engellediğini bildirmiştir.

Starlet çeşidi fide (54.46 mm) ve plumula boyu (29.74 mm) değerleri ile çeşitler arasında en yüksek değerlere sahip olmuş, bunu önemsiz bir farklılıkla Greenfront çeşidi izlemiştir. Flippo çeşidinin ise en düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir. Radikula boyu bakımından her ne kadar çeşitler arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli olmasa da, diğer iki özellikteki gibi, Starlet çeşidi en yüksek değere, Flippo çeşidi ise en düşük değere sahip olmuştur. *F. arundinacea* çeşitlerinin özellikle fide ve plumula boyu bakımından tuzluluk derecelerine tepkilerinin birbirinden farklı olduğu da söylenebilir. Kuşvuran ve ark. (2014), farklı *F. arundinacea* çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki çimlenme ve fide gelişimi üzerine yaptıkları çalışmalarında, tuz uygulamasıyla birlikte tüm çeşitlerin çimlenme oranlarının, plumula ve radikula uzunluğunun önemli ölçüde azaldığını, ancak bu azalmaların tuz derecesine ve çeşide bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Farklı tuzluluk derecelerinin radikula yaş ağırlığı değerlerini çok ciddi düzeyde azalttığı görülmektedir. En yüksek radikula yaş ağırlığı 4.52 mg/fide ile kontrol parselinden elde edilirken, en düşük tuz uygulaması olan 4 dSm⁻¹ uygulamasında bile bu değer %93.85 oranında azalarak 0.28 mg/fide seviyesine düştüğü saptanmıştır. Fide, plumula ve radikula yaş ağırlıkları bakımından çeşitlerin tuzluluk derecelerine verdiği tepkiler ise birbirinden farklı bulunmamıştır.

Fide kuru ağırlığı değerleri bakımından hem çeşitler arasında hem de tuzluluk seviyeleri bakımından önemli farklılıkların bulunduğu Çizelge 1'den izlenmektedir. Uygulanan tuzluluk seviyesi arttıkça, fide kuru ağırlığı değerinin çok önemli bir şekilde azaldığı görülmektedir. En yüksek fide kuru ağırlığı değeri Starlet çeşidinden elde edilmiş, bunu önemsiz bir farklılıkla Greenfront çeşidi izlemiş, en düşük değer ise Flippo çeşidinden elde edilmiştir (Çizelge 1).

Farklı tuzluluk seviyelerinde çimlendirilen *F. arundinacea* çeşitlerinin ortalama fide yaş ağırlığı değerleri incelendiğinde, tuzluluk seviyeleri arasındaki farklılığın önemli olduğu, en yüksek değer 15.50 mg/fide ile kontrol uygulamasından elde edildiği, tuzluluk arttıkça bu değer önemli ölçüde azaldığı ve en düşük değer 0.34 mg/fide ile 8 dSm⁻¹ tuzluluk uygulamasından elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 1). Ortalama plumula yaş ağırlığı değerleri üzerine tuzluluk derecelerinin önemli etkilerinin bulunduğu, hafif derecede tuzluluğun bile (4 dSm⁻¹) *F. arundinacea*

çeşitlerinin plumula yaş ağırlığı üzerine çok önemli olumsuz etkilerinin olduğu ve plumula yaş ağırlığının kontrol uygulamasına göre %95.76 düzeyinde azaldığı saptanmıştır. Demiroğlu Topçu ve ark. (2016), Ertekin ve ark. (2017) ve Ertekin ve ark. (2018) tuz dozu arttıkça

bitkilerin kleoptil boyunun kısalacağını ve yaş ağırlıklarının da önemli derecede azaldığını bildirmişlerdir. Fide ve plumula yaş ağırlığı değerleri bakımından çeşitler arasında önemli bir farklılık bulunmamıştır.

Çizelge 1. Farklı tuzluluk derecelerinde çimlendirilen *F. arundinacea* çeşitlerinin ortalama fide, plumula ve radikula uzunlukları, yaş ağırlıkları, kuru ağırlıkları ve oluşan gruplar

Table 1. Mean seedling, shoot and root length and statistical groups of *F. arundinacea* germinated at different salt concentration

Çeşitler	Fide Boyu (mm)				Plumula Boyu (mm)				Radikula Boyu (mm)			
	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.
Starlet	110.57	27.80	25.00	54.46 a	55.90	15.03	18.30	29.74 a	54.33	12.77	6.70	24.60
Greenfront	96.77	25.00	18.20	46.66 b	44.57	15.33	14.53	24.81ab	52.20	9.70	3.67	21.86
Filippo	88.67	19.13	15.40	41.07 b	43.28	14.07	13.13	23.49 b	45.37	5.07	2.27	17.57
Ortalama	98.67 a	23.98 b	19.53 b		47.91 a	14.81 b	15.32 b		50.64a	9.18 b	4.21 b	
LSD (%5)	Çeşit:10.44 Tuzluluk:10.44 İnt.:Ö.D.				Çeşit:4.94 Tuzluluk:4.94 İnt.: Ö.D.				Çeşit: Ö.D. Tuzluluk:7.23 İnt.: Ö.D.			
Çeşitler	Fide Yaş Ağırlığı (mg/fide)				Plumula Yaş Ağırlığı (mg/fide)				Radikula Yaş Ağırlığı (mg/fide)			
	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.
Starlet	17.92	6.22	0.46	8.20	12.78	5.90	0.33	6.34	5.15	0.33	0.13	1.88
Greenfront	15.07	4.49	0.37	6.64	10.17	4.20	0.25	4.87	4.63	0.29	0.11	1.68
Filippo	13.51	3.97	0.19	5.89	9.75	3.76	0.11	4.54	3.77	0.21	0.08	1.35
Ortalama	15.50 a	4.89 b	0.34 c		10.90a	4.62 b	0.23 c		4.52 a	0.28 b	0.11 b	
LSD (%5)	Çeşit: Ö.D. Tuzluluk:3.41 İnt.: Ö.D.				Çeşit: Ö.D. Tuzluluk: 2.30 İnt.: Ö.D.				Çeşit: Ö.D. Tuzluluk:1.38 İnt.: Ö.D.			
Çeşitler	Fide Kuru Ağırlığı (mg/fide)				Plumula Kuru Ağırlığı (mg/fide)				Radikula Kuru Ağırlığı (mg/fide)			
	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	Ort.
Starlet	8.76 A	0.47 D	0.24 D	3.15 a	5.02 A	0.27 C	0.15 C	1.81 a	3.73	0.19	0.09	1.34
Greenfront	7.75B	0.36 D	0.18 D	2.76 a	4.59 AB	0.19 C	0.12 C	1.63 a	3.16	0.17	0.06	1.13
Filippo	3.50 C	0.29 D	0.11 D	1.30 b	0.57 C	0.16 C	0.06 C	0.26 b	2.93	0.13	0.05	1.04
Ortalama	6.67 a	0.37 b	0.18 b		3.40 a	0.21 b	0.11 b		3.27 a	0.17 b	0.07 b	
LSD (%5)	Çeşit:0.39 Tuzluluk:0.39 İnt.:0.69				Çeşit: 0.42 Tuzluluk:0.42 İnt.: 0.71				Çeşit: Ö.D. Tuzluluk:0.38 İnt.: Ö.D.			

Ö.D.: Önemli değil. İnt.: İnteraksiyon. Ort.: Ortalama

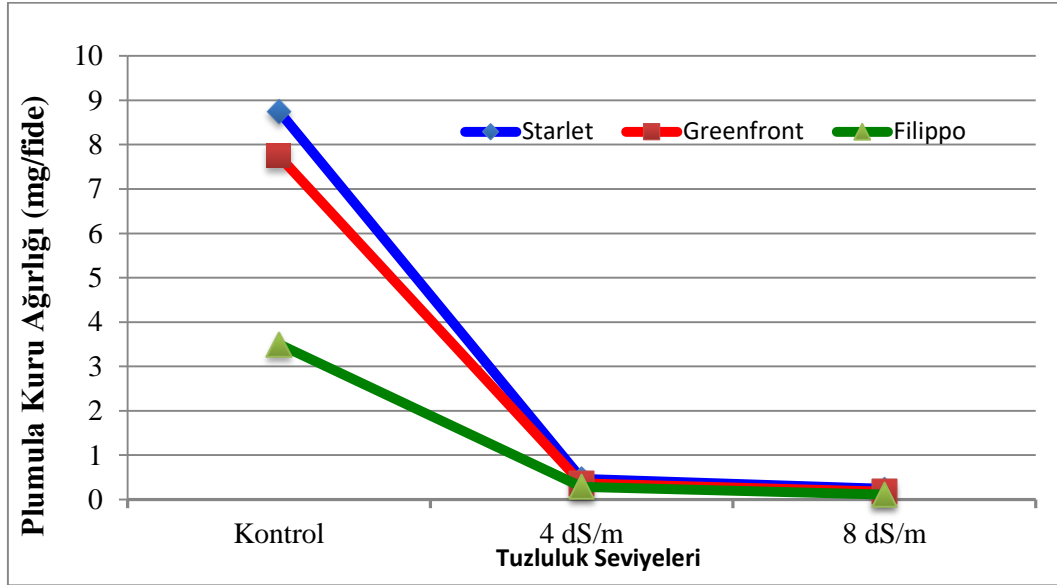
Kuşvuran ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada, *F. arundinacea* çeşitlerinin plumula yaş ağırlığının tuzluluk derecelerinden önemli derecede etkilendiğini, çeşitler arasında da bu özellik bakımından önemli farklılıklar bulunduğunu bildirmişlerdir.

Fide kuru ağırlık değerleri bakımından *F. arundinacea* çeşitleri ile tuzluluk uygulamalarının etkileri arasında önemli bir interaksiyon tespit edilmiş olup, bu interaksiyona ait grafik Şekil 1'de gösterilmiştir.

Araştırmada kullanılan *F. arundinacea* çeşitlerinin fide kuru ağırlığı değerleri bakımından farklı tuzluluk seviyelerine farklı tepkiler verdiği, bu nedenle bir Çeşit x Tuzluluk interaksiyonunun olduğu belirlenmiştir. Çeşitlerin farklı tuzluluk derecelerine farklı tepkiler verdiği Şekil 1'den izlenmektedir. Kontrol uygulamasında çeşitlerin fide kuru ağırlık değerleri bakımından büyük farklılıklar gösterdiği, buna karşılık, 4 dSm⁻¹ ve 8 dSm⁻¹ tuzluluk uygulamalarında tüm çeşitlerin birbirine oldukça yakın değerlere sahip olduğu

görülmektedir. Diğer bir ifadeyle kontrol uygulamasında çeşitler birbirlerinden farklı tepkiler ortaya koyarken, tüm tuzluluk uygulamalarında birbirlerine benzer sonuçlar ortaya çıkarmışlardır. Çeşitlerin, kontrol uygulamasında birbirlerinden oldukça farklı, tuzluluk şartlarında ise birbirine benzer sonuçlar üretmesi, bir interaksiyona neden olmuştur.

Plumula kuru ağırlıkları bakımından hem çeşitler hem de tuzluluk dereceleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Starlet çeşidi, diğer bir çok özelliğe olduğu gibi, plumula kuru ağırlığı bakımından da en yüksek değerlere sahip olmuştur.



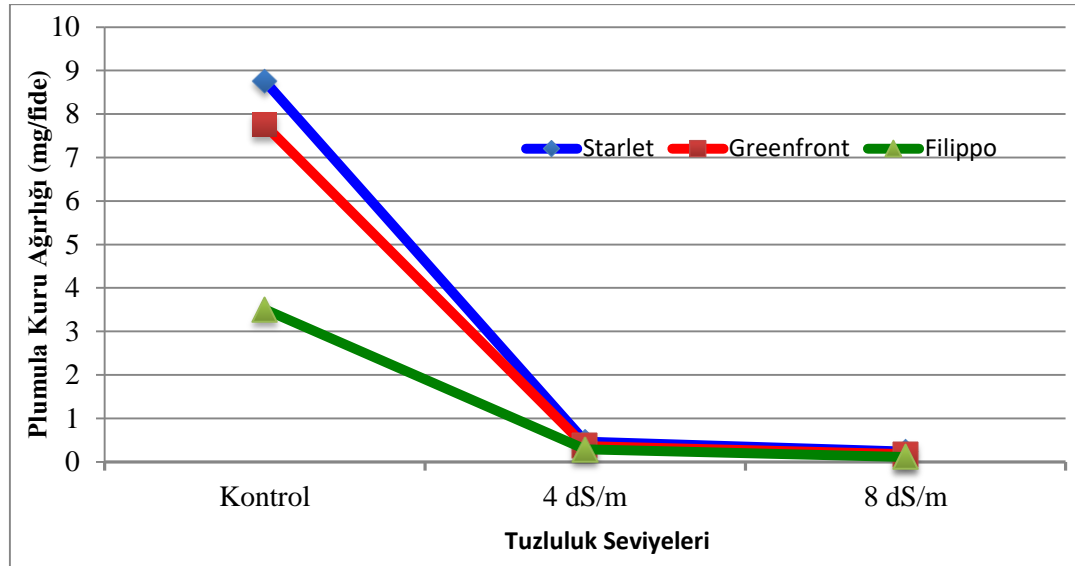
Şekil 1. Farklı tuzluluk seviyeleri uygulanmış *F. arundinacea* çeşitlerinin fide kuru ağırlığına ilişkin çeşit x tuzluluk interaksiyonu

Figure 1. Cultivar and salt concentration interactions relating to seedling dry weight of *F. arundinacea* cultivars germinated at different salt concentrations

Tuzluluk uygulamaları bakımından en yüksek Plumula kuru ağırlığı değerlerinin 3.40 mg/fide ile kontrol uygulamasından elde edildiği, bunu önemli bir farklılıkla ve 0.21 ve 0.11 mg/fide değerleri ile sırasıyla 4 dSm⁻¹ ve 8 dSm⁻¹ uygulamalarının izlediği belirlenmiştir. Araştırma verilerine dayanarak, Plumula kuru ağırlığı bakımından *F. arundinacea* çeşitleri arasında önemli farklılıklar bulunduğu ancak, tüm çeşitlerin hafif tuzluluk derecelerinden bile ciddi düzeyde etkilendiği, tuzluluğun özellikle kök gelişimini daha fazla engellediği belirlenmiştir. Benzer bir sonuç, Gao ve Li (2014)'nin

F. arundinacea ile yaptıkları çalışmadan da elde edilmiştir. Bununla birlikte, tuzluluğun genellikle bitkilerin toprak üstü aksamalarını, toprak altı aksamlarından daha fazla etkilediğini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Pawlowicz ve ark., 2018).

Plumula kuru ağırlık değerleri bakımından *F. arundinacea* çeşitlerinin performansları ile tuzluluk uygulamalarının etkileri arasında önemli bir interaksiyon bulunduğu saptanmış ve bu interaksiyona ilişkin veriler Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Farklı tuzluluk seviyeleri uygulanmış *F. arundinacea* çeşitlerinin plumula kuru ağırlığına ilişkin çeşit x tuzluluk interaksiyonu

Figure 2. Cultivar and salt concentration interactions relating to shoot dry weight of *F. arundinacea* cultivars germinated at different salt concentrations

Araştırmada kullanılan *F. arundinacea* çeşitlerinin plumula kuru ağırlığı değerleri bakımından farklı tuzluluk seviyelerine farklı tepkiler verdiği ve bu nedenle bir Çeşit x Tuzluluk interaksiyonunun olduğu belirlenmiştir. Kontrol uygulamasında plumula kuru ağırlıkları bakımından çeşitler arasında büyük farklılıklar bulunduğu, ancak 4 dSm⁻¹ ve 8 dSm⁻¹ tuzluluk seviyelerinde çeşitlerin benzer tepkiler verdiği görülmektedir. Kontrol uygulamasında en yüksek ve en düşük plumula kuru ağırlık değerlerine sahip çeşitler arasında %88.65'lik bir farklılık bulunurken, 4 dSm⁻¹ ve 8 dSm⁻¹ tuzluluk uygulamalarında bu değer sırasıyla %42.49 ve %59.18 olarak gerçekleşmiştir. Yani kontrol uygulamasında çeşitler arasında var olan bu büyük farklılık, tuzluluk uygulamalarında büyük ölçüde ortadan kalkmıştır. Bu nedenle istatistiksel olarak önemli bir Çeşit x Tuzluluk interaksiyonu ortaya çıkmıştır.

Radikula kuru ağırlık değerleri bakımından *F. arundinacea* çeşitleri arasında önemli bir farklılık

bulunmadığı, ancak tuzluluk derecelerinin bu özelliğe ilişkin değerleri önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. En yüksek radikula kuru ağırlık değerinin 3.27 mg/fide ile herhangi bir tuzluluk uygulamasının yapılmadığı kontrol uygulamasından elde edildiği, en düşük tuzluluk seviyesi olan 4 dSm⁻¹ uygulamasında ise bu değer %94 oranında azalarak 0.17 mg/fide düzeyine kadar düştüğü saptanmıştır. Kaplan ve ark. (2017), tuzluluk stresi altındaki *F. arundinacea* bitkisinin gelişiminde çok önemli azalmalar olduğunu, verimin düştüğünü, tuzluluk şiddetinin 8 dSm⁻¹ seviyesine çıkmasıyla, verimin %30 oranında azaldığını bildirmişlerdir.

Çimlenme Oranı

Farklı *F. arundinacea* çeşitlerinin farklı tuzluluk derecelerindeki ortalama çimlenme oranı değerleri ve oluşan gruplar Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı tuzluluk derecelerinde çimlendirilen *F. arundinacea* çeşitlerinin ortalama çimlenme oranı (%) değerleri ve oluşan gruplar

Table 2. Mean germination rate and statistical groups of *F. arundinacea* germinated at different salt concentration

Çeşitler	Tuzluluk			Ortalama
	Kontrol	4 dSm ⁻¹	8 dSm ⁻¹	
Starlet	93.33 A	44.00 B	16.00 CD	51.11 a
Greenfront	89.33 A	28.00 BC	8.00 CD	41.78 a
Flippo	28.00 BC	5.33 D	4.00 D	12.44 b
Ortalama	93.33 a	44.00 b	16.00 c	

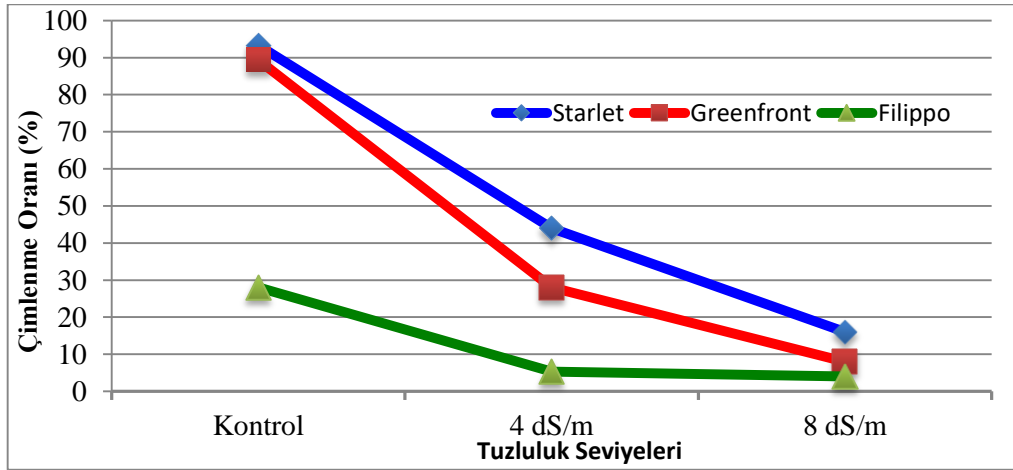
LSD: Çeşit: 12.60 Tuzluluk:12.60 İnt:22.01

İnt.: İnteraksiyon

Farklı tuzluluk seviyelerinde *F. arundinacea* çeşitlerinin ortalama çimlenme oranlarının verildiği Çizelge 2'den, en yüksek çimlenme oranının %51.11 ile Starlet çeşidinden elde edildiği, bunu önemsiz bir farklılıkla Greenfront çeşidinin izlediği, en düşük değer ise %12.44 ile Filippo çeşidinden elde edildiği izlenmektedir. Aynı çizelgeden tuzluluk seviyelerinin çimlenme oranı üzerine etkileri incelendiğinde, en yüksek değerin %93.33 ile kontrol uygulamasından elde edildiği, tuzluluk seviyesi arttıkça çimlenme oranının önemli ölçüde azaldığı ve en düşük çimlenme oranının %16,00 ile 8 dSm⁻¹ seviyesindeki tuzluluktan elde edildiği görülmektedir. Bu bilgiler doğrultusunda, bulgularımız, artan tuz konsantrasyonlarına bağlı olarak çimlenme yüzdelerinin azaldığını bildiren birçok araştırmacının bulguları ile benzerlik göstermekte olup, önceki çalışmaların bir çoğu, bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir (Akgün ve ark., 2011; Kara ve ark., 2011; Ertekin ve ark., 2017; Ertekin ve ark., 2018). Bununla birlikte, çimlenme oranı bakımından farklı çeşitlerin farklı tuzluluk seviyelerine farklı tepkiler verdiği, bu nedenle bir Çeşit x Tuzluluk interaksyonunun olduğu belirlenmiştir. Bu interaksyona ait veriler Şekil 3'de gösterilmiştir.

F. arundinacea çeşitlerinin farklı tuzluluk derecelerindeki çimlenme oranlarına ilişkin Çeşit x

Tuzluluk interaksyon grafiği incelendiğinde, tüm çeşitlerin çimlenme oranlarının artan tuzluluktan olumsuz etkilendiği, ancak bu etkilenme seviyelerinin çeşitten çeşide farklılık gösterdiği görülmektedir. Nitekim Starlet, Greenfront ve Filippo çeşitlerinde en yüksek çimlenme oranları Kontrol uygulamasında elde edilmiş, 4 dSm⁻¹ tuz uygulamasında tüm çeşitlerin çimlenme oranları azalmış, ancak kontrol uygulamasına göre azalmalar anılan çeşitleri için sırasıyla %52.85, %68.65 ve %80.96 düzeyinde olmuştur. Çeşitlerin 8 dSm⁻¹ seviyesindeki çimlenme oranları azalmaya devam etmiş, bir önceki uygulamaya kıyasla Starlet, Greenfront ve Filippo çeşitleri için azalmalar sırasıyla %63.63, %71.42 ve %24.95 düzeyinde gerçekleşmiştir. Bu durumda, 4 dSm⁻¹ seviyesindeki tuzluluk uygulamasından en az etkilenen çeşit Starlet, en fazla etkilenen çeşit ise Filippo olurken, 8 dSm⁻¹ seviyesinde ise en az etkilenen çeşit Filippo, en fazla etkilenen çeşit de Greenfront olmuştur. Çeşitlerin farklı Tuzluluk derecelerine farklı tepkiler vermiş olması bir Çeşit x Tuzluluk interaksyonunu ortaya çıkarmıştır. Gao ve Li (2014), 2 farklı *F. arundinacea* çeşidi ile yaptıkları tuzluluk çalışmasında, çeşitlerin tuz konsantrasyonlarına farklı tepkiler verdiğini ve gelişimlerinde de farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.



Şekil 3. Farklı tuzluluk seviyeleri uygulanmış *F. arundinacea* çeşitlerinin çimlenme oranına ilişkin çeşit x tuzluluk interaksyonu

Figure 3. Cultivar and salt concentration interactions relating to germination rate of *F. arundinacea* cultivars germinated at different salt concentrations

Farklı tuzluluk derecelerinin *F. arundinacea* çeşitlerinin çimlenme performansları üzerine etkilerinin incelendiği bu çalışmada, incelenen her bir özellik için, tüm çeşitlerde en yüksek değerlere hiç bir tuzluluğun uygulanmadığı Kontrol grubunda ulaşılmıştır. Hafif derecede tuzluluk uygulamalarında bile tüm çeşitlerde incelenen fide özelliklerinde ve çimlenme oranlarında

oldukça yüksek miktarda azalmalar görülmüştür. Bu nedenle, *F. arundinacea* türünün anılan çeşitlerinin tuz stresine karşı çok hassas oldukları belirlenmiştir. Bu durumda, hafif veya orta derecede tuzluluk sorunu bulunan alanlarda veya sulama suyu tuz içeren durumlarda, bu çeşitlerin yeşil alan tesisinde kullanılması uygun değildir.

ÖZET

Amaç: Bu araştırma bazı çim tür ve çeşitlerinin farklı tuz konsantrasyonlarındaki performanslarının saptanması amacıyla laboratuvar şartlarında yürütülmüştür. Denemede bitki materyali olarak kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) türüne ait 3 çeşit (Starlet, Filippo ve Greenfront) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Araştırmada farklı tuzluluk konsantrasyonu oluşturmak için KCl, NaCl, MgCl₂ ve CaCl₂ kullanılarak stok çözelti hazırlanmıştır. Kontrol uygulaması ile birlikte, 2 farklı elektriksel iletkenliğe (EC) sahip tuzluluk dozları (4 ve 8 dSm⁻¹) çimlenme ortamında kullanılmıştır. Araştırmada fide boyu, fide radikula (kök) boyu, fide plumula (sap) boyu, fide yaş ağırlığı, fide radikula (kök) yaş ağırlığı, fide plumula (sap) yaş ağırlığı, fide kuru ağırlığı, fide radikula (kök) kuru ağırlığı, fide plumula (sap) kuru ağırlığı ve çimlenme oranı özellikleri incelenmiştir.

Genel Yorum: Elde edilen sonuçlardan *Festuca* türüne ait çeşitlerin hafif ve orta derecede tuzluluk seviyelerine bile tolerans göstermediği belirlenmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: *Festuca* türüne ait çeşitlerin üzerinde olan bu tuz stresi çalışması yeşil alan tesisinde yol gösterici olması amacıyla yürütülmüştür. Bu çalışma ileriki çalışmalara kaynak oluşturma niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Çim bitkileri, çimlenme, tuzluluk, fide gelişimi.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

Abogadallah GM, Serag MM, El-Katouny TM, Quick WP (2010) Salt tolerance at germination and vegetative growth involves different mechanisms in barnyard grass (*Echinochloa crusgalli* L.) mutants. *Plant Growth Regul.* 60(1):1-12.

Akgün I, Kara K, Altındal D (2011) Effect of salinity (NaCl) on germination, seedling growth and nutrient uptake of different triticale genotypes. *Turk. J. Field Crops* 16 (2): 225-232.

Altan S (1989) PM Yerörtücüleri, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No:108, Adana.

Aşçı OO (2011) Salt tolerance in red clover (*Trifolium pratense* L.) seedlings. *Afr. J. Biotechnol.* 10(44): 8774-8781.

Atak M, Çiftçi CY (2006) Bazı tritikale çeşit ve hatlarının morfolojik karakterizasyonu. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi* 12(1): 101-111.

Avcıoğlu R (1997) Çim tekniği yeşil alanların ekimi dikimi ve bakımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü İzmir. 269s.

Barnes BD, Kopecký D, Lukaszewski AJ, Baird JH (2014) Evaluation of turf-type interspecific hybrids of meadow fescue with perennial ryegrass for improved stress tolerance. *Crop Sci.* 54(1): 355-365.

Carrow RN, Duncan RR (1998) Salt affected turfgrass sites: Assessment and management. *Ann Arbor Press, Chelsea.*

Demiroğlu Topçu G, Çelen AE, Kuru E, Özkan ŞS (2016) Farklı tuz konsantrasyonlarının kamışsı yumak (*Festuca arundinacea*) ve mavi ayırık (*Agropyron intermedium*) bitkilerinin çimlenme ve erken gelişme dönemlerindeki etkileri üzerine bir araştırma. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 25 (Özel Sayı) 219-224.

Ekmekçi E, Apan M, Kata T (2005) Tuzluluğun bitki gelişimine etkisi. *Ondokuzmayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(3): 118-125.

Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E, Çelikleş N (2017) Tuz Stresinin Bazı Yaygın Fiğ (*Vicia sativa* L.) Çeşitlerinin Çimlenmesi Üzerine Etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(2): 10-18.

Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E (2018) Effects of Different Salt Concentrations on the Germination Properties of Hungarian Vetch (*Vicia pannonica* Crantz.) Cultivars. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences* 5(2): 175-179.

Gao Y, Li D (2014) Growth responses of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) to salinity stress. *Eur. J. Hortic. Sci.* 79(3): 123-128.

Kaplan M, Başer M, Kale H, İrik HA, Ülger İ, Unlukara A (2017) Change in yield and chemical competition of tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) plants under salt stress. *Turk. J. Field Crops* 22(2): 204-210.

Kara B, Akgün İ, Altındal D (2011) Triticale genotiplerinde çimlenme ve fide gelişimi üzerine tuzluluğun (NaCl) etkisi. *Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 25(1): 1-9.

Kuşvuran A, Nazlı Rİ, Kuşvuran Ş (2014). Salinity effects on seed germination in different tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) varieties. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi* 7(2): 08-12.

- Kuşvuran A, Tansı V (2009) Çukurova koşullarına uygun çim tür ve karışımlarının belirlenmesi ve performanslarının saptanması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Adana. 306s.
- Li R, Bruneau AH, Qu R (2010) Morphological mutants of St. Augustinegrass induced by gamma ray irradiation. *Plant Breed.* 129(4): 412-416.
- Manuchehri R, Salehi H (2015) Morphophysiological and biochemical changes in tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) under combined salinity and deficit irrigation stresses. *Desert* 20(1): 29-38.
- Marcum KB (2006) Use of saline and non-potable water in the turfgrass industry: Constraints and developments. *Agric. Water Manag.* 80: 132–146.
- Pawlowicz I, Waskiewicz A, Perlikowski D, Rapacz M, Ratajczak D, Kosmala A (2018) Remodelin chloroplast proteome under salinity effects salt tolerance of *Festuca arundinacea*. *Photosynth. Res.* 137: 475-492.
- Richards LA (1954) Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S. Department Agriculture Handbook, No:60, February, Washington DC.
- Sencer Ö, Gökmen S (1996) Tarımsal ekoloji, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No:8, Tokat, 156 s.
- Sözen N, Halepliöğlü N, Şahin Ş (1991) Ülkemizde süs fidancılığının durumu ve pazar açısından karşılaşılan sorunlar. Türkiye 1. Fidancılık Sempozyumu. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara, 411-419s.
- Suarez WMR, Olivera LAH (2016) Salinity tolerance in turfgrass species. *Pastos y Forrajes* 39(4): 219-228.
- Trappe JM, Karcher DE; Richardson MD, Patton AJ (2011) Shade and traffic tolerance varies for bermudagrass and zoysiagrass cultivars. *Crop Sci.* 51(2): 870-877.



Sarı tüy rengindeki (*Coturnix japonica*) bıldırcınlarda farklı yaş ve depolama sürelerinin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi

The effects of yellow coloured feather quails at different ages and periods of stroge on the egg quality characteristics

Ayşe Alev AVŞAR¹ , Gülşen ÇOPUR AKPINAR² 

¹Ministry of Agriculture and Forestry, Belen Directorate of District Agriculture and Forestry, Hatay, Turkey.

²Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.688612](https://doi.org/10.37908/mkutbd.688612)

Geliş tarihi /Received:14.02.2020

Kabul tarihi/Accepted:12.05.2020

Keywords:

Albumen index, Haugh unit, yellow index, pore count, eggshell density.

Corresponding author: G. ÇOPUR AKPINAR

✉: gulsenankara@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: The internal and external quality characteristics of the hatching eggs stored in yellow feather colored Japanese quails at the ages of 8, 12, 16, 20, 24, 28 and 32 weeks in 7 and 14 days were investigated.

Methods and Results: Trial material eggs were obtained from yellow quail colored quail in 7 different age periods between 8 and 32 weeks old. External and internal quality characteristics of 75 eggs for each storage period (0, 7 and 14 days) and 1575 eggs for 7 different age periods were determined. Results changed according to storage periods. The effect of age on egg weight was found to be significant. The shape index decreased with increasing age. The interaction between bird age, storage time and age x storage time on white index was found significant. Haugh unit was affected by storage period and bird age. The yellow index value of control group which was not was significantly lower than 7 and 14 days storage period groups. Storage period, age and interaction between storage period and age was significantly affected albumen ratio. Yolk ratio changed by age. Yolk index value decreased. Shell weight per unit surface area varied with storage time and animal age. The effect of storage time has become insignificant.

Conclusions: The effects of breeder age, storage period and environmental factors on egg internal and external quality characteristics of Japanese egg quail in yellow feathers were found to be significant.

Significance and Impact of the Study: This study is expected to provide information for further studies.

Atıf / Citation: Avşar AA, Çopur Akpınar G (2020) Sarı tüy rengindeki (*Coturnix japonica*) bıldırcınlarda farklı yaş ve depolama sürelerinin yumurta kalite özellikleri üzerine etkisi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 198-210. DOI: 10.37908/mkutbd.688612

GİRİŞ

Bütün bir yumurta; kabuk, kabuk altı zarları ile ak ve sarıdan oluşmaktadır. Yumurtayı oluşturan bu yapıların miktar ve oranları her kanatlı türünde farklılık göstermektedir. İç ve dış kalite özellikleri, kuluçka sonuçlarını doğrudan etkilemekte ve yumurtanın ticari açıdan pazarlanmasında önemli yer tutmaktadır. Kalite

özellikleri ticari yemeklik yumurtaların satışında fiyat kuluçkalık yumurtalarda ise çıkış sonuçlarının belirleyicilerdir. Şekil, ağırlık, kabuk yapısı (temizlik, kabuk renk, kırılma direnci, pütürlü olması vb.) gibi dış kalite özelliklerinin yanında ak ve sarı pH' sı, ak ve sarı indeksi ile Haugh birimi şeklinde belirlenen iç kalite özellikleri bir bütün olarak yumurta kalitesi hakkında geniş bilgi sunmaktadır. Söz konusu bu özellikler ticari

yumurtalarda pazarlama koşullarını ve kuluçkalık yumurtalarda ise embriyo gelişimi ile bağlantılı olarak doğrudan civciv kalitesini etkilemektedir.

Yumurta kalite özelliklerine ilişkin bilgiler çoğunlukla tavuk yumurtası ile yapılmış çalışmalara dayanmaktadır (Addo ve ark., 2018; Akter ve ark., 2014; Alaşahan 2010; Çopur-Akpınar ve ark., 2008; Ebeid ve ark., 2012; Iqbal ve ark., 2016). Yumurtacı ve etçi tip bıldırcınlarda yumurta ağırlığı, şekil indeksi, kabuk yüzdesi, kabuk kalınlığı, kabuk direnci, ak ağırlığı, ak yüksekliği, ak indeksi, Haugh birimi, sarı indeksi ve sarı rengi gibi birçok kalite parametresi birbirinden farklılaşmaktadır (Hrncar ve ark., 2014).

Kanatlı hayvanlardan elde edilen yumurtanın kabuk, ak ve sarı özelliklerini belirlemek için birçok çalışma yapılmıştır (Laçın ve ark., 2008; Alaşahan ve Günlü, 2012; Nowaczewskive ve ark., 2010a; Çelik ve ark., 2014; Tadesseve ark., 2015). Ayrıca yumurtayı oluşturan ak, sarı, kabuk ağırlığı ve kabuk kalınlığı gibi iç ve dış yapı unsurları kalite özelliklerinin yanında civciv verimliliğini de etkilemektedir (Lotfi ve ark., 2012; Iqbal ve ark., 2016; Alaşahan ve Çopur-Akpınar, 2016; Oleforuh-Okoleh, 2016).

Yumurta kalitesi zamanla kabuk ve yumurta içeriğine bağlı olarak düşmektedir (Dudusola, 2009). Yumurtada uzun süreli depolanma sonrası kaliteyi olumsuz etkileyen bazı fizyo-kimyasal değişiklikler olmaktadır (Jones ve Musgrove, 2005; Nepomuceno ve ark., 2014; Çimrin ve Demirel, 2016). Bıldırcınlarda kuluçkalık yumurta kalitesi sürü yaşı ve depolama süresinden önemli düzeyde etkilenmektedir. Bu nedenle depolama süresi ve koşulları yumurta kalitesini doğrudan etkileyen unsurlar içerisindedir. Bunlar içerisinde gözenekler yoluyla gerçekleşen su kaybının azaltılması, mikroorganizma girişinin önlenmesi ve düşük sıcaklık uygulamaları önemli yer tutmaktadır.

Bıldırcınlarda sarı ve gri şeklindeki tüy renginin yumurtanın besin madde ve kuluçka sonuçları üzerine etkilerinin belirlendiği çalışmada (Şimşek ve ark., 2016) yumurtanın besin değerinin farklı tüy rengindeki bıldırcın yumurtalarına göre değişmediği, ak, sarı ve kabuk oranlarının benzer olduğu bildirilmiştir. Beyaz, kahverengi ve kırçıl tüy rengine sahip bıldırcın yumurtalarıyla yapılmış başka bir çalışmada (Yılmaz ve ark., 2011) yumurta ağırlık ortalamaları kırçıl ve kahverengi grupta benzer iken en hafif yumurtaların beyaz tüy renkli gruptan elde edildiği ancak, yumurta şekil indeksinin tüy rengine göre değişmediği bildirilmiştir. Bıldırcınlarda beyaz, koyu kahverengi, sarı ve orijinal tüy renginin yumurta kalite özelliklerine etkisini belirleyen Çelik ve ark. (2014)'e göre şekil

indeksi, ak indeksi, sarı indeksi, sarı ağırlığı ve ak ağırlığı tüy renklerine göre değişmektedir.

Halk arasında Jumbo ya da İtalyan bıldırcını olarak da bilinen sarı tüy renkli japon bıldırcını (*Coturnix japonica*) memelilerdeki ASIP (Agouti Signaling Protein) geninin bıldırcınlarda homozigot dominantı durumunda ortaya çıkmaktadır (Minvielle ve ark., 2007). ASIP, memelilerde dorsoventral ve saç döngüsüne özgü melanin esaslı renk desenlemesinden sorumlu önemli bir pigmentasyon genidir (Nadeau ve ark., 2007). Sarı tüy renkli japon bıldırcınları homozigot durumda (Y/Y) lethal etkili olup otozomal dominant mutasyon (Y) sonucunda ortaya çıkmaktadır (Minvielle ve ark., 2007). Heterozigot (Y/y1) 65 genini taşıyan bıldırcınlar saman sarısı tüy rengindedirler 66 ve bunlar abdominal yağ seviyesi yüksek anormal 67 metabolizmaya sahiptirler.

Bıldırcınlarda yumurta kalite özelliklerinin ve kuluçka sonuçlarının değerlendirilmesine ilişkin çok sayıda araştırma mevcuttur. Sarı tüy renkli Japon bıldırcınların yumurta kalite ve kuluçka sonuçlarına ilişkin çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada sarı tüy renkli japon bıldırcınlarından (japanese quail yellow) farklı yaş (8, 12, 16, 20, 24, 28 ve 32 hafta) dönemlerinde elde edilen ve 7 ve 14 gün süreyle depolanan kuluçkalık yumurtaların iç ve dış kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kanatlı Hayvan Ünitesi'nde yürütülmüştür. Araştırmanın hayvan materyalini her katta 20 hayvan olmak üzere 5 katlı kafes sisteminde barındırılan toplam 100 adet sarı tüy renkli japon bıldırcınları (*Coturnix japonica*), (Y/y1) oluşturmuştur. Denemenin yürütüldüğü dönemde 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak şekilde aydınlatma programı uygulanmış ve yumurtacı civciv yemi ile yemleme yapılmıştır. Deneme materyali yumurtalar 8, 12, 16, 20, 24, 28 ve 32 haftalık farklı yaş dönemlerindeki anaç bıldırcınlardan iki gün içerisinde elde edilmiş, 18°C sıcaklık ve % 75 nispi nem ortamında 7 ve 14 gün süreli olacak şekilde depolanmıştır. Her bir depolama süresi (0, 7 ve 14 gün) için 75'şer yumurta olacak şekilde belirlenen her yaş dönemlerinde 225'şer adet ve 7 yaş dönemi için (8, 12, 16, 20, 24, 28, 32 hafta) toplam 1575 adet yumurtaya ait dış ve iç kalite özellikleri belirlenmiştir. Denemenin yürütüldüğü dönemlere ait ortalama sıcaklık ve nem seviyeleri Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen verilere göre sıra ile 23.9°C ve % 57.4, 26.9°C ve % 58.9, 100 29.2°C ve % 57.8, 29.6°C ve % 59.2, 27.5°C ve % 61.0, 101 21.4°C ve % 62.7 ve 14.2°C ve % 80.4 olarak 102 gerçekleştirilmiştir.

Haftalık yaşlara göre yumurta ağırlığı 30 Mayıs 2018'te başlangıç yaş dönemi olarak (8 haftalık yaş) belirlenmiş, aylık ölçümler her ayın son gününe denk gelecek şekilde tekrarlanmıştır. Bireysel tartım sonrası yumurta boy ve enine ait ölçümler alınarak şekil indeksi, her yaş grubuna ait yumurta ağırlığı, yumurtaların başlangıç ağırlığı ve depolama sonu ağırlıkları kullanılarak depolama sırasında gerçekleşen yumurta bağlı ağırlık kaybı gibi dış kalite özellikleri belirlenmiştir. İç kalite özellikleri olarak ise ak indeksi, sarı indeksi, Haugh birimi, sarı ve ak yüzdesi, kabuk oranı ve kabuk kalınlığı, kabuk ağırlığı ve gözenek sayısı tespiti yapılmıştır.

Yumurtalarda bireysel tartım sonrası yumurta boy ve enine ait ölçümler alınarak şekil indeksi:

$$SI (\%) = \frac{\text{Yumurta eni (mm)}}{\text{Yumurta boyu (mm)}} \times 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

İç koyu akın bulunduğu katmandan birbirine 10 mm mesafede üç noktadan ölçüm alınarak ak yüksekliği ve kumpas kullanılarak ak uzunluğu ve genişliğine ait değerler kullanılarak ak indeksi;

$$\text{Ak İndeksi} = \frac{\text{Yumurta akının yüksekliği (mm)}}{\text{Yumurta akının ve genişliğinin ortalaması (mm)}} \times 100 \quad \text{Eq. (2)}$$

Kumpas yardımı ile belirlenen sarı çapı ve sarı yüksekliği değerleri kullanılarak sarı indeksi;

$$\text{Sarı İndeksi} = \frac{\text{Kırılan yumurta sarısı yüksekliği (mm)}}{\text{Kırılan yumurta sarısı çapı (mm)}} \times 100 \quad \text{Eq. (3)}$$

Ak, sarı ağırlıkları (g) ile ak ve sarı oranları (%) aşağıdaki şekilde;

$$\text{Ak Ağırlığı (g)} = \text{Yumurta Ağırlığı (g)} - (\text{Kabuk Ağırlığı (g)} + \text{Ak Ağırlığı (g)}) \quad \text{Eq. (4)}$$

$$\text{Sarı Ağırlığı (g)} = \text{Yumurta Ağırlığı (g)} - (\text{Kabuk Ağırlığı (g)} + \text{Sarı Ağırlığı (g)}) \quad \text{Eq. (5)}$$

$$\text{Sarı Oranı (\%)} = \frac{\text{Sarı ağırlığı (g)}}{\text{Yumurta ağırlığı (g)}} \times 100 \quad \text{Eq. (6)}$$

$$\text{Ak Oranı (\%)} = \frac{\text{Ak ağırlığı (g)}}{\text{Yumurta ağırlığı (g)}} \times 100 \quad \text{Eq. (7)}$$

Haugh Birimi;

$$\text{Haugh Birimi} = 100 \log(H + 7.57 - 1.7G^{0.37}) \quad \text{Eq. (8)}$$

H: Ak yüksekliği (mm)

G: Yumurta ağırlığı (g) şeklinde;

Birim yüzey alanı başına kabuk ağırlığı (Arposova ve ark., 2007);

$$\text{BYABKA} \left(\frac{\text{mg}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{\text{Kabuk ağırlığı (g)}}{\text{Kabuk yüzey alanı (cm}^2)} \times 1000 \quad \text{Eq. (9)}$$

$$\text{Kabuk yüzey alanı (cm}^2) = 3.9782 \times \text{Yumurta ağırlığı (g)}^{0.7056} \quad \text{Eq. (10)}$$

Yumurta ağırlığı kullanılarak gözenek sayısı (Balkan ve Biricik, 2006);

$$\text{Gözenek sayısı} = 1041 \times \text{Yumurta ağırlığı}^{0.504} \quad \text{Eq. (11)}$$

şeklinde hesaplanmıştır.

Yaş (8, 12, 16, 20, 24, 28 ve 32 hafta) ve depolama sürelerinin (kontrol=0; 7 ve 14 gün) etkisinin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi, ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. İstatistikî hesaplamalarda SPSS 22.0 program paketinden yararlanılmıştır (SPSS, 2004). Yapılacak varyans analizinde aşağıdaki matematiksel model dikkate alınmıştır.

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + a_i b_j + e_k \quad \text{Eq. (12)}$$

Y_{ijk} : Yumurta kalitesi üzerine yaş ve depolama sürelerinin etkisi

μ : genel ortalama

a_i : yaşların etkisi

b_j : depolama süresinin etkisi

$a_i b_j$: yaş x depolama süresi interaksyonu

e_k : hata

BULGULAR ve TARTIŞMA

Yumurta ağırlığı bakımından 8, 12 ve 16 ve 24 haftalık yaş dönemleri arasındaki farklılık önemsiz olmuş, bu yaş dönemleri ile 20 haftalık yaş dönemi arasındaki farklılık önemli belirlenmiştir ($P < 0.000$). Yumurta ağırlığı 20. haftada en düşük değeri almış bunu 24 haftalık yaş dönemi izlemiştir. Zira bu yaş dönemleri ortalama hava sıcaklıklarının çok yüksek seyrettiği Ağustos-Eylül aylarına denk gelmiştir. Daha sonraki dönemler olan 28 ve 32. haftada yumurta ağırlıkları sırasıyla 12.03 ve 12.15 g ile en yüksek değerleri almıştır.

Sekiz haftalık yaş döneminde 11.67 g belirlediğimiz yumurta ağırlığı El-Samee ve ark. (2012)'nin aynı yaş

döneminde 12.52 g olarak ifade ettiği değerden daha düşük belirlenmiştir. Bazı iç ve dış kalite özellikleri arasındaki fenotipik korelasyonun belirlendiği çalışmada (Kul ve Şeker, 2004) 20 haftalık yaştaki bıldırcınlarda 11.289 g şeklinde ifade edilmiş yumurta ağırlığı çalışmamızdaki aynı yaş döneminde belirlenen ağırlıkla örtüşmektedir. Rasyona organik çinko ve mannan oligosakkarit ilavesinin yumurta kalitesi, döllülük ve kuluçka sonuçları üzerine etkisinin belirlendiği başka bir çalışmada (El-Same ve ark., 2012) 8 haftalık yaştaki bıldırcınlarda ortalama 12.52 g şeklinde bildirilen yumurta ağırlığı aynı yaş dönemi için çalışma sonucumuzdan daha yüksektir. Hrncar ve ark. (2014) farklı verim yönündeki ve 20 haftalık yaş dönemindeki bıldırcınlarda yumurta kalitelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada yumurta ağırlıkları yumurta ve et verim yönlü hayvanlarda sıra ile 11.48 g ve 13.06 g olarak ifade edilmiştir. Çalışmada 12 (11.595 g) ve 16 (11.549 g) haftalık yaş döneminde belirlenen yumurta ağırlıkları Narinç ve ark. (2015)'in farklı sürülerden 12 ve 16 haftalık yaş dönemlerinde 12.76 g şeklinde belirledikleri ortalama değerden daha düşük olmuştur.

Özdemir ve ark. (2014) üç farklı anaç yaş dönemlerine (8-12 hafta, 11.40 g; 16-20 haftalar arası 12.74 g ve 32-36 haftalar arası 11.96 g) ait belirlenen yumurta ağırlıkları çalışmamızda aynı dönemlerde belirlenen değerlerle örtüşmektedir. Orhan ve ark. (2001) 2, 4, 6 ve 8 aylık yaş dönemlerinde sırasıyla 11.92 g, 12.36 g, 12.68 g, 12.98 g şeklinde yumurta ağırlıklarının yaşa bağlı olarak değiştiğini bildirmişlerdir.

Yumurta eninin yumurta boyuna oranı şeklinde ifade edilen şekil indeksi 8 haftalık yaşta en yüksek değeri almış (% 79.98), bunu 12 (% 78.06) ve 16 haftalık (% 77.45) yaş dönemlerine ait değerler izlemiştir. Bu özellik, 20 (% 76.70) ve 24 (% 76.44) haftalık yaş dönemleri arasında en düşük olmuş, bunları 28 (% 77.10) ve 32 (% 77.33) haftalık yaş dönemlerine ait değerler izlemiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Yumurta ağırlığı ve şekil indeksinin yaşa bağlı olarak değişimi
Table 1. Change of egg weight and shape index depending on age (week)

Yaş (Hafta)	N	Özellikler	
		Yumurta Ağırlığı $\bar{X} \pm S\bar{x}$	Şekil İndeksi $\bar{X} \pm S\bar{x}$
8	248	11.675±0.063 ^b	79.988±0.144 ^a
12	261	11.595±0.062 ^b	78.065±0.140 ^b
16	229	11.549±0.073 ^b	77.453±0.150 ^c
20	226	11.153±0.082 ^c	76.700±0.150 ^{de}
24	227	11.631±0.091 ^b	76.440±0.150 ^e
28	227	12.037±0.073 ^a	77.108±0.150 ^{cd}
32	227	12.150±0.082 ^a	77.334±0.150 ^c
F		22.961	66.956
P		0.000	0.000

Aynı sütunda a - c ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$).

Orhan ve ark. (2001) 2, 4, 6 ve 8 aylık yaş dönemindeki Japon bıldırcınlarında şekil indeksinin aynı yaş sıralamasına göre % 78.96, % 79.05, % 78.60 ve % 77.91 şeklinde olduğunu ve bu özelliğin yaşla birlikte azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızda şekil indeksinin yaşa göre azalma eğilimi yukarıdaki araştırma sonucunu desteklemektedir. Hrncar ve ark. (2014)'nin 20 haftalık yaşta yumurtacı ve etçi bıldırcınlara sıra ile % 75.70 ve % 78.18 olarak belirlenen şekil indeksi değeri çalışmamızda aynı yaşta % 76.70 şeklinde belirlediğimiz değerden daha düşüktür. Sekiz haftalık yaşta belirlemiş olduğumuz şekil indeksi değeri (% 79.98) aynı yaşta belirlenen (% 78.42)

(El-Sameve ark., 2012) şekil indeksinden daha yüksektir. Çelik ve ark. (2014) tarafından beyaz, koyu kahverengi, sarı ve orijinal tüy rengindeki yumurtalara ait şekil indeks değerleri sırasıyla 0.884, 0.883 ve 0.880 şeklinde belirlenmiştir. Hanusova ve ark. (2016) tarafından iki etçi bıldırcın hattında (Line 8: canlı ağırlık yönünde seleksiyona tabi tutulmuş ve Line 9: kontrol grubu) şekil indeksi sıra ile % 76.45 ve % 78.575, farklı sürülerden (12 ve 16 haftalık yaş) ancak, aynı bakım-besleme koşullarında tutulan bıldırcın yumurtalarında (Narinç ve ark., 2015) ortalama şekil indeksi % 76.53 olarak bildirilmiştir. Bagh ve ark. (2016) tarafından gri, kahve ve

beyaz tüy renginde 6 haftalık yaş döneminde Japon bildircin (*Coturnix coturnix japonica*) varyetelerinde şekil indeksinin tüy rengine göre değişmediği ifade edilmiştir. Gri, kahve ve beyaz tüy rengindeki bildircinlerde sırayla % 72.88, % 72.13 ve % 69.93 olarak bildirilen şekil indeks değeri çalışmamızda belirlenen değerlerden daha düşüktür.

Genel olarak yumurta iç ve dış kalite özelliklerinin depolanma süresi ile önemli ölçüde etkilendiği bilinmektedir. Bağlı ağırlık kaybı üzerine depolama sürelerinin etkisi çok önemli olmuştur ($P < 0.001$). Yedi günlük depolama süresinde belirlenen bağlı ağırlık kaybı % 1.631 iken bu özellik 14 günlük depolama süresinde % 2.523 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Depolama süresinin bağlı ağırlık kaybı üzerine etkisi (%)

Table 2. The effect of storage period on the egg weight loss (%)

Depolama Süreleri (Gün)	N	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	F	P
7	549	1.631±0.018 ^b	1205.151	0.000
14	553	2.523±0.018 ^a		

a, b ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir ($P < 0.05$)

Depolama süresine bağlı olarak yumurta ağırlık kaybının artmakta olduğunu bildiren çok sayıda araştırma mevcuttur (Baylan ve ark., 2011; Fidan, 2012; Aygun ve Sert, 2013; Roriz ve ark., 2016; Addo ve ark., 2018; Ondrusikova ve ark., 2018; Çopur-Akpınar ve Güneç 2019). Romao ve ark., (2008) 2 haftalık süreyle 20°C sıcaklıkta depolanan etçi ve yumurtacı bildircin yumurtalarında ağırlık kaybı sırasıyla % 2.72 ve % 2.39; Laçin ve ark. (2008) aynı süreçte meydana gelen kayıp oranını % 2.56 olarak bildirmişlerdir. On dört günlük depolama süresinde % 2.50 şeklinde gerçekleşmiş olan bağlı ağırlık kaybı diğer araştırma sonuçlarına benzer olmuştur (Çizelge 3). Romao ve ark. (2010)'nın farklı ortam sıcaklıklarında (22°C ve 32°C) bir haftalık depolama sonunda sırasıyla % 2.07 ve % 2.8 olarak rapor ettiği kayıp oranları çalışmamızda yedi günlük depolama süresinde % 1.63 olarak belirlenen değerlerden çok yüksektir. Çopur-Akpınar ve Güneç (2019)'ın bildircinlerde 7 gün depolama süresinde % 1.27 bildirdikleri ağırlık kaybı oranı aynı sürede belirlenen değerden daha düşük ancak 14 günlük depolama süresinde % 2.68 olarak belirlenen değerden daha yüksek olmuştur. Aygun ve Sert (2013)'in 7 ve 14 günlük depolama sürelerinde bildirdikleri ağırlık kayıp oranları 1.72 ve 2.73 iken Fidan (2012) 5, 10 ve 15 günlük depolama sürelerinde gerçekleşen ağırlık kayıp oranlarını sıra ile % 0.34, % 0.85 ve % 1.45 olarak bildirmiştir. Farklı depolama materyallerinin yumurta ağırlık kaybı üzerine etkisini belirleyen Laçin ve ark. (2008)'nin depolama materyali kullanılmadan 3, 8 ve 18 gün süre ile depolanan yumurtalarda belirlediği ağırlık kayıpları sıra ile % 1.44, % 1.99 ve % 2.56 olarak bildirilmiştir. Bu sonuçlar, çalışmamızda yedi günlük depolama süresinde belirlenen değerden (% 1.63) daha yüksek ancak 14 günlük depolama süresinde gerçekleşen

ağırlık kaybına (% 2.52) yakındır. Bildircin yumurtalarında farklı depolama sürelerinde (1-10 gün arası) gerçekleşen ağırlık kayıp oranı Roriz ve ark. (2016) tarafından 7 günde % 2.8 olarak bildirilmiştir.

Yapılan araştırmalarda genotip, yaş, depolama süresi ve depolama koşullarının ak yüksekliği üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (Scott ve Silversides, 2000; Silversides ve Scott, 2001). İç kalite kriterlerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan ak indeks değeri üzerine depolama sürelerinin etkileri önemli olmuş, başlangıç (kontrol grubu) ak indeks değeri % 10.37 olarak belirlenmiştir. Ak indeksi bakımından 7 (% 10.029) ve 14 (% 10.015) günlük depolama süreleri arasındaki farklılık istatistikî olarak önemsiz ($P > 0.05$) (Çizelge 3) ancak kontrol grubu ile depolama işlemi yapılan gruplar arasındaki farklılıklar önemli olmuştur ($P < 0.001$). Bu sonuç, depolama sürelerinin ak indeksi üzerine etkilerinin araştırıldığı birçok çalışma sonucu ile benzerdir. Ondrusikova ve ark. (2018) tarafından bildircinlerde 1 ve 2 haftalık depolama sürelerinde ak indeks değerleri % 11.35 ve % 10.19 şeklinde bildirilmiştir.

Ak kalitesi sürü yaşından etkilenmekte ve yaşla birlikte önemli bir değişim göstermektedir (Şeker ve ark., 2005). Ak indeksi 28 (% 10.863) ve 32 (% 10.887) haftalık yaşlarda en yüksek, 24 haftalık yaşta en düşük değeri (% 9.638) almıştır. Sekiz haftalık yaşta % 10.039 olan ak indeksi bu dönemden sonraki 12, 16, 20 ve 24 haftalık yaşlarda azalmış, ancak 28 (% 10.862) ve 32 (% 10.887) haftalık yaş dönemlerinde yeniden artış göstermiştir (Çizelge 3). Sekiz haftalık yaş döneminden sonraki ilerleyen yaş dönemleri Haziran–Eylül ayları arasında sıcaklıkların çok yüksek seyrettiği mevsime denk gelmiş ve bu dönemlerdeki ak indeks değerleri diğer dönemlere göre daha düşük belirlenmiştir. Sıcaklıkların yeniden

düşmeye başladığı Ekim-Kasım ayları arasında ise bu özellik en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Yaşlara göre belirlenen ak indeksindeki bu dalgalanmalar denemenin herhangi bir çevre kontrolü olmayan pencere sistemini yer aldığı bıldırcın ünitesinde yürütülmesinden kaynaklanmış olabilir. Belirlenen ak indeks değeri Hrnca ve ark. (2014)'ın 20 haftalık yaşta yumurtacı ve etçi bıldırcın yumurtalarında sırasıyla % 10.12 ve % 9.45 şeklinde ifade edilen değerlerine yakındır. Çalışmamızdaki ak indeks değerleri, Japon bıldırcınlarında yüksek canlı ağırlık bakımından seleksiyonun yumurta kalitesi üzerine etkisinin belirlendiği çalışmada (Lotfi ve ark., 2012) % 9.45,

Nowaczekwski ve ark. (2010b)'nın 11.51-12.50 g arasındaki yumurtalarda % 7.8 ve Kul ve Şeker (2004)'in 20 haftalık yaşta japo bıldırcınlarında % 9.37 ve 2, 4, 6 ve 8 aylık yaşta sırasıyla % 5.67, % 5.79, % 6.16 ve % 6.55 olarak belirlenmiş Orhan ve ark. (2001)'nin çalışma sonuçlarından oldukça yüksektir. Ancak, sonuçlarımız Bagh ve ark. (2016) tarafından yeşil, kahve ve beyaz tüy renginde 6 haftalık yaş dönemindeki Japon bıldırcın varyetelerinde sırasıyla % 14.10, % 13.20 ve % 13.15 şeklinde belirlenen ak indeks değerlerinden oldukça düşüktür. Bu farklılık, her bir çalışmada kullanılan genotip, yaş ve denemenin yürütüldüğü çevresel koşul farklılıkları ile açıklanabilir.

Çizelge 3. Depolama süresi ve yaşın ak ve sarı indeksi ile Haugh birimi üzerine etkisi

Table 3. The effect of age and storage period on the albumen index and yellow index and on Haugh unit

Depolama Süreleri (Gün)		Özellikler $\bar{X} \pm S\bar{x}$		
N	Ak İndeksi (%)	Sarı İndeksi (%)	Haugh Birimi	
0	543	10.429±0.036 ^a	53.660±0.171 ^a	90.578±0.080 ^a
7	548	10.029±0.036 ^b	49.892±0.170 ^b	90.322±0.081 ^b
14	554	10.015±0.036 ^b	47.925±0.169 ^c	90.348±0.082 ^b
F		6.226	293.046	6.226
P		0.000	0.000	0.002
Yaş (Hafta)				
8	228	10.039±0.053 ^{bc}	43.061±0.256 ^f	89.851±0.119 ^d
12	261	9.621±0.052 ^d	48.004±0.250 ^e	88.918±0.116 ^e
16	229	10.140±0.055 ^b	51.023±0.261 ^d	90.560±0.124 ^c
20	226	9.916±0.056 ^c	52.077±0.268 ^c	90.871±0.124 ^c
24	227	9.638±0.055 ^d	48.555±0.268 ^e	89.562±0.124 ^d
28	227	10.863±0.055 ^a	54.382±0.268 ^b	91.949±0.124 ^a
32	227	10.887±0.055 ^a	56.127±0.268 ^a	91.281±0.124 ^b
F		92.484	289.021	75.430
P		0.000	0.000	0.000
Yaş x Süre İnteraksiyonu				
F		5.880	21.700	7.010
P		0.000	0.000	0.000

Her bir sütunda a-c, a-f ve a-e şeklindeki farklı harf ile gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemlidir ($P < 0.05$)

Depolama sırasında yumurta akında bulunan suyun difüzyon yoluyla sarıya geçmesiyle oluşan vitellin zarındaki değişim ve sarının sıvılaşması sonucu sarı indeksi düşmektedir (Scott ve Silvester, 2000; Silversides ve Scott, 2001). Depolama işlemi yapılmayan kontrol grubunda % 53.66 olarak belirlenmiş olan sarı indeks değeri 7 (% 49.89) ve 14 (% 47.92) günlük depolama sürelerine göre daha düşük belirlenmiş olup uygulamalar arası farklılık önemli olmuştur ($P < 0.000$) (Çizelge 3). Artan depolama süresine bağlı olarak sarı indeks değeri

azalmıştır (Çizelge 3). Sonuçlar, çeşitli kanatlı türü yumurtalarında artan depolama süresiyle sarı indeksinin önemli ölçüde azaldığını ortaya koyan diğer çalışmalar ile paralellik arz etmektedir (Tilki ve Saatçi, 2004; Caner, 2005; Çopur-Akpınar ve ark., 2008; Nowaczekwski ve ark., 2010b; Kahn ve ark., 2013, Kahn ve ark., 2014). Ondrusikova ve ark. (2018) tarafından bıldırcın yumurtalarında farklı depolama sürelerinde (0, 1, 2, 4, 6 ve 8 hafta) sarı indeksi kontrol, 7 ve 14 günlük depolama sürelerinde sırasıyla % 47.04, % 46.34 ve % 48.53

şeklinde ifade edilmiştir. Nowaczewski ve ark. (2010b) orta ağırlık sınıfındaki yumurtalara ait sarı indeksi değerini 1 ve 7 günlük depolama sürelerinde sıra ile % 50.37 ve % 49.2 olarak bildirmiştir.

Sarı indeks değeri üzerine yaşın etkisi önemli olmuş, 8 haftalık yaşta % 43.06 olan bu özellik 12, 16, 20, 24, 28 ve 32 haftalık yaşlarda sırası ile % 48.04, % 51.02, % 52.07, % 48.55, % 54.38 ve % 56.12 değerlerini almıştır. Bu sonuçlar Zita ve ark. (2012)'nin tavuk yumurtasında artan yaşla birlikte sarı indeksinin azalırken bu genellemenin bildircin yumurtası için geçerli olmadığı yönündeki ifadesini desteklemektedir. Zita ve ark. (2013)'nin 9 haftalık yaşta % 49.11, 13 hafta % 47.66, 37 haftalık yaşta % 50.81 olarak belirlediği değerler çalışmamızda 8 haftalık (% 43.03) yaşta belirlenen değerden daha yüksek ancak, 12 (% 48.00) ve 32 (% 56.19) haftalık yaşlarda belirlenen değerlere yakın olmuştur.

Kumari ve ark. (2008) taze, iyi kalitedeki bildircin yumurtasında sarı indeksini 0.45, Nowaczewski ve ark. (2010a) 9, 25 ve 31 haftalık yaş dönemlerinde sıra ile % 49.18, % 48.60 ve % 47.67, Dudusola (2010) 0.46, Alkan ve ark. (2010) % 43.67, Zita ve ark. (2013) % 47.80 olarak bildirmişlerdir. Hrncar ve ark. (2014) yumurtacı ve etçi bildircinlerde sarı indeksi değerlerini sırasıyla % 43.22 ve % 45.86 olarak bildirilmiştir. Rasyona organik çinko ve mannan oligosakkarit ilavesinin yumurta kalitesi ve kuluçka sonuçları üzerine etkisinin belirlendiği bir çalışmada (El-Same ve ark., 2012) kontrol grubuna ait % 52.50 şeklinde belirlenen sarı indeks değeri çalışma sonuçlarımız ile uyum içerisindedir. Sarı indeksine ilişkin belirlemiş olduğumuz sonuçlar Orhan ve ark. (2001) tarafından 2, 4, 6 ve 8 aylık yaş dönemlerinde sırasıyla % 49.12, % 49.28, % 47.96 ve % 47.99 olarak belirlenen ve bu özelliğin ilerleyen yaşla azaldığını ifade eden bildirişinden farklı olmuştur. Sarı indeks değerine ilişkin belirlemiş olduğumuz değerler, bildircinlerde farklı tüy renginin (beyaz, koyu kahverengi, sarı ve orijinal) yumurta kalitesi üzerine etkisinin belirlendiği başka bir çalışmada (Çelik ve ark., 2014) sırasıyla 0,668, 0,662, 0,684, 0,686 olarak bildirilen değerlerden oldukça düşüktür. Bagh ve ark. (2016) gri, kahve ve beyaz tüy rengindeki bildircinlerin 6 haftalık yaş döneminde yumurta kalite özelliklerinin belirlendiği bir çalışmada sarı indeks değerleri sıra ile % 48.05, % 45.05 ve % 45.36 olarak ifade edilmiştir.

Ak kalitesiyle bağlantılı olan Haugh birimi değeri koyu ak yüksekliği ve yumurta ağırlığının bir fonksiyonu olarak ölçülmektedir. Herhangi bir depolama işlemi yapılmayan kontrol grubunda Haugh birimi değeri 90.658 olarak belirlenirken, bu özellik 7 ve 14 günlük depolanan gruplarda sırasıyla 90.316 ve 90.308 olmuş ve

uygulamalar arası farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.001$) (Çizelge 3). Haugh birimi değerleri 7 ve 14 günlük depolama sürelerine göre farklılık oluşturmamıştır. Artan depolama süresiyle birlikte Haugh birimi değerindeki azalışlar daha önce tavuk ve bildircin yumurtalarıyla yapılmış çalışmaları (Silversides ve Scott, 2001; Samli ve ark., 2005; Caner, 2005; Çopur-Akpınar ve ark., 2008; Akyürek ve Okur, 2009; Aktan ve Kaya, 2011; Baylan ve ark., 2011; Jin ve ark., 2011; Akter ve ark., 2014; Ondrusikova ve ark., 2018) desteklemektedir. Ancak, elde edilen bu değer Ondrusikova ve ark. (2018)'nin bildircin yumurtalarında kontrol, 7 ve 14 günlük depolamalarda sırasıyla 66.25, 73.72 ve 67.57 şeklinde belirlediği çalışma sonucundan oldukça yüksektir. Araştırmacılara göre depolama süresi arttıkça Haugh birimi değeri azalma eğilimi göstermektedir.

Haugh birimi değeri en yüksek ve en düşük olarak sırasıyla 28 (91.949) ve 12 (88.918) haftalık yaşlarda belirlenmiştir. Bu özelliğin 28 haftalık yaşta 12 haftalık yaşa göre daha yüksek belirlenmesindeki ana nedeninin bu yaş döneminin mevsim sıcaklığının çok yüksek seyrettiği döneme denk gelmiş olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Ekim (28 haftalık yaş) ve Kasım (32 haftalık yaş) 2018 tarihlerinde belirlenmiş olan Haugh birimi değerleri diğer aylarda belirlenen değerlerden oldukça yüksek belirlenmiştir. Benzer yaş dönemleri dikkate alındığında (2 4, 6 ve 8 ay) (Orhan ve ark., 2001) sırasıyla 84.23, 83.73, 82.45 ve 80.98 ve Hrncar ve ark. (2014) tarafından 20 haftalık yaşta yumurtacı ve etçi bildircinlerde sırasıyla 87.82 ve 87.56 şeklinde ifade edilmiş olan Haug birimi değerleri çalışmamızdaki benzer yaş dönemlerine göre oldukça düşüktür. Araştırmada elde edilen Haugh birimi değerleri Hanusova ve ark. (2016) tarafından iki etçi bildircin hattında (Line 8 ve Line 9) aynı özellik için sırasıyla 89.297 ve 88.893 şeklinde belirlenen sonuca çok yakın olmuştur. Farklı tüy varyetelerinde (gri, kahve ve beyaz) 6 haftalık yaş döneminde sırasıyla 91.01, 91.28 ve 90.90 olarak bildirilen Haugh birim değerleri (Bagh ve ark., 2016) ile araştırma sonuçlarımız örtüşmektedir. Akter ve ark. (2014)'a göre yumurta sarı ağırlığı ve sarı yüzdesi depolama süresiyle değişmekte, depolama süresiyle birlikte yumurta akından yumurta sarısına suyun difüzyonu sonucu sarı miktarı lineer olarak artmaktadır. Ak yüzdesi bakımından 7 ve 14 günlük depolama süreleri arasında farklılık oluşmamış ancak, bu özellik bakımından kontrol grubu ile depolama grupları arasındaki farklılık önemli ($P < 0.001$) (Çizelge 4) olmuştur. Ak yüzdesi değerleri, Nowaczewski ve ark. (2010b)'in 11.51-12.50 g aralığındaki yumurtalarda 7 gün depolama süresinde % 61.7 ve Ondrusikova ve ark. (2018)'in depolama işlemi yapılmayan (% 60.13), 7 (% 61.21) ve 14 (% 62.10) gün

sürelili depolanan bıldırcın yumurtalarında belirlenen sonuçlarından oldukça düşüktür.

Çizelge 4. Ak ve sarı yüzde değerlerinin yaş ve depolama sürelerine göre değişimi

Table 4. Change of albumen and yellow percentage according to the age and storage period

Depolama Süresi (Gün)	Özellikler		
	N	Ak (%)	Sarı (%)
0	543	55.063±0.126 ^b	33.919±0.120
7	548	55.631±0.126 ^a	34.070±0.120
14	554	55.517±0.125 ^a	34.106±0.120
F		5.678	0.685
P		0.003	0.524
Yaş (Hafta)			
8	228	50.930±0.187 ^f	37.784±0.176 ^a
12	261	56.758±0.182 ^{ab}	33.754±0.184 ^{cd}
16	229	56.145±0.194 ^c	31.908±0.183 ^e
20	226	54.806±0.196 ^e	35.615±0.184 ^b
24	227	55.420±0.195 ^d	33.829±0.184 ^c
28	227	57.302±0.195 ^a	32.182±0.184 ^e
32	227	56.434±0.195 ^{bc}	33.2268±0.184 ^d
F		129.267	128.323
P		0.000	0.000
Yaş x Süre İnteraksiyonu			
F		12.662	5.828
P		0.000	0.000

Her bir sütunda a-b, a-f, a-e ile gösterilen ortalamalar arası farklılık önemlidir ($P < 0.05$)

Ak yüzdesi yaşa göre değişmiştir ($P < 0.000$) (Çizelge 4). Bıldırcın ile yapılmış çalışmalarda ak yüzdesi El-Same ve ark. (2012) tarafından % 58.92, Lotfi ve ark. (2012) tarafından % 57.13, Hrncar ve ark. (2014) tarafından % 58.78, Hanusova ve ark. (2016) tarafından % 61.475 ve Tabakeekh (2011) tarafından % 35.515 şeklinde bildirilmiştir. Ak yüzdesine ilişkin çalışmamızdaki değerler ile diğer araştırma sonuçları arasında farklılık her bir çalışmada farklı genotiplerin, farklı yaşların ve farklı çevresel koşulların mevcut olmasından kaynaklı olabilir.

Sarı yüzdesi depolama süresinden etkilenmezken ($P > 0.05$) yaştan etkilenmiştir. Yaş ve depolama süresi arasındaki interaksiyon önemli olmuştur ($P < 0.05$). Sarı yüzdesi 8 haftalık yaş döneminde en yüksek (% 37.78) ve 16 haftalık yaş döneminde en düşük (% 31.90) oranda gerçekleşmiştir. Çalışmamızda 8 haftalık yaş döneminde belirlenen sarı yüzdesi Tabakeekh (2011)'in Basra bölgesinde yetiştirilen bıldırcın yumurtalarında belirlediği sarı yüzdesine (% 36.745) yakın olmuş ancak diğer yaş dönemlerinde belirlenen sarı yüzdeleri bu

değerden oldukça düşük olmuştur. Ondrusikova ve ark. (2018) tarafından bıldırcınlarda 0, 7 ve 14 günlük depolama sürelerinde sarı yüzdeleri sırayla % 31.79, % 31.07 ve % 30.13 olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda aynı depolama sürelerinde sıra ile % 33.91, % 34.07 ve % 34.10 hesaplanmış sarı yüzde değerleri bu çalışma sonuçlarından oldukça yüksek belirlenmiştir.

Kabuk oranı hayvan yaşına göre değişmiştir ($P < 0.001$) (Çizelge 5). Hrncar ve ark. (2014) farklı genotiplerin yumurta kalitesi üzerine etkisinin ortaya koymayı amaçlayan bir çalışmada 20 haftalık yaşta yumurtacı ve etçi bıldırcınlardan elde edilen yumurtalarda kabuk ağırlıkları sırasıyla 1.02 g ve 1.16 g, kabuk yüzdesi ise % 8.88 ve % 8.89 şeklinde ifade edilmiştir. Nowaczewski ve ark. (2010a) kabuk yüzdesi ortalamasını % 8.03 olduğunu ve bu özelliğin yaşa bağlı olarak değişmediğini bildirirken, Alaşahan ve ark. (2015) farklı kabuk renk ve benek alanına göre kabuk yüzde oranlarının değiştiğini ifade etmişlerdir. Kabuk yüzdesi Lotfi ve ark. (2012) tarafından % 8.43 ve El-Sameve ark., (2012) tarafından % 8.68 olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda kabuk oranının daha

önceki literatür sonuçlarından daha yüksek olması, her bir çalışmada kullanılan yaş ve genotip farklılıkları ile bizim çalışmamızda ölçüm sırasında kabuk altı zarlarının

kabuktan ayrılmadan kabukla birlikte hesaplanmış olmasına bağlanabilir.

Çizelge 5. Yaşın kabuk yüzde oranı üzerine etkisi

Table 5. The effect of age on shell percentage

Yaş (Hafta)	N	Kabuk Oranı (%) $\bar{X} \pm S\bar{x}$	F	P
8	228	9.613±0.0685 ^e		
12	261	9.581±0.071 ^e		
16	229	10.798±0.070 ^b		
20	226	11.041±0.071 ^a	65.541	0.000
24	227	10.4032±0.071 ^c		
28	227	10.357±0.071 ^c		
32	227	10.033±0.071 ^d		

Her bir sütunda a- e ile gösterilen ortalamalar arası farklılık önemlidir ($P < 0.05$)

Kabuk kalınlığı üzerine yaşın etkisi önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 6). Sekiz haftalık yaşta kabuk kalınlığı ortalaması ile 12, 16, 20, 24, 28 ve 32 haftalık yaşlar arasındaki farklılık önemli olmuştur ($P < 0.05$) (Çizelge 6). Sekiz haftalık yaş döneminden itibaren ilerleyen yaşa bağlı olarak kabuk kalınlığı da azalmıştır. Bu sonuç, kabuk kalınlığının hayvan yaşı arttıkça azalmakta olduğunu bildiren literatür sonuçlarını desteklemektedir (Yannakopoulos, 1986; Wilkanowska ve Kokoszyński, 2012).

Araştırmamızda 0.255 ile 0.210 mm arasında belirlediğimiz kabuk kalınlık değerleri üç farklı tüy rengindeki (yabani, altın ve tarçın) Japon bildircin popülasyonunda yumurta kalitesini belirleyen Lukanov (2019)'un aynı sırayla 223.53 µm, 216.91 µm ve 217.16 µm olarak belirledikleri değerlere yakındır. Bagh (2016)

yeşil, kahve ve beyaz Japon bildircin (*Coturnix coturnix japonica*) varyetelerinde kabuk kalınlıkları sırasıyla 0.26 mm, 0.27 mm ve 0.25 mm, Stojcic ve ark. (2012) tarafından 2 farklı ticari işletmede yer alan birinci verim yılındaki yumurta tipi japon bildircinlerinde 0.201-0.196 mm olarak bildirilmiştir. Araştırmada 8 haftalık yaş döneminde belirlemiş olduğumuz değer Hanusova ve ark. (2016) tarafından iki etçi bildircin hattında (Line 8: canlı ağırlık yönünde seleksiyona tabi tutulmuş ve Line 9: kontrol grubu) sırasıyla 257.6 µm ve 259.8 µm şeklinde bildirdikleri değerlerle örtüşmektedir. Farklı genotiplerin (yumurtacı ve etçi) yumurta kalitesi üzerine etkisini ortaya koymayı amaçlayan bir çalışmada (Hrncar ve ark., 2014) sırasıyla 0.25 mm ve 0.23 mm şeklinde ifade edilen kabuk kalınlıkları çalışmamızda elde edilen sonuca benzerdir.

Çizelge 6. Kabuk kalınlığı, kabuk yoğunluğu ve gözenek sayısının yaşa göre değişimi

Table 6. Change of shell thickness and shell density and pore count depending on age

Hayvan Yaşı (Hafta)	N	Özellikler $\bar{X} \pm S\bar{x}$		
		Kabuk Kalınlığı (mm)	Kabuk Yoğunluğu (mg cm ⁻²)	Gözenek Sayısı (adet)
8	228	0.255±0.010 ^a	49.521±0.274 ^d	3564.143±1.412 ^{cd}
12	261	0.223±0.010 ^b	49.419±0.267 ^d	3576.153±1.112 ^c
16	229	0.211±0.010 ^b	55.403±0.285 ^a	3541.812±11.857 ^d
20	226	0.212±0.010 ^b	55.999±0.287 ^a	3477.822±11.935 ^e
24	227	0.217±0.010 ^b	53.505±0.286 ^b	3578.761±11.908 ^c
28	227	0.227±0.010 ^b	53.812±0.286 ^b	3621.152±11.912 ^b
32	227	0.210±0.010 ^b	52.394±0.286 ^c	3659.357±11.909 ^a
F		4.424	84.823	23.383
P		0.025	0.000	0.000

Aynı sütunda yer alan (a-d) ortalamalar arası farklılık önemlidir ($P < 0.05$).

Ergün ve Yamak (2017) tarafından 23 ve 41 haftalık yaşta kabuk kalınlıkları sırayla 0.245 mm ve 0.36 mm olarak bildirilmiştir. Bu değerler çalışmamızın 8 haftalık yaş döneminde belirlenen değerle örtüşmekte ancak ilerleyen yaş döneminde azalan kabuk kalınlığı sonucundan farklılaşmaktadır. Orhan ve ark. (2001) tarafından bıldırcınlarda farklı yaş (2, 4, 6 ve 8 ay) dönemlerindeki kabuk kalitesinin sırasıyla 0.222 mm, 0.218, 0.213, 0.204 mm olduğu bildirilmiştir. Aynı yaş dönemlerine göre çalışmamızda belirlenen kabuk kalınlıkları bu çalışmada belirlenen değerlerden yüksektir ancak sonuçlar kabuk kalınlığının artan yaşla birlikte azaldığı yönündeki ifadeyi desteklemektedir. Kabuk kalınlık değerleri, farklı tüy renginde (beyaz, koyu kahverengi, sarı ve orijinal) (Çelik ve ark., 2014) sırasıyla 0.247 mm, 0.251 mm, 0.250 mm ve 0.244 mm olarak bildirilen değerlere yakın olmuştur.

Sıcaklık stresinin (23.87°C ve 58.75 nispi nem, 32.87°C sıcaklık ve % 57.77 nispi nem ve 35.87°C sıcaklık ve % 59.274 nispi nem) döllülük ve yumurta kabuk yoğunluğu kalitesi üzerine etkisinin belirlendiği çalışmada (El-Tarabany, 2016) kontrol grubunda 0.24 mm olan kabuk kalınlığının artan depolama sıcaklığına bağlı olarak sıra ile 0.21 mm ve 0.20 mm şeklinde azaldığı bildirilmektedir. Araştırmamızda 8 haftalık yaştan sonraki dönemlerde kabuk kalınlıkları azalmaya başlamış, mevsimsel olarak sıcaklığın yeniden azalmaya başladığı Ekim-Kasım aylarında kalınlık artmıştır. Bu durum El-Tarabany (2016)'nın sıcaklık stresinin kabuk kalınlığı üzerine etkili olduğunu bildirdiği sonucunu desteklemektedir. Keza araştırmacı sıcaklık stresinin kabuk ağırlığında düşümlere neden olduğunu ifade etmiştir. Yine Ketta ve Tumova, (2016)'a göre barınma sistemi kabuk kalitesini etkileyen ana etmendir. Her genotip belli bir barındırma sistemi koşulunda aynı etkiyi göstermemektedir. Yumurta kabuk kalitesi üzerine barınma ile genotip arasındaki etkileşimin birlikte etkisi her faktörün tek başına etkisinden daha önemlidir.

Sonuç olarak, sarı tüy rengindeki japon bıldırcınlarında yumurta iç ve dış kalite özellikleri üzerine anaç yaşı, depolama süresi ve çevresel faktörlerin etkisi önemli düzeydedir. Bu sonuçlar anaç yaşı ile birlikte depolama süresinin meydana getirmiş olduğu etkiyi kesin sonuç olarak ortaya koyması için aynı yönde yapılacak olan daha çok sayıda araştırmalarla desteklenmelidir. Ayrıca, elde edilen veriler çevresel faktörlerin üzerinde durulan kalite özellikleri üzerine olağan etkisinin sonuçlara yansımalarının da araştırılmasını gerektirmektedir.

ÖZET

Amaç: Sarı tüy renkli japon bıldırcınlarında 8, 12, 16, 20, 24, 28 ve 32 haftalık yaşlarda 7 ve 14 gün süreyle depolanan kuluçkalık yumurtaların iç ve dış kalite özellikleri araştırılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Yaş ve depolama sürelerinin yumurtalarda dış ve iç kalite özellikleri üzerine etkisini belirme amacıyla 8-32 haftalar arasında 7 ayrı yaş dönemleri yumurtaların 0, 7 ve 14 gün süre ile depolanması araştırmamızın yöntemini oluşturmaktadır. Yumurtanın depolama süresinin bağıl ağırlık kaybına etkili olduğu görülmüştür. Yumurta ağırlığı üzerine yaşın etkisi önemli bulunmuş, deneme başlangıcında (8. hafta) 11.67 g olan yumurta ağırlığı deneme sonunda (32. hafta) 12.15 g değerini almıştır. Yumurta eninin yumurta boyuna oranı şeklinde ifade edilen şekil indeksi 8 haftalık yaşta en yüksek, 32 haftalık yaşta en düşük belirlenmiştir. Ak indeksi üzerine hayvan yaşı, depolama süresi ve yaş x depolama süresi arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur. Haugh birimi depolama süresi ve hayvan yaşından etkilenmiş, depolama süresi ile yaş arasındaki interaksiyon da etkili olmuştur. Depolama işlemi yapılmayan kontrol grubunda sarı indeks değeri, 7 ve 14 günlük depolama sürelerine göre daha düşük olup uygulamalar arası farklılık önemli bulunmuştur. Ak yüzdesi üzerine depolama süresi, yaş ve depolama süresi ile yaş arasındaki interaksiyon önemli olmuştur. Sarı yüzdesi depolama süresinden etkilenmemiş ancak yaşa bağlı olarak değişmiştir. Artan depolama süresine bağlı olarak sarı indeks değeri azalmıştır. Birim yüzey alanı başına kabuk ağırlığı depolama süresi ve hayvan yaşına göre değişmiştir. Gözenek sayısı üzerine hayvan yaşı etkili iken depolama süresinin etkisi önemsiz olmuştur.

Genel Yorum: Sarı tüy rengindeki japon bıldırcınlarında yumurta iç ve dış kalite özellikleri üzerine anaç yaşı, depolama süresi ve çevresel faktörlerin etkisi önemli düzeyde bulunmuştur.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Elde edilen sonuçların gelecekte planlanacak çalışmalar için bilgi sağlayacağı beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ak indeksi, Haugh birimi, sarı indeksi, gözenek sayısı.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder. Bu çalışma yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Addo A, Hamidu JA, Ansah AY, Adomako K (2018) Impact of egg storage duration and temperature on egg quality, fertility, hatchability and chick quality in naked neck chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 17(4):175-183.
- Aktan S, Kaya E (2011) Influence of flock age and storage time on dark white characteristics such as white height and pH in hatching eggs in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *SDU J. Fac. of Agric.* 6(2):30-38.
- Akter Y, Kasim A, Omar H, Sazili AQ (2014) Effect of storage time and temperature on the quality characteristics of chicken eggs. *J. Food, Agric. Environ.* 12(3-4):87-92.
- Akyürek H, Okur AA (2009) Effect of storage time, temprature and hen age on egg quality in free range layers hens. *J. Anim. Vet. Adv.* 8:1953-1958.
- Alaşahan S (2010) Farklı kanatlı türlerinde yumurta kalite özelliklerinin sayısal görüntü analizi ile belirlenmesi. Doktora Tezi, SÜ Sağlık Bil. Ens., 105 s.
- Alaşahan S, Günlü A (2012) Determintaion of egg quality characteristics of different poultry species with digital analysis. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.* 18(6):979-986.
- Alaşahan S, Çopur-Akpınar G, Canoğulları S, Baylan M (2015) Determination of some external and internal quality traits of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs on the basis of eggshell colour and spot colour. *Eurasian J Vet Sci*, 31(4):235-241.
- Alaşahan S, Çopur-Akpınar G (2016) Hatching characteristics and growth performance of eggs with different egg shapes. *Brazilian J. Poultry Sci. (Revista Brasileira de Ciência Avícola)* 18(1):001-008.
- Alkan S, Karabag K, Galic A, Karsli T, Balcioglu MS (2010) Effects of selection for body weight and egg production on egg quality traits in japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) of different lines and relationships between these traits. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 16:239-244.
- Arpasova H, Halaj M, Halaj P (2010) Egg shell quality and calcium utilization in feed of hens in repeated laying cycles. *Czech J. Anim. Sci.* 55(2):66-74.
- Aygun A, Sert D (2013) Effects of prestorage application of propolis and storage time on egg shell microbial activity, hatchability, and chick performance in japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Poultry Sci.* 92:3330-3337.
- Bagh J, Panigrahi B, Panda N, Pradhan CR, Mallik BK, Majhi B, Rout SS (2016) Body weight, egg production, and egg quality traits of gray, brown, and white varieties of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) in coastal climatic condition of Odisha. *Vet. World*, 9:832-836.
- Balkan M, Biricik M (2006) Quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs in total and the size, mass and proportions of the various components of the egg. *SDÜ Fen Bil. Ens. Derg.* 10(2):193-196.
- Baylan M, Canogulları S, Ayasan T, Copur G (2011) Effects of dietary selenium source, storage time, and temperature on the quality of quail eggs. *Biol. Trace Elem. Res.* 143:957-964.
- Caner C (2005) The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception. *J. Sci. Food Agric.* 85:1897-1902.
- Çelik Ş, İnci H, Söğüt B, Şengül T, Kayaokay A (2014) Japon bildircinlarda yumurta kalite özellikleri üzerine farklı tüy renginin etkileri. *Y.Y.Ü. Tar. Bil. Derg.*, 24(3):248-256.
- Çimrin T, Demirel M (2016) The effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil addition on laying hens feed on performance egg quality criteria and egg yolk lipid oxidation. *J. Agric. Food Sci. Tech.* 4(2):113-119.
- Çopur-Akpınar G, Güneç A (2019) Effects of transportation and storage duration of Japanese quail eggs on hatchability. *South African J. Anim. Sci.* 49(2):254-261.
- Çopur-Akpınar G, Camci O, Sahinler N, Gul A (2008) The effect of propolis egg shell coatings on interior egg quality. *Arch. Geflügelk.*, 72(1):35-40.
- Dudusola IO (2009) Effects of storage methods and length of storage on some quality parameters of japanese quail eggs. *Tropicultura*, 27(1):45-48.
- Ebeid TA, Suzuki T, Sugiyama T (2012) High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. *Poultry Sci.* 91:2282-2287.
- El-Samee L DA, El-Wardany I, Ali NG, Abo OM -El-Azab (2012) Egg quality, fertility and hatchability of laying quails fed diets supplemented with organic zinc. Chromium Yeast or Mannan Oligosaccharides, *Int. J. Poultry Sci.* 11(3):221-224.
- El-Tarabany MS (2016) Effect of thermal stress on fertility and egg quality of Japanese quail. *J. Thermal Biol.* 61:38-43.
- Ergün OF, Yamak S (2017) The effect of eggshell thickness on hatchability of quail eggs. *Vet. World*, 10:1114-1117.

- Fidan ED (2012) Türkiye'de çiftlik hayvanları ile ilgili refah uygulamaları. Uluslararası Türk ve Akra Topluluklar Zootekni Kongresi, 11-13 Eylül, Isparta, Türkiye. pp. 79-87.
- Hanusova E, Hrnar C, Hanus A, Oravcova M (2016) Egg traits in Japanese quails. Acta. Fytotechn Zotechn, 19, (Special Issue):62-67.
- Hrnar C, Hanusova E, Hanus A, Bujko J (2014) Effect of genotype on egg quality characteristics of Japanese quail (*Coturnix japonica*). Slovak J. Anim. Sci., 47(1):6-11.
- Iqbal J, Khan SH, Mukhtar N, Ahmed T, Pasha RA (2016) Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. J. Applied Anim. Res. 44(1):54-64.
- Jin YH, Lee KT, Lee WI, Han YK (2011) Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 24(2):279-284.
- Jones DR, Musgrove MT (2005) Effects of extended storage on egg quality factors. Poult. Sci. 84:1774-1777.
- Ketta M, Tumova E (2016) Eggshell structure, measurements, and quality-affecting factors in laying hens: a review. Czech J. Anim. Sci., 61(7):299-309.
- Kul S, Şeker İ (2004) Phenotypic correlations between some external and internal egg quality traits in the Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). Int. Poultry Sci. 3 (6):400-405.
- Kumari PB, Ramesh GB, Prakash GM, Rajasekhar RA (2008) A Study on egg quality traits in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). Tamilnadu J. Vet. Anim. Sci. 4:227-231.
- Lacin E, Yıldız A, Esenbuga N, Macit M (2008) Effects of differences in the initial body weight of groups on laying performance and egg quality parameters of Lohmann laying hens. Czech J. Anim. Sci. 53(11):466-71.
- Lukanov H, Genchev A, Kolev P (2019) Egg quality traits in wg, gg and gl Japanese quail populations. Trakia J. Sci. No 1:49-55.
- Lotfi E, Zerehdaran S, Raoufi Z (2012) Genetic properties of egg quality traits and their correlations with performance traits in Japanese quail. Arch. Geflügelk 53(5):585-591.
- Minvielle F, Gourichon D, Ito S, Inoue-Murayama M, Riviere S (2007) Effects of the dominant lethal yellow mutation on reproduction, growth, feed consumption, body temperature, and body composition of the Japanese quail. Poultry Sci. 86(8):1646-1650.
- Nadeau NJ, Minvielle F, Ito S, Inoue-Murayama M, Gourichon D, Follet SA, Burke T, Mundy NI (2007) Characterization of Japanese quail yellow as a genomic deletion upstream of the avian homolog of the mammalian ASIP (agouti) gene. Genetics 178:777-786.
- Narınç D, Aygün A, Karaman E, Aksoy T, (2015) Egg shell quality in Japanese quail: characteristics, heritabilities and genetic and phenotypic relationships. Animal Consortium 9(7):1091-1096.
- Nepomuceno RC, Watanabe PH, Freitas ER, Cruz CE, Braga P, Maria SM, Sousa ML (2014) Quality of quail eggs at different times of storage. Ciência Animal Brasileira, 15(4):409-413.
- Nowaczewski S, Kontecka H, Rosinski A, Koberling S, Koronowski P (2010a) Egg quality of Japanese quail depends on layer age and storage time. Folia Biologica 58(3-4):201-207.
- Nowaczewski S, Witkiewicz K, Kontecka H, Krystianiak S, Rosinski A (2010b) Eggs weight of Japanese quail vs. eggs quality after storage time and hatchability results. Archiv Tierzucht 53(6):720-730.
- Oleforuh-Okoleh VU (2016) Hatchability prediction in chickens using some external egg quality traits. Asian J. Anim. Sci. 10(2):159-164.
- Ondrusikova S, Nedomova S, Pytel R, Cwikova O, Kumbar V (2018) Effect of different storage times on Japanese quail egg quality characteristics. Potravinarstvo Slovak J. Food Sci. 12(1):560-565.
- Orhan H, Erensayın C, Aktan S (2001) Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) farklı yaş gruplarında yumurta kalite özelliklerinin belirlenmesi. Hayvansal Üretim, 42(1):44-49.
- Özdemir G, İnci H, Söğüt B, Daş A (2014) The influence of breeder age to the interior and exterior quality of quail eggs. Tr. J. Nature Sci. 3(2):42-45.
- Romao JM, Moraes TGV, Teixeira RSC, Cardoso WM, Buxade CC (2008) Effect of egg storage length on hatchability and weight loss in incubation of egg and meat type Japanese quails. Brazilian J. Poult. Sci. 10:143-147.
- Romao JM, Moraes TGV, Silva EE, Teixeira RSC, Cardoso WM (2010) Incubation of Japanese quail eggs stored at tropical temperatures. Livestock Res. Rural Develop. 22(1):168-175.
- Roriz BC, Sgavioli S, Garcia RG, Naas IA, Domingues CHF, Caldara FR, Rombola L.G, Ayla CM., Bernneck K (2016) Storage period affects weight loss of Japanese quail eggs. Brazilian J. Poultry Sci. 18(4):589-592.
- Samli HE, Agma A, Senkoylu N (2005) Effects of storage time and temperature on egg quality in old Laying Hens. J. Appl. Poult. Res. 14:548-553.

- Scott TA, Silversides FG (2000) The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Sci.* 79:1725-1729.
- Silversides FG, Scott TA (2001) Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Sci.* 80:1240-5.
- SPSS, 2004, IBM SPSS Statistics,
- Şeker I, Kul S, Bayraktar M, Yıldırım Ö (2005) Japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) yumurta verimi ve bazı yumurta kalite özelliklerine yaşın etkisi. *İÜ, Vet. Fak. Dergisi* 31(1):129-138.
- Şimşek ÜG, Erişir Z, İflazoğlu MS, Baykalır Y, Çiftçi M (2016) Farklı tüy rengine sahip japon bıldırcınlarında (*Coturnix coturnix japonica*) yumurtanın besin özellikleri, kuluçka özellikleri ve embriyonun beslenmesi. *FÜ Sağ. Bil. Vet. Derg.* 30(2):83-88.
- Stojic ĐM, Milosevic N, Peric L, Jajic I, Tolimir N (2012) Egg quality of japanese quail in serbia (*Coturnix coturnix japonica*). *Biotech. Anim. Husb.* 28(3):425-431.
- Tabakeekh ASA (2011) Evaluation of some external and internal egg quality traits of quails reared in Basrah city. *Bas. J.Vet. Res.* 10(2):78-84.
- Tadesse D, Wondmeneh E, Mekonnen G, Tadelle D (2015) Study on productive performances and egg quality traits of exotic chickens under village production system in East Shewa, Ethiopia, *Afr. J. Agric. Res.* 10(9):1016-1021.
- Tilki M, Saatci M (2004) Effects of storage time on external and internal characteristics in partridge (*Alectoris graeca*) eggs. *Revue Med. Vet.* 155:561-564.
- Yannakopoulos A L, Tserveni Gousi A S (1986) Quality characteristics of quail eggs. *British Poult. Sci.* 27(2):171-176.
- Yılmaz A, Tepeli C, Çağlayan T (2011) External and internal egg quality characteristics in Japanese quails of different plumage color lines. *J. Food, Agric. Environ.* 9(2):375-379.
- Wilkanowska A, Kokoszyński, D (2012) Layer age and quality of Pharaoh quail eggs. *J. Central Europe. Agric.* 13(1): 10-21.
- Zita L, Zdenek L, Tumova E, Klesalova L (2012) Technological quality of eggs in relation to the age of laying hens and Japanese quails. *R. Bras. Zootec.* 41(9):2079-2084.
- Zita L, Ledvinka Z, Klesalova L (2013) The effect of the age of Japanese quails on certain egg quality traits he effect of the age of Japanese quails on certain egg quality traits and their relationships. *Veterinarski Arhiv* 83(2):223-232.



Bal arısının (*Apis mellifera* L.) Mustafa Kemal Üniversitesi Kampüsünde bulunan bazı bitkiler üzerindeki bitki tercihi

Plant preference of honey bee (*Apis mellifera* L.) over some plants grown in Mustafa Kemal University Campus

Nadire Pelin BAHADIRLI¹ , Aziz GÜL² 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antakya-Hatay, Turkey.

²Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.705889](https://doi.org/10.37908/mkutbd.705889)

Geliş tarihi /Received:19.03.2020

Kabul tarihi/Accepted:12.05.2020

Keywords:

Honey bee, Pollination, Plant preference, Flowering.

 Corresponding author: Nadire Pelin BAHADIRLI

 pelebahadirli@gmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: The aim of this study was to determine the honey bee preference on some plants grown at the Mustafa Kemal University campus in Hatay.

Methods and Results: Honey bees' visits to flowers were determined by measuring three times at 09:00 and at 12:00 and at 15:00 in March, April and May 2019. Visits to each plant were repeated 3 times and averaged. All of the plants examined in the study bloomed within these determined periods. Each plant was determined randomly and no second count was made on the same plant. The activity of honey bees on the plant was recorded for about 10 minutes by video and was also counted.

Conclusions: In general, the highest bee visit during the day of the bay laurel tree during the flowering period was measured as 80.00 ±4.24 number/m² at 09:00 in the morning. This was followed by 72.67 ±3.07 number/m² at 12:00. At 15:00, honey bees were determined to have the lowest visit during the day with 9.00 ±0.47 number/m² visit to the sage plants. Statistically, when the visits of honey bees to the plants on campus were examined, the differences were significant in terms of the number of bees visiting the plants at 09:00, 12:00 and 15:00.

Significance and Impact of the Study: Honey bees prefer quality pollen and nectar in the same flora. In this study, the plant preferences of honey bees were determined. As a result of the study, we determined that honey bees preferred bay laurel trees the most in all months.

Atf / Citation: Bahadırli NP, Gül A (2020) Bal arısının (*Apis mellifera* L.) Mustafa Kemal Üniversitesi Kampüsünde bulunan bazı bitkiler üzerindeki bitki tercihi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 211-216. DOI: 10.37908/mkutbd.705889

GİRİŞ

Arıcılık, bal arısı (*Apis mellifera* L.) kolonilerinin buldukları yörelere göre nektar akımının en bol olduğu dönemlerde işçi arı (tarlacı) popülasyonunun en üst düzeye çıkarılması ve bu arı popülasyonunun bal, polen, arı sütü üretimi ve bitkilerin tozlaşması (polinasyonu) amacıyla yürütülen tarımsal bir faaliyettir (Güler, 2006). Bitkisel üretimde bal arılarının tozlaşma ile verime sağladığı yararın, arıcılık faaliyetleri sonucunda elde edilen arı ürünleri üretiminden yaklaşık 10-20 kat daha

fazla gelir getirdiği bildirilmektedir (Geslin ve ark., 2017). Bu sebeple bitkisel üretimde kalite ve miktarın artırılmasında bal arıları oldukça önemli rol oynamaktadır. Bir çiçeğin pek çok ziyaretçisi olmasına karşılık sadece özelleşmiş olanlar döllenmede aktif rol alabilir. Çiçek açan bitkiler tozlaşmayı sağlayacak hayvanları genellikle gösterişli ve çarpıcı çiçekleriyle, tohum yayıcılarını da renkli, kokulu ve besleyici meyveleriyle kendilerine çekerler. Hayvanların duyum sistemleri de, bu tür belirtileri seçebilecek bir oluşum geçirmiştir. Günümüzde Dünya üzerinde ekonomik

öneme sahip üretilen gıda ürünlerinin %75'i böcekler vasıtasıyla döllenmektedir (Geslin ve ark., 2017). Bu durum insan yaşamı üzerinde tozlayıcıların ne kadar büyük bir önemi olduğunu göstermektedir. Ilıman iklim bölgelerinde yaklaşık %78 oranında hayvana bağlı döllenme olurken tropik iklim bölgelerinde bu oran %94'e yükselmektedir (Ollerton ve ark. 2011). Bitki tozlaşmasında arıların önemli bir role sahip olduğu 1700'lü yıllarda Alman bilim insanları Koelreuter (1761) ve Sprengel (1793) tarafından ifade edilmiştir. Waite (1895), arı kolonilerinin meyve ağaçlarının tozlaştırılmasında kullanılabileceğini gündeme getirmiştir. Waite (1895), o dönemde çapraz tozlaşmanın (dış eşleşmenin) meyve ağaçlarında önemini saptamış ve bu bilgiyi paylaşmıştır. Arıların yanı sıra sineklerde çiçeklerin tozlanmasında faaliyet göstermektedir. Ada çaylarında yürütülen bir çalışmada sineklerin tozlayıcı olarak tüm tozlayıcıların %25'ini oluşturduğu belirlenmiştir (Celep ve ark., 2014). Arılarla çiçek açan bitkiler birbirleri ile karşılıklı bir yarar içindedirler. Nitekim; Erzurum-Narman doğal meralarında ballı bitki potansiyelini belirlemek için yürütülen bir araştırmada, çalışma yerinin botanik kompozisyonunda çiçekli bitki türlerinin oranı %78.87 olarak hesaplanmıştır (Cengiz, 2018). Her biri, diğerinin yaşamını ve yeniden üremesi için belirli işlevleri yerine getirmekte olup bu anlamda aralarında ortak bir yaşam ilişkisi vardır (Sorkun ve ark., 2012). Dünyadaki yaklaşık 250 binden fazla çiçekli bitki türü arasından 20 bininin arılar tarafından ziyaret edildiği bilinmektedir (Kaufman, 1989; Geslin ve ark., 2016). Bal arıları çiçeklerle bitkilerin genel şekil ve görünüşlerini öğrenebilmektedir. Böylece gün içerisinde aynı türün bitkilerini ziyaret eder ve tozlaşmada etkin rol oynarlar. Bal arılarının çalışma hızı ve bir çiçeğe tarlacılık için ayırdığı zaman farklı olmaktadır. Bir çiçekte tarlacılık süresi yaklaşık olarak; kayısıda 10, elmada 68, kirazda 82, ahudududa 116 saniye sürmektedir. Tarlacılık süresi nektarın varlığı ve nektar alım süresi ile ilgilidir. Ancak polen toplama işlemi yaklaşık iki katı kadar zamanda yapılmaktadır (Roubik, 1995). Tozlayıcı hareketliliğinde çevre şartları da çok büyük rol oynamaktadır. Yapılan bir çalışmada *Salvia sclarea* türünün tozlayıcısı olan *X. violacea* faaliyetinin rüzgar şiddetinin artmasıyla azaldığı tespit edilmiştir (Şenol ve ark., 2017). *Salvia fruticosa* türünde arıların yanan ve yanmayan bölgelerdeki tercihlerini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada yanan yerlerde bulunan *S. fruticosa*'da nektar miktarının fazla olmasına karşılık işçi arılar tarafından asla ziyaret edilmediği belirlenmiştir (Ne'eman ve Dafni, 1998). İskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum*) ve fazelya (*Phacelia tanacetifolia*) bitkilerinin arı tercihindeki önemini belirlemek amacıyla

yürütülen bir çalışmada İskenderiye üçgölünde 53.90 adet m⁻² ve fazelyada 72.74 adet m⁻² bal arısı ziyareti gerçekleştirildiği belirlenmiştir (Kuvancı ve ark., 2016). Çeşitli çalışmalar, arıların nektar içeriğini doğrudan değerlendirerek (veya tükenmiş çiçeklerden kaçınmak için önceki ziyaretçilerin kokusunu kullanarak çiçek seçebileceğini bildirmiştir (Cameron, 1981; Bell ve ark., 1984; Schmitt ve Bertsch, 1990; Giurfa ve Nunez, 1992; 1993). Bununla birlikte diğer bazı çalışmalarda da nektar içeriği yerine morfolojik ipuçlarının çiçeklenme tercihlerini etkilediğini ve bu ipuçların yakın zamanda çiçeklerdeki diğer böcekler için kokuların yokluğunda çiçekleri tercih etmede temel sağlayabileceğini iddia etmektedir (Barrow ve Pickard, 1984; Galen ve Newport, 1987; Harder, 1988; Duffield ve ark., 1993). Morfolojik olarak daha büyük çiçekler veya daha fazla çiçek arıları cezbedebilir.

Bu çalışmada Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Tayfur Sökmen Kampüsü içerisinde gerek doğal olarak yetişen ve gerekse peyzaj faaliyetleri sonucu yetiştirilen bitki ve ağaçların çiçeklerine ilkbahar aylarında bal arılarının uçuşları belirlenerek, bal arılarının bitki tercihleri ortaya konmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmada Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Kampüsünde yetiştirilmekte olan bitkiler ile Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezine ait 200 adet bal arısı kolonisi materyal olarak kullanılmıştır. Bal arılarının çiçeklere olan ziyaretleri 2019 yılı Mart, Nisan ve Mayıs aylarında sabah 09:00 öğlen 12:00 ve öğleden sonra 15:00 saatlerinde olmak üzere üç kez ölçülerek belirlenmiştir. Her bitkiye ziyaretler 3 kez tekrarlanarak ortalamaları alınmıştır. Çalışmada incelenen bitkilerin hepsi bu belirlenen dönemler içerisinde çiçeklenmiştir. Her bitki tesadüfi olarak belirlenmiş ve aynı bitki üzerinde ikinci defa sayım yapılmamıştır. Bal arılarının bitki üzerindeki aktivitesi yaklaşık 10 dakika boyunca video ile kaydedilmiş ve aynı zamanda sayımı yapılmıştır. Sayımlar sırasında hava sıcaklığı 15°C'nin üzerinde olduğu havanın açık ve rüzgarsız olduğu günlerde yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS 22.00 ve Microsoft Excel programında değerlendirilmiştir.

Deneme Deseni ve İstatistik Analiz

Elde edilen veriler SPSS 22.00 faktöriyel tesadüf parselleri modeline göre analiz edilmiş ve ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testine göre yapılmıştır. Grafikler ve ortalamalar ise Microsoft Excel programında hazırlanmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bal arılarının bazı çiçekleri diğerlerine tercih etmesi çiçekli bitkilerin bal arıları ile karşılıklı ortak ilişkileri açısından oldukça önem arz etmektedir. Bu tercih bal arılarının bitkisel üretimde tozlaşmayı gerçekleştirmek suretiyle tarım alanlarında verim artışına ve dolayısıyla yüksek gelir elde edilmesine imkân sağlamaktadır. Üzerinde yaşadığımız yerkürenin devamlılığı açısından da oldukça önem arz eden bal arılarının bitki tercihinin yönelik yapılan bu çalışmada da ilkbahar döneminde Mart, Nisan ve Mayıs ayları içerisinde bal arılarının HMKÜ kampüs alanındaki bitki tercihi belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere bal arılarının bu aylardaki bitki tercihlerinde büyük farklılıklar görülmüştür. Bal arılarının ilkbaharın erken döneminde çiçek açan ve Hatay ilinin doğal bitki örtüsü olan defne ağacını en fazla tercih ettiği görülmüştür.

Nisan döneminde ise en fazla tercihin fazelya (*Phaselia tanacetifolia* Benth.) bitkisinde olduğu en az tercihin ise beyaz çiçekli yalancı akasyada (*Robinia pseudoacacia* L.) olduğu görülmektedir. Bilindiği üzere fazelyanın Türkiye'de arıcılıkta nektar kaynağı olarak yoğun bir şekilde tarımı yapılmaktadır. Ancak akasya ağacının ise nektar ve polen kalitesinin düşük olduğu bilinmektedir. Dolayısı ile arılar tarafından tercihi de az olmuştur.

Mayıs döneminde çiçeklenen bitkiler incelendiğinde Mart döneminde ölçümü yapılan defne ağacından sonra en fazla tercihin yıldız çalısı (*Pittosporum tobira* Ait.) olduğu görülmüştür. Aynı şekilde bu dönemde okaliptüs ağacını ve otsu bitkilerden de en fazla engerek otunun arılar tarafından tercih edildiği görülmüştür. Yıldız çalısı özellikle peyzaj bitkisi olarak tercih edilen ve kaliteli polenlerinden dolayı bal arıları tarafından oldukça tercih edilen bir süs bitkisidir. Bu dönem içerisinde en az tercihin ise ada çayı (*Salvia* sp.) ve kekik (*Origanum* sp.) bitkilerinde olduğu görülmüştür. Ancak bilindiği üzere önemli tıbbi bir bitki olan ada çayı ve kekik kaliteli nektar ve polene sahip olmasına rağmen çiçek üzerinde belirlenen arı sayısı diğer bitkiler ile kıyaslandığında oldukça düşük bulunmuştur. Bunun sebebi ise HMKÜ kampüsü içinde ada çayı ve kekik bitkisinin az miktarda yetiştirilmesi, nektar ve polenin arılar tarafından ölçüm yaptığımız zamandan önce alınmış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Çünkü ölçüm zamanında ada çayı içerisinde yoğun bir arı görülmüş fakat çiçeğe konan arı sayısı az olmuştur. Bilindiği üzere nektarı alınan çiçekler bal arıları tarafından 7-heptanon ile işaretlenmekte ve diğer arılar tarafından ziyaret edilmemektedirler. Aynı dönem içerisinde üçgül (*Trifolium repens* L.), yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.),

engerek otu (*Echium vulgare* L.) ve ateş dikeni (*Pyracantha coccinea* Roemer) bitkilerinin arılar tarafından tercihi ise benzer oranda olmuştur. Bilindiği üzere çam ağaçlarının nektarı olmamasına karşın bazen yabancı böcek salgılarını üzerinde barındırmaları sebebi ile arılar için iyi bir nektar kaynağı teşkil ederler. Bu çalışma esnasında da çam ağaçları üzerinde oluşan salgı dolayısı ile çalışmaya dahil edilmiştir.

Genel olarak tüm bitkiler arasında Defne ağacının çiçeklenme döneminde gün içerisindeki en yüksek arı ziyareti sabah vakti olan saat 09:00'da 80.00 ± 4.24 adet m^{-2} olarak ölçülmüştür. Bunu 72.67 ± 3.07 adet m^{-2} ziyaret ile saat 12:00'de takip etmiştir. Saat 15:00'de ise ada çayı bitkisine 9.00 ± 0.47 adet m^{-2} ziyaret ile bal arıları gün içerisinde en düşük ziyareti gerçekleştirdiği zaman olarak belirlenmiştir.

İstatistiki olarak, bal arılarının kampüs içerisindeki bitkileri ziyaretleri incelendiğinde 09:00, 12:00 ve 15:00 saatlerinde bitkileri ziyaret eden arı sayıları bakımından farklılıklar önemli bulunmuştur (Çizelge 1) ($P < 0.01$). Çalışma kapsamında gözlemlenen tüm bitkilerin arılar tarafından gün içerisinde farklı saatlerdeki bitki tercihleri incelendiğinde ise istatistiki olarak bir farklılığın olmadığı görülmektedir ($P > 0.05$). Ancak fazelya bitkisinde diğer bitkilerden farklı olarak saat 15'de alınan ölçümlerde azalma yerine ciddi bir artış görülmüştür.

Ballıbabagiller familyasından bitkiler üzerinde bal arısı tercihinin incelendiği bir çalışmada 10 dakika içerisinde zufa otunda (*Hyssopus officinalis*) 30.28 adet, lavantada (*Lavandula officinalis*) 18.33 adet, limon otunda (*Melissa officinalis*) 1.40 adet ve ada çayında (*Salvia officinalis*) 14.93 adet bal arısı ziyareti tespit edilmiştir (Macukanovic-Jocic ve ark., 2011). *Salvia virgata* ve *S. verticillata* türleri üzerinde tozlayıcı aktivitesinin incelendiği bir çalışmada bal arısı ziyaretlerinin her iki türde de yoğun olarak gözlemlendiği belirtilmiştir (Celep ve ark., 2014). İskenderiye üçgülü ve fazelya çiçeklerine olan bal arısı tercihinin incelendiği bir çalışmada Mayıs Haziran aylarında İskenderiye üçgölünde arı ziyareti $0.33-175.33$ adet m^{-2} aralığında değişim gösterirken, fazelyada $0.66-185.33$ adet m^{-2} olarak değişim göstermiştir (Kuvancı ve ark., 2016).

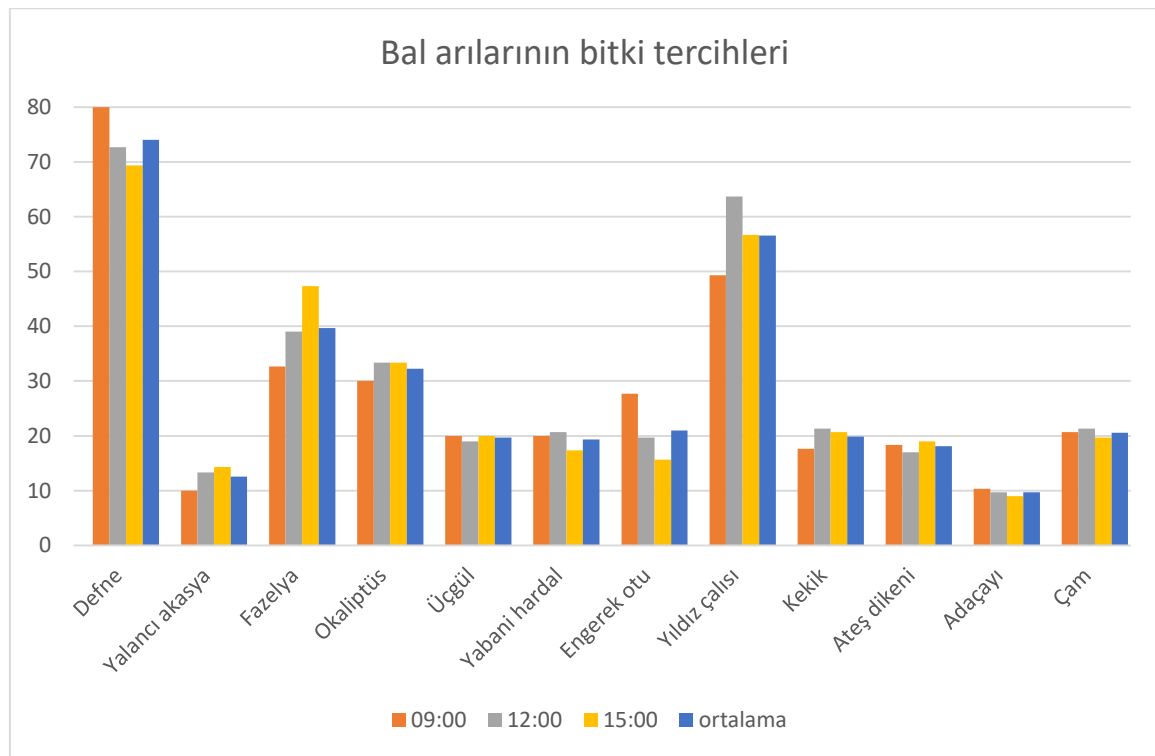
Bitkisel üretimde verimi belirleyen en önemli unsur polinasyondur. Polinasyonun sağlanmasında bal arıları büyük bir rol üstlenmektedir. Çalışmada Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi kampüsünde yetişen bitkiler arasında bal arısı tercihi ortaya konmuştur.

Çizelge 1. Farklı bitki çiçeklerine yapılan bal arısı ziyaretleri (adet m⁻²)

Table 1. Number of honey bee visits to different plant flowers in square

Bitki adı	Latince adı	Gözlem saatlerine göre arı sayısı			Ortalama	Gözlem tarihi
		09:00	12:00	15:00		
Defne	<i>Laurus nobilis</i> L.	80.00±4.24 ^{a*}	72.67±3.07 ^{a*}	69.33±1.91 ^{a*}	74.00±3.07 ^{a*}	25 Mart
Beyaz çiçekli yalancı akasya	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	10.00±0.94 ^e	13.33±1.52 ^{fg}	14.33±1.66 ^g	12.56±1.37 ^f	10 Nisan
Fazelya	<i>Phaselia tanacetifolia</i> Benth.	32.67±2.13 ^c	39.00±1.89 ^c	47.33±1.19 ^c	39.67±1.73 ^c	10 Nisan
Okaliptüs	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	30.00±1.41 ^c	33.33±0.58 ^d	33.33±0.58 ^d	32.22±0.86 ^d	5 Mayıs
Üçgül	<i>Trifolium repens</i> L.	20.00±0.94 ^d	19.00±0.47 ^e	20.00±0.47 ^e	19.67±0.63 ^e	5 Mayıs
Yabani hardal	<i>Sinapis arvensis</i> L.	20.00±1.89 ^d	20.67±1.19 ^e	17.33±0.72 ^{efg}	19.33±1.26 ^e	5 Mayıs
Engerek otu	<i>Echium vulgare</i> L.	27.67±1.19 ^c	19.67±0.72 ^e	15.67±0.54 ^{fg}	21.00±0.82 ^e	5 Mayıs
Yıldız çalısı	<i>Pittosporum tobira</i> Ait.	49.33±2.84 ^b	63.67±0.98 ^b	56.67±0.27 ^b	56.56±1.36 ^b	5 Mayıs
Kekik	<i>Origanum</i> sp.	17.67±0.98 ^d	21.33±1.19 ^e	20.67±1.44 ^e	19.89±1.20 ^e	9 Mayıs
Ateş dikeni	<i>Pyracantha coccinea</i> Roemer	18.33±0.72 ^d	17.00±1.25 ^{ef}	19.00±0.94 ^{ef}	18.11±0.97 ^e	9 Mayıs
Ada çayı	<i>Salvia</i> sp.	10.33±0.27 ^e	9.67±0.98 ^g	9.00±0.47 ^h	9.67±0.57 ^f	9 Mayıs
Çam	<i>Pinus</i> sp.	20.67±0.72 ^d	21.33±0.98 ^e	19.67±0.27 ^{ef}	20.56±0.66 ^e	9 Mayıs

* a, b, c, d, e, f, g, h: Farklı harfler farklı grupları temsil etmektedir.



Şekil 1. Bal arılarının bitki tercihlerine ait grafik

Figure 1. Plant preference of honey bees

Çalışmada elde edilen veriler sonucunda bal arılarının en fazla defne (*Laurus nobilis* L.) bitkisini ziyaret ettiği ve en az ise ada çayı (*Salvia* sp.) bitkisini ziyaret ettiği gözlemlenmiştir. Yapılan bu çalışmanın gelecekte yapılacak defne gibi dioik bitkilerde arı tercihinin ve tohum varyasyonunu oluşturmada arıların rolünün

belirlenmesi amacıyla yürütülecek çalışmalara bir zemin oluşturacağı düşünülmektedir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmanın amacı, Hatay'da bulunan Mustafa Kemal Üniversitesi kampüsünde yetiştirilen bazı bitkiler

üzerinde bal arısı tercihinin belirlenmesidir.

Yöntem ve Bulgular: Bu çalışmada defne (*Laurus nobilis* L.), beyaz çiçekli yalancı akasya, (*Robinia pseudoacacia* L.), fazelya (*Phacelia tanacetifolia* Benth.), okaliptüs (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.), üçgül (*Trifolium repens* L.), yabani hardal (*Sinapis arvensis* L.), engerek otu (*Echium vulgare* L.), yıldız çalısı (*Pittosporum tobira* Ait.), kekik (*Origanum* sp.), ateş dikenini (*Pyracantha coccinea* Roemer), ada çayı (*Salvia* sp.), çam (*Pinus* sp.) bitkilerine saat 09:00, 12:00 ve 15:00 saatlerinde bal arılarının tercihleri belirlenmiştir. Bal arılarının kampüs içerisindeki bitkileri ziyaretleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Bitkilerin gün içerisinde arılar tarafından ziyaret saatleri arasında ise istatistiki olarak bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Ancak bal arılarının sabah ve öğlen saatlerinde bitkiler üzerindeki polen ve nektar toplama faaliyetlerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Genel Yorum: Polinasyon, meyve ve tohum üretiminin temeli olup türlerin büyük çoğunluğunda polinasyon olmadan meyve ve tohum üretimi mümkün değildir. Çalışma sonunda, bal arılarının en fazla defne (*Laurus nobilis* L.) bitkisini ziyaret ettiği ve en az ise ada çayı (*Salvia* sp.) bitkisini ziyaret ettiği gözlemlenmiştir. Bal arıları aynı çevrede bulunan bitkiler arasında bitkilerdeki polen ve nektar kalitesine göre tercihte bulunmaktadır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bal arılarının Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi kampüsünde yetişen bitkiler arasında tercihinin ortaya konduğu bu çalışma ile ileride yapılacak defne gibi dioik bitkilerde arı tercihinin ve arıların rolünün belirlenmesi çalışmalarına bir zemin oluşturacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bal arısı, tozlaşma, bitki tercihi, çiçeklenme.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

Barrow DA, Pickard RS (1984) Size-related selection of food plants by bumblebees. *Ecol Entomol.* 9: 369-373.

Bell G, Lefebvre L, Giraldeau LA, Weary D (1984) Partial preference of insects for the male flowers of an annual herb. *Oecologia* 64:287-294.

Cameron DL (1981) Chemical signals in bumble bee foraging. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 9: 257-260.

Celep F, Atalay Z, Dikmen F, Doğan M, Classen-Bockhoff R (2014) Flies as pollinators of melittophilous *Salvia* species (Lamiaceae). *American Journal of Botany* 101 (12): 2148-2159.

Cengiz, MM (2018) Arıcılık ve Organik Bal Üretimi İçin Narman (Erzurum, Türkiye) Doğal Meralarında Ballı Bitki Potansiyeli. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 8(2): 358-364.

Duffield GE, Gibson RC, Gilhooly PM, Hesse AJ, Inkley CR, Gilbert FS, Barnard CJ (1993) Choice of flowers by foraging honey bees (*Apis mellifera*): possible morphological cues. *Ecol. Entomol.* 18: 191-197.

Geslin B, Oddie M, Folschweiller M, Legras G, Seymour CL, Van-Veen FJF, Thébault E (2016) Spatiotemporal changes in flying insect abundance and their functional diversity as a function of distance to natural habitats in a massflowering crop. *Agric. Ecosyst. Environ.* 229: 21-29.

Geslin B, Aizen AM, Garcia N, Pereira AJ, Vaissière BE, Garibaldi LA (2017) The impact of honey bee colony quality on crop yield and farmers profit in apples and pears. *Agriculture Ecosystems & Environment* 248: 153-161.

Giurfa M, Nunez JA (1992) Honey bees mark with scent and reject recently visited flowers. *Oecologia* 89: 117-123.

Giurfa M, Nunez JA (1993) Efficient floret inspection by honey- bees in capitula of *Carduus acanthoides*. *Ecol Entomol* 18: 116-122.

Galen C, Newport MEA (1987) Bumble bee behavior and selection on flower size in the sky pilot, *Polemonium viscosum*. *Oecologia* 74: 20-23.

Güler A (2006) Bal arıları (*Apis mellifera* L.)'nda yapay tohumlama ve Türkiye için önemi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi* 21(3): 370-378.

Harder LD (1988) Choice of individual flowers by bumblebees: interaction of morphology, time and energy. *Behaviour* 104: 60-77.

Kuvancı A, Devci M, Alay F, Çankaya N, Avcı M (2016) Balarılarının (*Apis mellifera* L.) bitki tercihinde iskenderiye üçgülü (*Trifolium alexandrinum* L.) ve fazelya (*Phacelia tanacetifolia* B.)'nın yeri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* 25(2): 188-194.

Kaufman PB (1989) *Plants their biology and importance*. Harper & Row Publishers, New York. pp 757.

Macukanovic-Jocic M, Stevanovic ZD, Mladenovic M, Jocic G (2011) Flower morphophysiology of selected Lamiaceae species in relation to pollinator attraction. *Journal of Agricultural Research* 50(2): 89-101.

Ne'eman G, Dafni A (1999) Fire, bees and seed production in a mediterranean key species *Salvia fruticosa* Miller (Lamiaceae). Israel Journal of Plant Science 47: 157-163.

Ollerton J, Winfree R, Tarrant S (2011) How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos 120(3): 321-326.

Roubik DW (1995) Pollination of cultivated plants in the tropics. FAO Agric. Serv. Bull. No:118. Rome. pp 196.

Schmitt U, Bertsch A (1990) Do foraging bumblebees scent-mark food sources and does it matter? Oecologia 82: 137-142.

Sprengel CK (1793) The secret of nature in the form and fertilization of flowers discovered. Friedrich Vieweg dem aeltern, Berlin.

Waite MB (1895) Pollination of pear flowers. US Dept. Agr. Div. Veg. Path. Bull. 5 pp 86.



Environmental impact of bio-briquettes produced from agricultural residues concerning to CO₂ emissions

Tarımsal artıklardan üretilen biyo-briketlerin CO₂ emisyonları açısından çevresel etkisi

Gürkan Alp Kağan GÜRDİL¹

¹Ondokuz Mayıs University, Department of Agricultural Machines and Technologies Engineering, Faculty of Agriculture, Samsun, TURKEY.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.735750](https://doi.org/10.37908/mkutbd.735750)

Geliş tarihi /Received:11.05.2020

Kabul tarihi/Accepted:27.05.2020

Keywords:

Biofuel, briquette, carbon dioxide, environment, flue gas, residue.

✉ Corresponding author: G. A. K. GÜRDİL

✉: ggurdil@omu.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This study examined the flue gas emissions of bio-briquettes produced from agricultural residues.

Methods and Results: The briquettes were produced from residues of tea (*Camellia sinensis*) processing plants, pruning residues of persimmon (*Diospyros kaki*), tomato (*Solanum lycopersicum*) stalk and pruning residues of peach (*Prunus persica*) tree. The residues were briquetted using a hydraulic briquetting machine with a horizontal course. Solid cylindrical briquettes were produced under different compression pressures ranging from 40 MPa to 240 MPa, with a moisture content of 10%-12% and having a particle size of 5 mm. Flue gas emissions of bio-briquettes were measured.

Conclusions: The results of the study showed that CO₂ emissions increased with increase in the briquetting pressures. The lowest CO₂ emission was (2.50%) obtained at 120 MPa pressure for the briquettes produced from tomato stalk residues, where the highest was (8.90%) at 240 MPa for the briquettes produced from peach tree pruning.

Significance and Impact of the Study: This study deals with the CO₂ emission of biomass resulted from residues/wastes from the intensive farming of tea (*Camellia sinensis*), persimmon (*Diospyros kaki*), tomato (*Solanum lycopersicum*) and peach (*Prunus persica*).

Atf / Citation: Gürdil GAK (2020) Environmental impact of bio-briquettes produced from agricultural residues concerning to CO₂ emissions. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 217-224. DOI: 10.37908/mkutbd.735750

INTRODUCTION

Energy is a vital element for the economic growth of countries and social life in today's society. However, the depletion of fossil fuel sources has started already and the demand for energy increasing day by day as the world's population increases. Fossil fuels such as petroleum, coal and natural gas meet the demand for world's energy (Wang and Sarkar, 2018). Given that the main task of the energy sector is to ensure the continuous availability of reasonably priced energy for a growing population and the emerging economy, it is clear that fossil-based fuel consumption should be

reduced and new and renewable energy sources should be investigated (Ültanır, 1996). Amongst the existing global challenges, indiscriminate burning of fossil fuels and the ensuing climate change impact due to CO₂ emissions are the most serious problems of 21st century. Of the renewable energy sources, bioenergy as sustainable and environmentally friendly alternative to the fossil fuels has stirred substantial research worldwide (Karaca, 2017). Biomass conversion processes have emerged as a rapidly growing field of science and technology endeavored to fulfil ever-growing energy deficit as well as reduce CO₂ emissions by 70–90% (Timung et al., 2015; Sohni et al., 2018).



Figure 1. Residues from a) tea, b) tomato, c) persimmon, d) peach

The issue of energy utilization of waste material is a subject of the International and European policy in the field of waste management (Malatak and Bradna, 2017). Biomass has received tremendous attention both in developed and developing countries as a renewable energy source (Grover and Mishra, 1996; Muazu and Stegemann, 2015; Karaca, 2019). Biomass energy, i.e. energy obtained from plant and animal-based natural

materials composed mainly of carbon-hydrate compounds (Ölçüm, 2006; Chen et al., 2011; Prakash and Karunanithi, 2008), represents a source of environmentally friendly and inexhaustible renewable energy. The energy use of waste biomass as a renewable source of energy has many positive aspects and helps solve problems not only ecological but also in agro-forestry (McBurney, 1995). The biomass-based fuels

contain almost no sulfur and sulfur dioxide emissions (Hajek et al., 2013). Other pollutants in emissions from waste biomass are favorable in comparison with emissions from fossil fuels (Malatak and Passian, 2011). Production of high-quality biofuels with good mechanical, chemical and energy properties is strongly desired (Ndindeng et al., 2015). Biomass, which includes agricultural residues, accounts for approximately two-thirds of all potential sources of renewable energy in Turkey (Angın and Şensöz, 2006), whose vast areas of agricultural production offer great potential in terms of renewable energy resources.

Agricultural residues produced out of huge agricultural productions everywhere on the world are becoming a very popular not only for organic material based fertilization but, also for producing renewable energy by means of biofuels. This study examined the CO₂ emission from cylindrical briquettes made of the residues of four different agricultural products tea (*Camellia sinensis*), persimmon (*Diospyros kaki*), tomato (*Solanum lycopersicum*) and peach (*Prunus persica*) (Figure 1). Full cylindrical briquettes were produced with a hydraulic briquetting machine under different compression pressures ranging from P: 40 MPa to 240 MPa, with a moisture content of M12 (M12: 10%-12%) and having a particle size of (PS: 5 mm). results revealed a close relation between the briquetting pressures and CO₂ emissions.

MATERIALS and METHODS

This study was conducted using residues from tea processing plants, tomato residues after harvesting and pruning residues from peach and persimmon gardens.

Briquetting

Briquetting, one of the densification technologies, is a fundamental and promising method for conversion of the biomass into solid biofuels (Hoover et al., 2014). It is achieved by forcing loose particles together into a larger, more compact and shaped form, by application of mechanical force to create particle-to-particle bonding (Kaliyan and Morey, 2010; Karunanithy et al., 2012). The residues of particular products were collected from the gardens, greenhouses and processing facilities and brought to workshop and laboratories of Agricultural Faculty at Ondokuz Mayıs University in Samsun Turkey. They were ground 5 mm by a 3 kW powered hammer mill consisting of 8 hammers rotating at a speed of 2,850 rpm. Then, they were sun dried under normal conditions until the M12 (M12: 10%-12%) was achieved as defined by standards (EN 14774-1, 2009; EN ISO 17225-3, 2015). Solid cylindrical briquettes were produced by a hydraulic type briquetting machine having a mold with a wall-thickness of 25 mm (Figure 2).

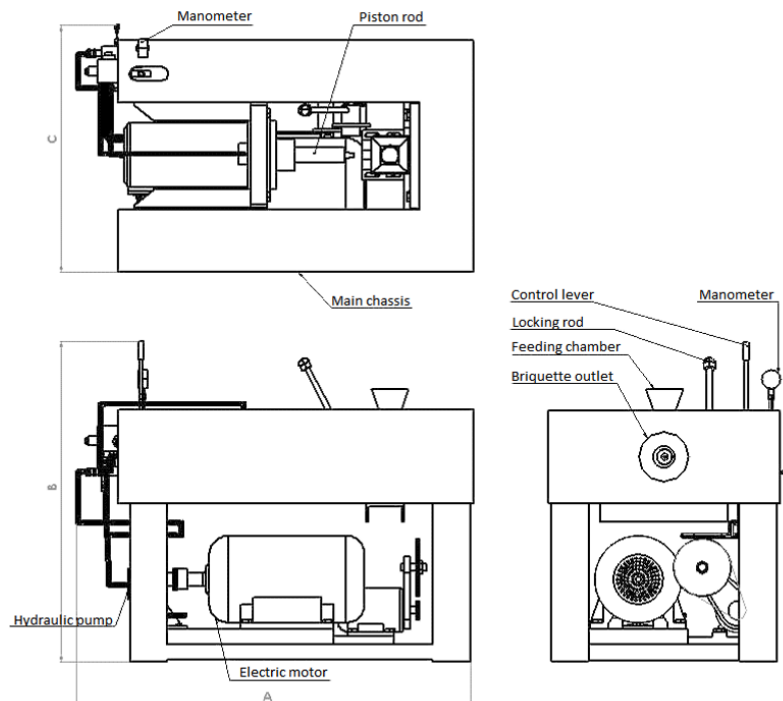


Figure 2. Hydraulic briquetting machine (A: 1280 mm; B: 1155 mm; C: 740 mm)

Flue gas emissions of briquettes

Briquettes were burned in a briquette stove and the flue-gas emissions during burning were measured using an Ecom EN2 flue-gas sensor. The probe of the device was installed approximately 1 m above the stove, and all readings were performed from this constant point as shown in Figure 3. The pellets were burned in a pellet stove with an auxiliary air flow. Flue gas emissions were

recorded after a regular burning of pellets were provided.

Data analysis was performed using the IBM SPSS Statistics 21 software. The normality analysis was performed with the Kolmogorov-Smirnov single sample test and the variance homogeneity was assessed by the Levene test and the variances were homogeneous ($P > 0.05$), with normal distribution of the data.



Figure 3. Flue gas emission readings

RESULTS and DISCUSSION

In this study, CO₂ emission from burning of biomass obtained from four different residues/ wastes concerning the greenhouse gases due to global warming were determined. The briquettes from those residues were produced by a laboratory type hydraulic briquetting machine and the briquetting pressures varied from 40 MPa to 240 MPa, which were in line with studies described by (Krizan et al., 2015; Zhang and Guo, 2014; Sun et al., 2014) to obtain satisfactory durability

and shape. Moisture content of briquettes was very important for successful extrusion (Oladeji, 2015; Wachira et al., 2015). Moisture content of the material (M12: 10%-12%) in the present study was selected based on EU standards (EN ISO 17225-3, 2015) and previous studies, which reported material moisture contents of between 8%-15% to be suitable for briquetting using hydraulic equipment (Zhang and Guo, 2014; Oladeji, 2015; Coşereanu and Lunguleasa, 2015).

Table 1. Maximum measured CO₂ emissions (%) of briquettes at different pressures

P (MPa)	Tea processing residue	Tomato residue	Persimmon branch	Peach branch
40	2.60±0.00 ^b	3.00± 0.00 ^a	3.10±0.00 ^e	3.50±0.00 ^f
80	2.80±0.00 ^c	2.70±0.00 ^c	3.20±0.00 ^a	3.60±0.00 ^e
120	2.80±0.00 ^c	2.50±0.00 ^d	3.90±0.00 ^c	4.70±0.00 ^d
160	3.00±0.00 ^d	2.60± 0.00 ^b	4.10±0.00 ^b	6.60±0.00 ^b
200	3.10±0.00 ^a	2.60± 0.00 ^b	6.40±0.00 ^d	7.90±0.00 ^c
240	3.10±0.00 ^a	3.70±0.00 ^e	6.40±0.00 ^d	8.90±0.00 ^a

*The difference among the values carrying the same letter at each column is insignificant at $P \leq 0.05$

Flue gas emissions

Many countries are known to suffer from air pollution caused by burning coal for heating purposes, and

burning petroleum-based fuels are known to have high levels of SO_x, NO_x and CO₂ emissions (Ross et al., 2002). Reductions in emissions can be achieved by using biofuel

briquettes made from agricultural residues in combustion chambers in place of coal. The flue-gas emission values of all the briquettes produced from different agricultural residue in the present study indicated their use as solid fuel to be environmentally appropriate. Table 1 shows the maximum CO₂ emission values of the briquettes. CO₂ emission were recorded by a special device after a regular burning was achieved and they were averaged by time during the measurement.

Relationship between briquetting pressures and CO₂ emissions can be expressed as follows:

$$y = a.x^2 + b.x + c \quad \text{Eq. (1)}$$

Where; y is CO₂ emission (%) and x is hydraulic pressing pressure valid for the range 40 to 240 MPa and a, b and c are the coefficients (Table 2). However, a more reliable expression of the mathematical models and their equations along with the R² values were given in Figure 4.

Table 2. Parameters of the mathematical equations for CO₂ emissions

Residue	a	b	c
Tea processing	$-7E - 06$	$4.4E - 03$	2.44
Tomato	$-9E - 05$	$-2.2E - 02$	3.82
Persimmon branch	$-7E - 05$	$3E - 04$	2.87
Peach branch	$-6E - 05$	$1.33E - 02$	2.57

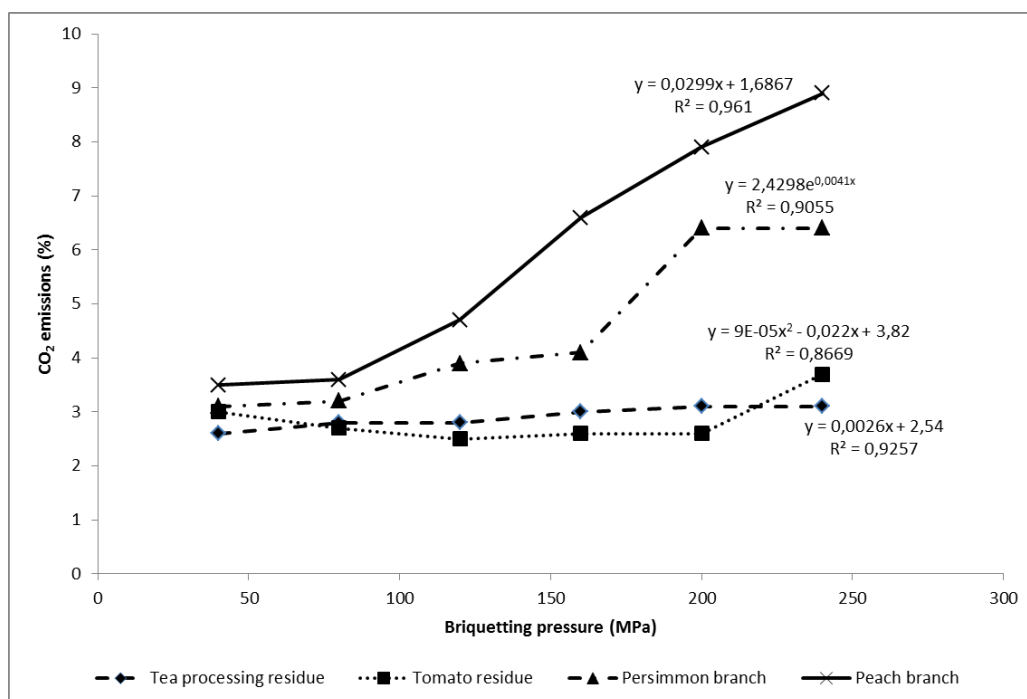


Figure 4. Variations in CO₂ emission of briquettes produced under different pressures

The highest CO₂ emission was obtained at 240 MPa pressure for peach tree pruning briquettes (8.90%), where the lowest was at 120 MPa for the briquettes produced from tomato stalk residues (2.50%). The difference in CO₂ emissions for particular residue is found to be statistically significant ($P > 0.05$). In the meantime, it was determined that CO₂ emissions increased with increase in briquetting pressures. These findings are in line with the studies (Bradna et al., 2017; Bradna et al., 2016) where they measured flue-gas

emissions from biomass pellets produced from rape and wheat straws. The results for CO₂ emissions are also in line with the study done with pruning residues of apple tree (Kazimirova and Opath, 2016), with the studies bio-briquettes and pellets produced from hazelnut and peach tree residues (Gürdil et al., 2016; Gürdil and Melki, 2018). These findings are also in compliance with the results of a research which is done with corn stalk residues (Dok et al., 2019). Where they found the CO₂ emissions of the briquettes 2% to 2.64% and the results

were statistically significant according to the change in particle size of the ground materials. Fortunately, CO₂ emission values of all the bio briquettes in this study fall within the limits (CO_{2max}= 20.3%) of legal Regulations for Air Pollution Control for Heating in Turkey (IKHKKY, 2014).

CONCLUSIONS

The present study used a hydraulic briquetting machine to produce cylindrical briquettes with varying briquetting pressures in order to determine the effect of densification to CO₂ emissions of the briquettes. The result of the study revealed that there was a direct proportion between the briquetting pressures and CO₂ emissions. The CO₂ emissions of the bio briquettes produced from tea, tomato, persimmon and peach tree residues ranged from 2.50% to 8.90%. The highest was obtained from peach tree pruning briquettes (at 240 MPa) where the lowest was from the briquettes produced from tomato stalk residues (at 120 MPa).

However, all the emission values for CO₂ were within the defined limits for environmental pollution. In the Regulation on Control of Air Pollution caused by heating (IKHKKY), 13% O₂ (% of standard oxygen content) and 20.3% CO_{2max} (% of maximum carbon dioxide in dry residual gas for each fuel). It's well understood from the literature that the higher greenhouse gases emissions in particular CO₂ emissions for this study causes from irregular combustion of solid fuels. Therefore, the options for reducing emissions of incomplete combustion process include uniform fuel supply, sufficiently high temperature in the combustion chamber and sufficient intake of secondary or tertiary air or choice of optimal moisture of biofuel. The briquetting of unused agricultural residues for use as solid biofuel could be useful in meeting today's energy deficits and reducing global warming. In addition, the use of agricultural residues as an alternative energy source can contribute to employment in agricultural regions by promoting the establishment of new, agricultural-based industries. Additional research is important not only for enhancing the quality and quantity of scientific data, but also as a means of focusing public attention on the energy potential of agricultural residues.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada bazı tarımsal artıklardan üretilen biyo-briketlerin baca gazı emisyonları incelenmiştir.

Yöntem ve Bulgular: Briketler, çay (*Camellia sinensis*) işleme tesislerinin kalıntıları, budama hurması

(*Diospyros kaki*) kalıntıları, domates (*Solanum lycopersicum*) sapı ve budama şeftali (*Prunus persica*) ağacının kalıntılarından üretildi. Bu tarımsal artıklar, yatay bir rotaya sahip bir hidrolik briketleme makinesi kullanılarak briketlendi. Katı silindirik briketler, P12: 40 MPa ila 240 MPa arasında değişen, M12 (M12: % 10-12) nem içeriğine sahip ve partikül büyüklüğü (PS: 5 mm) olan farklı sıkıştırma basınçları altında üretildi. Biyo briketlerin baca gazı emisyonları ölçüldü.

Genel Yorum: Çalışma, briketleme basınçları arttıkça CO₂ emisyonlarında artan bir eğilim bulmuştur. Domates sapı kalıntılarından üretilen briketler için 120 MPa basınçta en düşük CO₂ emisyonu (% 2.50), şeftali ağacı budamadan üretilen briketler için en yüksek (% 8.90) 240 MPa briketleme basıncında.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Özellikle, CO₂ gibi en popüler sera gazlarından birinin emisyon değerleri konusuna ve küresel ısınma sorunlarına odaklanılmıştır. Ölçülen tüm CO₂ emisyonları, çevre kirliliği için izin verilen sınırlar dahilinde çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyoyakıt, briket, karbon dioksit, çevre, baca gazı, artık.

REFERENCES

- Angın D, Şensöz S (2006) Effect of drifting gas (N₂) flow on pyrolysis of safflower seed pulps and characterization of liquid product (in Turkish), Firat Uni. J. Sci. Eng. 18(4): 535-542.
- Bradna J, Malaťák J, Hájek D (2016) The properties of wheat straw combustion and use of fly ash as a soil amendment. Agron. Res. 14(4): 1257-1265.
- Bradna J, Malaťák J, Velebil J (2017) Impact of differences in combustion conditions of rape straw on the amount of flue gases and fly ash properties. Agron. Res. 15(3): 649-657.
- Chen T, Wu C, Liu R, Fei W, Liu S (2011) Effect of hot vapor filtration on the characterization of bio-oil from rice-husks with fast pyrolysis in a fluidized-bed reactor. Bioresource Technol. 102: 6178-6185.
- Coşoreanu C, Lica D, Lunguleasa A (2015) Investigation on the quality of briquettes made from rarely used wood species, agro-wastes and forest biomass. Pro Ligno 11(1): 32-39.
- Dok M, Acar M, Çelik AE, Atagün G, Akbaş U (2019) Briquetting of corn stalk as a renewable energy source and determination of physical properties of briquettes. MKU. Tar. Bil. Derg. 24 (Özel Sayı) :61-70.

- EN 14774-1 (2009) Solid biofuels - Determination of moisture content - Oven dry method - Part 1: Total moisture - Reference European Committee for Standardization: Management Centre, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels.
- EN ISO 17225-3 (2015) Solid biofuels -Fuel specifications and classes - Part 3: Graded wood briquettes. European Committee for Standardization: Management Centre, Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels.
- Grover PD, Mishra SK (1996) Biomass Briquetting: Technology and Practices. FAO Field Document No.46. Bangkok April, Thailand.
- Gürdil GAK, Demirel B, Baz Y, Demirel C (2016) Pelletizing hazelnut husk residues for biofuel. In: Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering, September 7-9, 162-165, Prague, Czech Republic.
- Gürdil GAK, Melki S (2018) Determining briquetting parameters for peach tree pruning residues for biofuel. Fresenius Environ Bulletin 27(12A): 9083-9090.
- Hájek D, Malaťák J, Hájek P (2013) Combustion of selected biofuels types in furnace burner. Sci. Agric. Bohemica. 44: 23-31.
- Hoover AN, Tumuluru JS, Teymour F, Moore J, Gresham G (2014) Effect of pelletizing process variables on physical properties and sugar yields of ammonia fiber expansion pretreated corn stover. Bioresour. Technol. 164: 128-135.
- IKHKY (2014) Isınmadan kaynaklanan hava kirliliğinin kontrolü yönetmeliği, Ankara. (In Turkish).
- Kaliyan N, Morey RV (2010) Natural binders and solid bridge type binding mechanisms in briquettes and pellets made from corn stover and switchgrass. Bioresour. Technol. 101: 1082-1090.
- Karaca C (2017) Hatay ilinin hayvansal gübre kaynağından üretilebilir biyogaz potansiyelinin belirlenmesi. MKÜ Zir. Fak. Derg. 22(1):34-39.
- Karaca C (2019) Agricultural residues potential of Hatay. MKU. Tar. Bil. Derg. 24 (Özel Sayı) :9-15.
- Karunanithy C, Wang Y, Muthukumarappan K, Pugalandhi S (2012) Physicochemical characterization of briquettes made from different feedstock. Biotechnol. Res. Int. 2012: 1-12.
- Kazimirova V, Opath R (2016) Biomass combustion emissions. Res. Agric. Eng. 62: 61-65.
- Križan P, Šooš L, Matúš M, Beniák J, Svátek M (2015) Research of significant densification parameters influence on final briquettes quality. Wood Research 60(2): 301-316.
- Malaták J, Bradna J (2017) Heating and emission properties of waste biomass in burner furnace. Res. Agric. Eng. 63(1): 16-22.
- Malaťák J, Passian L (2011) Heat-emission analysis of small combustion equipment for biomass. Res. Agric. Eng. 57: 37-50.
- McBurney B (1995) A Case Study of a Large Scale Wood Waste Power Generating Plant. Biologue – Regional Biomass Energy Program Report. The Official Publication of the National BioEnergy Industries Association, 13: 5- 11.
- Muazu RI, Stegemann JA (2015) Effects of operating variables on durability of fuel briquettes from rice husks and corn cobs. Fuel Processing Technol. 133: 137-145.
- Ndindeng SA, Mbassi JEG, Mbacham WF, Manful J, Graham-Acquaah S, Moreira J, Dossou J, Futakuchi K (2015) Quality optimization in briquettes made from rice milling by-products. Energy Sustain. Dev. 29: 24-31.
- Oladeji JT (2015) Theoretical aspects of biomass briquetting: a review study. J. Energ. Technol. Pol. 5(3): 72-81.
- Ölçüm T (2006) Biodiesel Technology, MSc. Thesis (In Turkish), YU Ins. Sci. Tech., 81 p.
- Prakash N, Karunanithi T (2008) Kinetic modeling in biomass pyrolysis- a review. J. Appl. Sci. Res. 4(12): 1627-1636.
- Ross AB, Jones JM, Chaiklangmuang S, Pourkashanian M, Williams A, Kubica K, Andersson JT, Kerst M, Danihelka P, Bartle KD (2002) Measurement and prediction of the emission of pollutants from the combustion of coal and biomass in a fixed bed furnace. Fuel, 81: 571-582.
- Sohni S, Norulaini NAN, Hashim R, Khan SB, Fadhullah W, Omar AKM (2018) Physicochemical characterization of Malaysian crop and agro-industrial biomass residues as renewable energy resources. Industrial Crops & Products 111: 642-650.
- Sun B, Yu J, Tahmasebi A, Han Y (2014) An experimental study on binderless briquetting of Chinese lignite: effects of briquetting conditions. Fuel Process Technol. 124: 243-248.
- Timung R, Mohan M, Chilukoti B, Sasmal S, Banerjee T, Goud VV (2015) Optimization of dilute acid and hot water pretreatment of different lignocellulosic biomass: a comparative study. Biomass Bioenerg. 81: 9-18.
- Ültanır MO (1996) Solar energy and technique at the edge of century (In Turkish). TÜBİTAK, 340: 50-55.

- Wachira GG, Gitau AN, Kimani MW, Njoroge BNK (2015) Mechanical properties of saw dust briquettes of eucalyptus tree species of different binders and press machines. *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.* 5(4): 532-538.
- Wang Q, Sarkar J (2018) Pyrolysis behaviours of waste coconut shell and husk biomasses. *Int. J. Energy Prod. Mgmt.* 3(1): 34-43.
- Zhang J, Guo Y (2014) Physical properties of solid fuel briquettes made from *Caragana korshinskii* Kom. *Powder Technol.* 256: 293–299.



Isparta ve Karaman illerinde elma üretim maliyetinin karşılaştırılması

The comparison of apple production costs in Isparta and Karaman provinces

Alamettin BAYAV¹, Bahri KARLI¹

¹Universtiy of Isparta Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, Isparta, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.687080](https://doi.org/10.37908/mkutbd.687080)

Geliş tarihi / Received: 10.02.2020

Kabul tarihi / Accepted: 28.05.2020

Keywords:

Apple, Single product budget analysis, Production cost, Isparta, Karaman

✉ Corresponding author: Alamettin BAYAV

✉ alamettinbayav@hotmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: This research aimed to compare the production costs of Isparta and Karaman provinces which have 20.2% and 13.4% of Turkey apple production, respectively.

Methods and Results: Total of 132 apple-farms were selected by means of the stratified random sampling method and face-to-face interviews were performed with the stakeholders. The data belong to the 2017-2018 production season. Production costs were calculated according to the rootstocks used. The results show that the average production cost per decare in Isparta province was 4.047 TL and in Karaman province, it was 3.362 TL. Relative profit was found 1.80 in Isparta province and 1.42 in Karaman province. In both provinces, the highest profit rate was obtained in the orchards established with M9 rootstock. The most important cost was the material costs. Disease and pest control costs had the highest share in production inputs with a ratio of 22.7% in Isparta province and 19.1% in Karaman province.

Conclusions: Evaluations show that apple production is a profitable investment in both Isparta and Karaman provinces. However, the high material and labour costs in production costs keep the profitability at low levels.

Significance and Impact of the Study: Although the technical aspects of apple production have been studied in many research, research on economic aspects are not so many. This study carried out in Isparta and Karaman which have an important role in the production of Turkey, and in this study, the economic aspect of apple cultivation was evaluated.

Atf / Citation: Bayav A, Karlı B (2020) Isparta ve Karaman illerinde elma üretim maliyetinin karşılaştırılması. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 225-236. DOI: 10.37908/mkutbd.687080

GİRİŞ

İnsan beslenmesiyle doğrudan ilgili olması nedeniyle tarım, tüm ülkeler açısından önemli bir sektör konumundadır. Özellikle, Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde tarım önemli bir istihdam kaynağı ve milli gelirin önemli bir bileşeni konumundadır. Meyvecilik; dengeli beslenmeye katkı sağlama, tarıma dayalı sanayiye hammadde temin etme, istihdam oluşturma, milli gelir ve ihracat açısından tarım sektörü içinde önemli bir alt sektördür.

Türkiye, meyve üreten önemli ülkelerden biridir. 2017 yılında 865.590.060 ton olan dünya meyve üretiminin %2,67'lik kısmını Türkiye karşılamıştır. Bu üretim payı ile Türkiye, Çin, Hindistan, Brezilya ve ABD'nin ardından beşinci sırada yer almaktadır (Anonim, 2020a). 2019 yılında Türkiye meyve üretimi, 26.226.027 ton olarak gerçekleşmiş olup, bunun %13,8'lik kısmını (3.618.752 ton) elma üretimi oluşturmuştur (Anonim, 2020b). Elma dünya üzerinde çok geniş bir yayılım göstermekte ve dünyanın hemen hemen her yerinde yetiştirilebilmektedir. Çoğunlukla taze olarak tüketilmekle birlikte; meyve suyu, dondurma, pasta,

marmelat vb. şekilde de tüketilebilmektedir. Dünyada en fazla elma üreten ilk on ülke sırasıyla Çin (%49,8), ABD (%6,2), Türkiye (%3,7), Polonya (%2,9), Hindistan (%2,7), İran (%2,5), İtalya (%2,3), Şili (%2,1), Fransa (%2,1) ve Rusya (%2)'dir (Anonim, 2020a). Türkiye'de hemen hemen her bölgede elma yetiştiriciliği yapılmaktadır. En fazla üretimin yapıldığı Isparta, Karaman, Niğde ve Antalya illeri; 3.618.752 ton olan 2019 yılı Türkiye üretiminin %53,1'ini gerçekleştirmiştir. Araştırma kapsamındaki Isparta ilinde 732.036 ton, Karaman ilinde ise 485.363 ton elma üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2020b).

Tüm ekonomik faaliyetlerde olduğu gibi tarımsal faaliyetlerde de işletmelerin temel amacı, işletmenin sürekliliğini sağlayacak karı elde etmektir. Bu amaca ulaşmak için üretim maliyetlerinin bilinmesi ön şartlardan biridir. Üretim maliyetlerinin bilinmesi birçok açıdan önemlidir. Özellikle üreticilerin orta ve uzun vadede üretim planlarını yapabilmeleri için maliyetlerin bilinmesine ihtiyaç vardır. Bir diğer önemli husus ise politika yapıcılara yol gösterici olmasıdır. Bilhassa fiyat ve destekleme politikalarında üretim maliyetlerinin bilinmesi önem arz etmektedir (Demircan ve ark., 2005). Elma üretiminin teknik yönleri birçok çalışmada ele alınmasına rağmen, ekonomik yönleri hakkında yapılan çalışmalar çok fazla değildir. Son yıllarda farklı ülkelerde elma üretiminin ekonomik yönü ve elma yatırımının karlılığı hakkında çalışmalar yapılmıştır (Ergün ve ark., 1984; Oğuz, 1997; Akçay ve ark., 1999; Glover ve ark., 2002; Karamürsel ve ark., 2004; Bruille ve Barritt, 2005; Demircan ve ark., 2005; Gül ve Onur, 2005; Uzunöz ve Akçay, 2006; Bayav ve Armağan, 2008; Bayramoğlu ve ark., 2009; Aydoğmuş ve Yılmaz, 2010; Malik, 2013; Piyush ve ark., 2013; Robinson ve ark., 2013; Zbanca ve Negritu, 2013; Badui ve ark., 2015; Uçar ve ark., 2016; Kanat ve ark., 2017; Wani, 2017). Ancak tüm bu çalışmalara rağmen yerel düzeyde ekonomik yönlerin ele alındığı çalışmalara ihtiyaç vardır (Uçar ve ark., 2016).

Bu çalışma, elma üretiminin yoğun olarak yapıldığı ve Türkiye üretiminde önemli bir yere sahip olan illerde (Isparta ve Karaman) gerçekleştirilmiş ve elma yetiştiriciliğinin ekonomik yönü karşılaştırmalı olarak ortaya koyulmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini, Isparta (Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçeleri) ve Karaman (Merkez ilçe) illerindeki elma üreticileri ile yüz yüze görüşme yapılarak elde edilen birincil veriler oluşturmuştur. Çalışmanın

ikincil verileri ise Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı İl Müdürlüklerinden temin edilmiştir. Ayrıca, konu ile ilgili olarak daha önce yapılmış araştırma ve inceleme sonuçlarından da yararlanılmıştır.

Yöntem

Araştırmada kullanılan birincil verilerin elde edildiği işletmelerin belirlenmesinde, TÜİK verileri esas alınmış ve Türkiye elma üretiminin yaklaşık %33,6'sını karşılayan Isparta ve Karaman illeri araştırma kapsamını oluşturmuştur. İl Tarım ve Orman Müdürlüklerinin görüşleri doğrultusunda gayeli örnekleme yöntemine göre Isparta ilinden, Eğirdir, Gelendost ve Senirkent ilçeleri; Karaman ilinden ise Merkez ilçe seçilmiştir. Belirlenen bu yerlerdeki işletmeler, çalışmanın anakitesini oluşturmuştur. Örnekleme hacminin tespitinde, arazi genişliği kriteri dikkate alınmıştır. Bunun için belirlenen ilçelerde, 2017 yılı üretim sezonunda Çiftçi Kayıt Sistemine kayıtlı ve elma üretim alanı 5 dekar ve üstü olan işletmeler popülasyonu oluşturmuştur. Popülasyona dâhil işletmeler, arazi genişlikleri itibarıyla homojen dağılım göstermediklerinden tabakalandırma yapılarak benzer işletmeler için homojen gruplar oluşturulmuştur. Araştırmanın örnek hacminin belirlenmesinde Neyman Yöntemi kullanılmıştır (Yamane, 2001). Örnek sayısı aşağıda verilen formül ile hesaplanmıştır.

$$n = \frac{(\sum N_h S_h)^2}{N^2 D^2 \sum N_h S_h^2}$$

n; örnek hacmini, N; anakitledeki toplam birim sayısını, N_h; h. tabakadaki birim sayısını, S_h; h. tabakanın standart sapmasını, D; d/Z; d; ortalamadan sapmayı, Z; t dağılım çizelgesindeki (N-1) serbestlik derecesini ve belirli bir güven düzeyine (%90, %95, %99 gibi) ait z dağılım değerini göstermektedir.

Araştırmada ortalamadan %5 sapma ve %90 güven düzeyine karşılık gelen z (z=1,65) değeri kullanılmıştır. Yukarıdaki formül kullanılarak 132 işletmenin örneklem çerçevesini oluşturduğu belirlenmiş (Çizelge 1 ve 2) ve bunların tabakalara dağıtımında ise aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (Çiçek ve Erkan, 1996).

$$n_i = \frac{N_h S_h n}{\sum (N_h S_h)}$$

Çizelge 1. Örnekleme hacmi

Table 1. Sampling size

Tabaka	Tabaka Sınırları (da)	Nh	Sh	Ortalama	Toplam Örnek Hacmi	Tabaka Örnek Sayısı
I	5-15,0	2840	4,05	9,27	132	38
II	15,1-50,0	2132	8,89	28,05		62
III	50,1-+	336	29,02	80,79		32
Toplam						132

Çizelge 2. Anket yapılan işletmelerin tabaka ve illere göre dağılımı

Table 2. Distribution of farms surveyed by stratified and provinces

il	İlçe	Tabakalara Göre Anket Sayıları			Toplam
		I	II	III	
Isparta	Eğirdir	11	18	3	32
	Gelendost	7	15	7	29
	Senirkent	5	9	5	19
Karaman	Merkez	15	20	17	52
Toplam		38	62	32	132

Anaçlar, ağaç gelişimi, toprak koşullarına uyum, hastalık ve zararlılara karşı direnç, meyve verimi ve kalitesi üzerindeki olumlu etkiler için kullanılmaktadır (Castle ve ark., 2010). Üretim tekniği ve verimlilik, kullanılan anaca göre değişiklik göstermektedir. Anaçlar çeşitlerin büyümesini, erken verime yatmasını, verim ve meyve kalitesini, farklı toprak yapısına uyum kabiliyetini ve biyotik ve abiyotik stres koşullarına uyum gibi çeşitli faktörleri etkilemektedir (Jackson, 2003). Bu nedenle, üretim maliyetleri, işletmelerde üretimde kullanılan anaçlara göre hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalar anket yapılan işletmelerde kullanılan anaçlara göre (Çögür, M9, MM106 ve MM111) yapılmıştır. Kullanılan dört anaca her tabakada rastlanılmadığından tabakalar arasındaki farklılıklara bakılmamış ve anaçlar bazında iller karşılaştırılmıştır.

Üretim maliyetlerinin belirlenmesinde kısmi bütçe analizi yöntemi kullanılmıştır. Tüm maliyet unsurları dikkate alınmış ve üretim maliyetleri değişken ve sabit masraflar olarak ikiye ayrılmıştır. Aile işgücü ücret karşılığı yörede kadın ve erkek işçilere ödenen ortalama ücret dikkate alınarak belirlenmiştir. Genel idari giderler, değişken masrafların %3'ü olarak alınmıştır. Döner sermaye faizi, değişken masraflara Ziraat Bankası'nın bitkisel üretim için uyguladığı faizin (%4,5) yarısı uygulanarak hesaplanmıştır. Çıplak arazi değerinin faizi olarak çıplak arazi değerinin %5'i alınmıştır (Kıral ve ark., 1999). Tesis masrafları yıllık amortisman payı, arazinin mevcut değeri ile çıplak değeri arasındaki farkın ekonomik ömre (25 yıl) bölünmesiyle hesap edilmiştir. Tesis sermayesi faizi ise toplam tesis masrafları yarı

değerine %5 faiz uygulanarak hesaplanmıştır. Brüt kar, gayrisafi üretim değerinden değişken masrafların çıkarılmasıyla, net kar gayrisafi üretim değerinden üretim masraflarının çıkarılmasıyla, nispi kar ise gayrisafi üretim değerinin üretim masraflarına bölünmesiyle bulunmuştur (Kıral ve ark.,1999).

BULGULAR ve TARTIŞMA

İncelenen işletmelerde, işletmeciler, elma yetiştiriciliğinin belli oranlarda gelir kaynağı olduğunu ve aile ihtiyaçlarını karşıladığını belirtmişlerdir. Elma yetiştiriciliğinin işletme gelirleri içindeki payı oldukça yüksektir. İşletmelerde elma yetiştiriciliği, Isparta ilinde %63,8'inin birincil gelir kaynağı iken, bu oran Karaman ilinde %40,4'e düşmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, işletmelerin yarısından fazlasının (%54,6) birincil gelir kaynağının elma yetiştiriciliği olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

İşletmelerde ortalama elma yetiştirilen alan Isparta ilinde 29,3 da iken, Karaman ilinde 43,86 da'dır. 2003 yılında Isparta/Eğirdir'de yapılan çalışmada ortalama elma alanı 8,03 da (Karamürsel ve ark., 2004), 2007 yılında Isparta ilinde yürütülen çalışmada 17,25 da (Bayav ve Armağan, 2008) bulunmuştur. Bu durum, Isparta ilinde işletmelerde yıllar bazında ortalama elma üretim alanının arttığını göstermektedir. Antalya ili Elmalı ilçesinde 2008 yılında yürütülen çalışmada ise ortalama elma üretim alanı (7,78 da), Isparta ve Karaman illerinden daha düşük olarak bulunmuştur (Aydoğmuş ve Yılmaz, 2010).

Çizelge 3. İşletmelerde elma yetiştiriciliğinin işletme geliri içindeki payı (%)

Table 3. The share of apple cultivation in the farm income (%)

İl	<%25		%25-50		%50-75		>%75	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Isparta	12	15,00	17	21,20	20	25,00	31	38,80
Karaman	17	32,70	14	26,90	4	7,70	17	32,70
Toplam	29	22,00	31	23,40	24	18,20	48	36,40

Isparta ilinde elma üretiminin büyük çoğunluğu çöğür anacıyla yapılmaktadır (%61,1). Çöğür anacını sırasıyla MM111 (%24,3), MM106 (%12) ve M9 (%2,6) klon anaçları takip etmektedir (Çizelge 4).

Karamürsel ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada çöğür anaç kullanım oranı %97,85 bulunmuştur. Bayav ve Armağan (2008) tarafından yapılan çalışmada ise sırasıyla çöğür %87,00, M9 %6,50, MM106 %5,80 ve MM111 %0,70 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışma diğer çalışmalarla kıyaslandığında, çöğür anaç kullanım oranının bariz şekilde düştüğü ve kullanımın klon anaçlara doğru kaydığı görülmektedir. Birim alandan alınan ürün miktarını ve kalitesini artırmak adına üretimin klon anaçlar lehine kayması ümitvar olarak değerlendirilmektedir.

Isparta ilinde elma üretimi yapılan çeşitler; Golden Del. (%37,9), Starkrimson Del. (%20,5), Starking Del. (%16,3),

Scarlet Spur (%12,3), Granny Smith (%2,3) ve diğer (%10,6) çeşitlerdir (Çizelge 4). Karamürsel ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada; %54,6 Starking Del., %37,5 Golden Del., %5,1 Starkrimson Del. ve %2,8 oranında diğer çeşitlerin yetiştirildiği bildirilmiştir. Bayav ve Armağan (2008) tarafından yapılan çalışmada ise Starking Del. %47,1 ile en fazla yetiştirilen çeşit iken; Bu çeşidi %29,8 ile Golden Del., %12,1 ile Starkrimson Del. ve %11 ile diğer çeşitler (Granny Smith, Braeburn, Fuji, Red Chief, Jersey Mac) takip etmiştir. Golden Del. çeşidinin yetiştirilme oranları yıllara göre büyük bir değişiklik göstermediği, buna karşın Starking Del. çeşidinin yetiştirilme oranının Starking Del. mutandı spur çeşitlere (Starkrimson Del., Scarlet Spur vb.) doğru kaydığı söylenebilir.

Çizelge 4. Isparta ilinde işletmelerde yetiştirilen anaç ve çeşitlerin dağılımı

Table 4. Distribution of rootstocks and varieties grown in farms in Isparta province

Çeşit/Anaç	Çöğür		M9		MM106		MM111		Çeşit Toplamı	
	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%
Golden Del.	564,3	24,1	7,0	0,3	93,9	4,0	222,9	9,5	888,1	37,9
Granny Smith	28,0	1,2	10,0	0,4	1,5	0,1	14,0	0,6	53,5	2,3
Scarlet Spur	59,3	2,5	5,0	0,2	64,8	2,8	158,9	6,8	288,0	12,3
Starking Del.	249,1	10,6	0,0	0,0	78,5	3,4	54,5	2,3	382,1	16,3
Starkrimson Del.	415,1	17,7	0,0	0,0	4,5	0,2	61,0	2,6	480,6	20,5
Diğer*	114,0	4,9	39,5	1,7	38,5	1,6	56,5	2,4	248,5	10,6
Anaç Toplamı	1429,7	61,1	61,5	2,6	281,7	12,0	567,8	24,3	2340,7	100,0

*Braeburn, Fuji, Gala, Jeromine, Pink Lady, Red Chief, Super Chief

Karaman ilinde işletmelerde anaç kullanımının, klon anaçlar lehine olduğu görülmüştür. Özellikle yoğun yetiştiricilikte kullanılan M9 anacının kullanım oranı, Isparta ili ile kıyaslandığında oldukça yüksektir. Karaman ilinde klon anaç kullanım oranı %60,7 iken, Isparta ilinde bu oran %38,9'dur.

Karaman ilinde yetiştirilen kırmızı elma çeşitlerinden Starkrimson Del., Scarlet Spur ve Starking Del. %54,7 yetiştirme oranıyla yarıdan fazlasını oluştururken; Golden Del. %14,9, Granny Smith % 9,8 ve diğer

çeşitlerin (Braeburn, Fuji, Gala, Jeromine, Pink Lady, Red Chief) %17,3 pay aldığı görülmektedir (Çizelge 5).

Araştırma kapsamında incelenen işletmelerde dekara düşen ağaç sayıları Çizelge 6'da verilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde Isparta ilinde dekara ortalama 51,7 adet ağaç ile üretim yapılırken, Karaman ilinde ise bu rakam 67,7 adete çıkmaktadır. Karaman ilinde dekara düşen ağaç sayısının yüksek olması klonal anaç kullanımının daha yaygın olmasından kaynaklanmaktadır. Elma anaçlarından M9 anacı hariç,

diğer anaçlarda dekara ağaç sayısı Karaman ilinde daha fazladır. Karamürsel ve ark. (2004)'in çalışmasında dekara 22,9 adet ağaç düştüğü, Bayav ve Armağan (2008)'in çalışmasında ise 26,2 ağaç düştüğü tespit edilmiştir. Aydoğmuş ve Yılmaz'ın (2010) Antalya/Elmalı'da yapmış olduğu çalışmada; bodur anaçlı bahçelerde ortalama 180,5 ağaç, yarı bodur anaçlı bahçelerde 36,3 ağaç, çöğür anaçlı bahçelerde ise 25,3 ağaç ile üretim yapıldığı ortaya koyulmuştur. Çalışmalar

arasındaki fark, her geçen yıl modern meyvecilik esaslarının dikkate alınarak, klonal anaçlarla sık dikim sistemlerinin kullanıldığı bahçelerin tesis edildiğini göstermektedir. Özellikle, Türkiye'nin iki önemli elma üretim bölgesinde bu gelişmelerin olması, elma yetiştiriciliğinde olumlu gelişmeler olduğunu ortaya koymakta ve gelecek için hem üreticiler hem iç pazar hem de dış pazar açısından olumlu olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 5. Karaman ilinde işletmelerde yetiştirilen anaç ve çeşitlerin dağılımı

Table 5. Distribution of rootstocks and varieties grown in farms in Karaman province

Çeşit/Anaç	Çöğür		M9		MM106		MM111		Çeşit Toplamı	
	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%	Alan (da)	%
Golden Del.	189,3	8,3	0,0	0,0	85,5	3,7	65,9	2,9	340,7	14,9
Granny Smith	83,2	3,6	56,0	2,5	64,0	2,8	21,0	0,9	224,2	9,8
Scarlet Spur	24,0	1,1	187,0	8,2	110,2	4,8	147,2	6,5	468,4	20,5
Starking Del.	187,6	8,2	0,0	0,0	58,0	2,5	3,0	0,1	248,6	10,9
Starkrimson Del.	410,2	18,0	0,0	0,0	94,7	4,2	98,7	4,3	603,6	26,5
Diğer*	1,3	0,1	105,0	4,6	231,7	10,2	57,3	2,5	395,2	17,3
Anaç Toplamı	895,5	39,3	348,0	15,3	644,0	28,2	393,1	17,2	2280,6	100,0

*Braeburn, Fuji, Gala, Jeromine, Pink Lady, Red Chief

Çizelge 6. illere göre dekadaki ağaç sayısı

Table 6. Number of trees per decare by provinces

İl/Anaç	Ağaç Sayısı (Adet/da)				
	Çöğür	M9	MM106	MM111	Genel
Isparta	35,3	204,4	85,4	63,5	51,7
Karaman	38,8	192,9	91,8	67,8	67,7

İşletmelerde anaçlara göre işgücü ve çekigücü kullanım miktarları ve oranları çizelge 7 ve 8'de verilmiştir. Çizelgeler incelendiğinde, her iki ilde de en fazla işgücü isteyen işlemler hasat ve budamadır. Seyreltme işlemi, işgücü kullanımı bakımından hasat ve budamadan sonra gelmektedir. Anaçlara göre işgücü kullanım miktarları birbirine yakın olmakla birlikte; Isparta ilinde MM106 anacı 125,5 saat/da, çöğür anacı 103,5 saat/da, MM111 anacı 101,8 saat/da ve M9 anacında 91,5 saat/da'dır. Karaman ilinde ise MM111 ve çöğür anacında 94 saat/da, MM106 anacında 93,4 saat/da ve M9 anacında 76,5 saat/da işgücü kullanılmıştır. Isparta ilinde en fazla işgücü kullanımı MM106 anaçlı bahçelerde iken, Karaman ilinde MM111 ve çöğür anaçlı bahçelerde olmuştur. Isparta'da yapılan çalışmada 103,61 saat/da (Demircan ve ark., 2005), Konya'da yapılan çalışmada yarı bodur anaçlı bahçelerde 95,14 saat/da ve bodur anaçlı bahçelerde 129,3 saat/da bulunmuştur (Kanat ve

ark., 2017). Karamürsel ve ark. (2011) yapmış olduğu çalışmada İtalya, Fransa, Almanya ve ABD'de ortalama işgücü isteğinin 40-50 saat/da, Türkiye'de 103,6 saat/da olduğunu bildirmiştir (Bruille ve Barritt, 2005).

Çekigücünün büyük bir çoğunluğu ilaçlamada kullanılmaktadır. Isparta ve Karaman illerinde en fazla çekigücü kullanımı M9 anaçlı bahçelerde olmuştur. Çekigücü kullanım miktarları işgücü kullanımında olduğu gibi Karaman ilinde daha düşüktür. Çekigücü ihtiyacı Isparta'da ortalama 13,1 saat/da ve Karaman'da 9,53 saat/da olarak hesaplanmıştır. Isparta'da yapılan çalışmada 5,6 saat/da (Demircan ve ark., 2005); Konya'da yapılan çalışmada yarı bodur anaçlarda 6,1 saat/da ve bodur anaçlarda 6,3 saat/da (Kanat ve ark., 2017), Antalya/Elmalı'da yapılan çalışmada ise 5,4 saat/da (Aydoğmuş ve Yılmaz, 2010) bulunmuştur (Çizelge 7 ve 8).

Çizelge 7. Isparta ili elma üretiminde işgücü ve çekigücü kullanım miktarı ve oranları

Table 7. The amount of labour and machinery force and rates using in the production of apple in Isparta province

İşlemler	Anaçlar								
	Çöğür		M9		MM106		MM111		
	Saat/da	Oran(%)	Saat/da	Oran(%)	Saat/da	Oran(%)	Saat/da	Oran(%)	
İşgücü	Budama	18,63	18,01	16,74	18,30	21,36	17,02	18,38	18,06
	Çapalama ve Ot Temizliği	2,97	2,87	1,86	2,03	3,54	2,82	2,73	2,69
	Gübreleme	1,46	1,41	1,02	1,11	1,93	1,54	1,19	1,17
	Sulama	0,65	0,63	0,44	0,48	0,88	0,70	0,50	0,49
	İlaçlama	6,44	6,22	5,90	6,45	5,98	4,77	6,71	6,59
	Seyreltme	9,77	9,44	10,50	11,48	11,16	8,90	10,08	9,90
	Hasat	63,00	60,89	54,36	59,41	80,11	63,84	61,61	60,54
	Nakliye	0,55	0,53	0,67	0,73	0,51	0,41	0,56	0,55
	Toplam	103,47	100,00	91,49	100,00	125,48	100,00	101,76	100,00
Çekigücü	Budama	--	--	--	--	--	--	--	--
	Çapalama ve Ot Temizliği	0,50	4,10	0,54	3,71	0,48	3,62	0,52	4,15
	Gübreleme	0,21	1,72	0,33	2,27	0,35	2,64	0,19	1,52
	Sulama	--	--	--	--	--	--	--	--
	İlaçlama	10,95	89,68	13,03	89,43	11,92	89,89	11,26	89,86
	Seyreltme	--	--	--	--	--	--	--	--
	Hasat	--	--	--	--	--	--	--	--
	Nakliye	0,55	4,51	0,67	4,60	0,51	3,85	0,56	4,47
	Toplam	12,21	100,00	14,57	100,00	13,26	100,00	12,53	100,00

Çizelge 8. Karaman ili elma üretiminde işgücü ve çekigücü kullanım miktarı ve oranları

Table 8. The amount of labour and machinery force and rates using in the production of apple in Karaman province

İşlemler	Anaçlar								
	Çöğür		M9		MM106		MM111		
	Saat/da	Oran(%)	Saat/da	Oran(%)	Saat/da	Oran(%)	Saat/da	Oran(%)	
İşgücü	Budama	13,61	14,47	10,77	14,08	12,55	13,44	12,95	13,77
	Çapalama ve Ot Temizliği	1,56	1,66	0,85	1,11	2,08	2,23	2,56	2,72
	Gübreleme	0,71	0,76	0,61	0,79	0,97	1,04	1,07	1,14
	Sulama	0,88	0,93	0,22	0,29	0,42	0,45	0,44	0,47
	İlaçlama	3,81	4,05	3,65	4,77	3,97	4,25	3,78	4,02
	Seyreltme	7,47	7,95	9,74	12,73	9,72	10,40	9,44	10,04
	Hasat	65,57	69,75	50,18	65,58	63,30	67,75	63,41	67,43
	Nakliye	0,40	0,43	0,50	0,65	0,42	0,45	0,40	0,43
	Toplam	94,01	100,00	76,52	100,00	93,44	100,00	94,04	100,00
Çekigücü	Budama	--	--	--	--	--	--	--	--
	Çapalama ve Ot Temizliği	0,56	5,99	0,52	5,12	0,54	5,42	0,55	6,38
	Gübreleme	0,22	2,35	0,31	3,05	0,29	2,91	0,26	3,02
	Sulama	--	--	--	--	--	--	--	--
	İlaçlama	8,18	87,39	8,82	86,90	8,72	87,46	7,41	85,97
	Seyreltme	--	--	--	--	--	--	--	--
	Hasat	--	--	--	--	--	--	--	--
	Nakliye	0,40	4,28	0,50	4,93	0,42	4,21	0,40	4,64
	Toplam	9,36	100,00	10,15	100,00	9,97	100,00	8,62	100,00

Isparta ilinde dekara üretim masrafı en fazla M9 anaçlı üretim plantasyonlarında gerçekleşmiş olup (4.583 TL/da), bunu sırasıyla; MM106 (3.889 TL/da), MM111 (3.874 TL/da) ve çöğür (3.840 TL/da) anaçlı üretim yapan işletmeler takip etmiştir. Üretim masraflarının toplamı içinde değişken-sabit masrafların oranı M9 anacında yaklaşık %63-%37 iken; MM106 anacında %76-24, MM111 anacında %73-%27 ve çöğür anacında %74-%26 olduğu belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, işletmeler ortalamasında üretim masrafları içinde değişken masrafların oranı yaklaşık %71, sabit masrafların oranı ise %29 olarak bulunmuştur. Tüm anaçlarda en önemli değişken masraf kalemleri sırasıyla ilaçlama, hasat, gübreleme ve budama olarak göze çarpmaktadır. Özellikle, Isparta ilinde yoğun ilaç kullanımı bunun en büyük nedeni olarak gösterilebilir. Nitekim araştırma kapsamında incelenen işletmelerde, bir üretim sezonunda ortalama 27,9 kez ilaçlama yapıldığı belirlenmiştir. Sabit masraflar içerisinde en önemli masraf unsuru çıplak arazi değerinin faizi olarak görülmektedir (Çizelge 9). Karamürsel ve ark. (2011) yapmış olduğu çalışmada üretim maliyetinin İtalya'da

yaklaşık 1.509 €/da, Fransa'da 1.046 €/da, Almanya'da 998 €/da, ABD'de 970 €/da, Şili'de 510 €/da, Polonya'da 357 €/da Çin'de 383 €/da ve Türkiye'de 384 €/da olduğunu bildirmiştir (Bruille ve Barritt, 2005). Isparta ilinde yapılan çalışmada üretim masrafları içinde değişken-sabit masrafların oranı %73-%27 (Demircan ve ark., 2005); Antalya ili Elmalı ilçesinde yapılan çalışmada bodur anaçlarda %38-%62, yarı bodur anaçlarda %34-%66 ve çöğür anaçlarda %41-%59 (Aydoğmuş ve Yılmaz, 2010); Konya ilinde yapılan çalışmada yarı bodur anaçlarda %64-%36, bodur anaçlarda ise %65-%35 bulunmuştur (Kanat ve ark., 2017). Isparta ve Konya illerinde yürütülen çalışmalarda, bu çalışmada olduğu gibi değişken masrafların oranı sabit masraflara göre daha yüksek bulunmuştur. Karamürsel ve ark. (2011) yapmış olduğu çalışmada değişken-sabit masrafların oranı İtalya'da yaklaşık %45-%55, Fransa'da %52- %48, ABD'de %50-%50, Şili'de %55-%45, Polonya'da %37-%63, Çin'de %62-%38 ve Türkiye'de %49-51 olduğunu bildirmiştir (Bruille ve Barritt, 2005).

Çizelge 9. Isparta ili elma üretimi, üretim masrafları ve oranları

Table 9. Apple production, production costs and rates in the Isparta province

Masraflar/Anaçlar	Çöğür	M9	MM106	MM111	Genel	
	Masraf (TL/da)	Masraf (TL/da)	Masraf (TL/da)	Masraf (TL/da)	Masraf (TL/da)	Oran (%)
Budama	266,52	253,56	300,78	270,49	272,84	6,74
Çapalama ve Ot Temizliği	61,62	54,59	71,15	60,69	62,01	1,53
Gübreleme	298,75	444,76	370,68	274,81	347,25	8,58
Sulama	177,23	142,85	174,31	175,98	167,59	4,14
İlaçlama	976,10	911,06	861,14	921,06	917,34	22,67
Meyve Seyreltme	100,50	106,09	119,40	104,45	107,61	2,66
Hasat	703,50	592,70	757,37	717,02	692,65	17,12
Nakliye	110,63	154,15	115,48	167,14	136,85	3,38
Ürün Sigortası	67,73	145,60	102,95	81,41	99,42	2,46
Döner Sermaye Faizi (%4,5)	62,16	63,12	64,65	62,39	63,08	1,56
Değişken Masraflar Toplamı	2.824,73	2.868,48	2.937,92	2.835,45	2.866,65	70,84
Genel İdari Giderler (%3)	84,74	86,05	88,14	85,06	86,00	2,13
Çıplak Arazi Değerinin Faizi	688,54	697,22	583,98	691,95	665,42	16,44
Tesis Masrafları Amortisman Payı	148,91	573,33	171,88	160,68	263,70	6,52
Tesis Sermayesi Faizi	93,07	358,33	107,42	100,42	164,81	4,07
Sabit Masraflar Toplamı	1.015,26	1.714,94	951,42	1.038,11	1.179,93	29,16
Üretim Masrafları Toplamı	3.839,99	4.583,42	3.889,34	3.873,57	4.046,58	100,00

Karaman ilinde tüm anaçlarda elma üretim masrafları Isparta'ya göre düşük bulunmuştur. İncelenen işletmelerde dekara üretim masrafı en fazla M9 anaçlı üretim alanlarında (3.538 TL/da) gerçekleşmiştir. Bunu

sırasıyla; MM111 (3.439 TL/da), çöğür (3.318 TL/da) ve MM106 (3.153 TL/da) anaçlı üretim yapan işletmeler takip etmiştir. Üretim masraflarının toplamı içinde değişken-sabit masrafların oranı M9 anacında yaklaşık

%59-%41 iken, MM111 anacında %73-27, çöğür ve MM106 anacında %75-%25 olduğu belirlenmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, işletmeler ortalamasında üretim masraflarının içinde değişken masrafların oranı yaklaşık %70, sabit masrafların oranı ise %30 bulunmuştur. Karaman ilinde de en önemli değişken

masraf kalemleri, sırasıyla; ilaçlama, hasat, gübreleme ve budamadır. Sabit masraflar içinde ise çıplak arazi değerinin faizi en yüksek masraf unsuru olarak belirlenmiştir (Çizelge 10).

Çizelge 10. Karaman ili elma üretimi, üretim masrafları ve oranları

Table 10. Apple production, production costs and rates in the Karaman province

Masraflar/Anaçlar	Çöğür	M9	MM106	MM111	Genel	
	Masraf (TL/da)	Masraf (TL/da)	Masraf (TL/da)	Masraf (TL/da)	Masraf (TL/da)	Oran (%)
Budama	250,53	192,71	227,75	233,64	226,16	6,73
Çapalama ve Ot Temizliği	49,03	38,05	58,13	64,69	52,47	1,56
Gübreleme	322,35	320,90	293,55	332,76	317,39	9,44
Sulama	260,06	178,27	232,49	259,17	232,50	6,92
İlaçlama	680,37	595,42	723,62	567,34	641,68	19,09
Meyve Seyreltme	67,56	84,83	84,04	84,19	80,15	2,38
Hasat	576,71	408,83	544,89	597,49	531,98	15,82
Nakliye	98,33	120,48	94,00	122,69	108,88	3,24
Ürün Sigortası	123,09	117,39	64,94	181,64	121,76	3,62
Döner Sermaye Faizi (%4,5)	54,63	46,28	52,28	54,98	52,04	1,55
Değişken Masraflar Toplamı	2.482,65	2.103,15	2.375,68	2.498,57	2.365,01	70,35
Genel İdari Giderler (%)	74,48	63,09	71,27	74,96	70,95	2,11
Çıplak Arazi Değerinin Faizi	525,96	535,71	469,08	627,65	539,60	16,05
Tesis Masrafları Amortisman Payı	144,62	514,29	145,96	146,06	237,73	7,07
Tesis Sermayesi Faizi	90,38	321,43	91,23	91,29	148,58	4,42
Sabit Masraflar Toplamı	835,44	1.434,52	777,54	939,96	996,87	29,65
Üretim Masrafları Toplamı	3.318,09	3.537,68	3.153,22	3.438,53	3.361,88	100,00

Her iki ilde de işletmelerde değişken masraf unsurları içinde materyal masrafları ve işgücü masraflarının tüm anaçlarda en yüksek masraf unsuru olduğu belirlenmiştir. Materyal masrafının yüksek olmasının nedeni ilaç ve gübre giderlerinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Isparta ilinde materyal ve işgücü masraflarının toplam masraf içindeki payı %36,6-%28,2 iken, Karaman ilinde bu oran %37,3-%27,0 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 11).

Demircan ve ark. (2005)'nin yapmış olduğu çalışmada materyal masraflarının toplam üretim masrafına oranı %25,08 iken, işgücü masrafları %23,75 bulunmuştur. Yıllar içinde materyal ve işgücü masraflarının toplam üretim masrafı içindeki oranı artmıştır. Materyal masrafındaki artışın, yoğun ilaçlamadan ve buna bağlı olarak ilaç masrafının yüksek olmasından, işgücündeki artışın ise son yıllarda işgücü ücretlerinde yaşanan artıştan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 11. Isparta ve Karaman illeri elma üretiminde işgücü, çekigücü ve materyal masrafları

Table 11. Labour force, machinery force and material costs in the apple production in the Isparta and Karaman provinces

Anaç	il	İşgücü		Çekigücü		Materyal		Toplam Değişken Masraflar	Toplam Sabit Masraflar	Toplam Üretim Maliyeti
		TL/da	%	TL/da	%	TL/da	%	TL/da	TL/da	TL/da
Çöğür	Isparta	1.131,2	29,5	169,1	4,4	1.462,2	38,1	2.824,7	1.015,3	3.840,0
	Karaman	963,3	29,0	141,1	4,3	1.323,6	39,9	2.482,7	835,4	3.318,1
M9	Isparta	1.001,8	21,9	223,9	4,9	1.579,7	34,5	2.868,5	1.714,9	4.583,4
	Karaman	746,5	21,1	151,0	4,3	1.159,4	32,8	2.103,2	1.434,5	3.537,7
MM106	Isparta	1.292,1	33,2	160,8	4,1	1.420,4	36,5	2.937,9	951,4	3.889,3
	Karaman	949,4	30,1	159	5,0	1.215,1	38,5	2.375,7	777,5	3.153,2
MM111	Isparta	1.144,9	29,6	169,4	4,4	1.458,8	37,7	2.937,9	1.038,1	3.873,6
	Karaman	977,4	28,4	150,3	4,4	1.315,9	38,3	2.498,6	940,0	3.438,5
Genel	Isparta	1.142,5	28,2	180,8	4,5	1.480,3	36,6	2.866,7	1.179,9	4.046,6
	Karaman	909,2	27,0	150,4	4,5	1.253,5	37,3	2.365,0	996,9	3.361,9

Isparta ili elma işletmelerinde dekara brüt kar en yüksek M9 anacından elde edilirken; MM106, MM111 ve çöğür anaçlarından elde edilen brüt kar değerleri birbirine çok yakın bulunmuştur. Nispi kar sıralaması da aynı şekildedir. Nispi kar M9 anacında 1,99, MM106 ve MM111 anacında 1,75, çöğür anacında ise 1,74 olarak

bulunmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde işletmelerde 1,80 olan oransal kar 1 TL'lik masrafa karşılık 1,80 TL gelir elde edildiğini göstermektedir (Çizelge 12). Demircan ve ark. (2005)'nin yapmış olduğu çalışmada nispi kar 1,63 olarak bulunmuştur.

Çizelge 12. Isparta ili karlılık durumu

Table 12. Profitability in the Isparta province

Ekonomik Göstergeler	Anaçlar				
	Çöğür	M9	MM106	MM111	Genel
Verim (ton/da)	5,60	6,62	5,93	5,48	5,91
Elma Üretim Maliyeti (TL/kg)	0,69	0,69	0,66	0,71	0,69
Ortalama Elma Satış Fiyatı (TL/kg)	1,19	1,38	1,15	1,23	1,24
Gayrisafi Üretim Değeri (TL/da)	6.663,94	9.107,62	6.797,21	6.759,40	7.303,74
Brüt Kar (TL/da)	3.839,20	6.239,14	3.859,29	3.923,94	4.437,10
Net Kar (TL/da)	2.823,94	4.524,20	2.907,87	2.885,83	3.257,16
Nispi Kar	1,74	1,99	1,75	1,75	1,80

Karaman ilinde de M9 anacı ile üretim yapan işletmelerde en yüksek nispi kar elde edilmiştir. M9 anacını MM111, çöğür ve MM106 anaçları takip etmiştir. Karaman ilindeki elma işletmelerindeki nispi kar değeri, Isparta iline göre düşük bulunmuştur. Karaman ilinde düşük masraflara rağmen, nispi karın düşük olması; verim düşüklüğünden kaynaklanmıştır. Isparta ilinde 1 kg elma 0,69 TL'ye mal edilirken; Karaman ilinde, 0,80 TL'ye mal edilmiştir. Satış fiyatında da bölgesel farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. 1 kg elma Isparta ilinde ortalama 1,24 TL'ye satılırken, Karaman ilinde 1,13 TL'ye satılmaktadır (Çizelge 13). Tüm bu ekonomik göstergeler dikkate alındığında, Isparta ilindeki elma işletmeleri, Karaman ilindeki işletmelere göre daha karlı durumdadır.

Elma, Türkiye için önemli meyvelerden biridir ve ekonomide önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle tüm gelir gruplarına hitap eden özelliği, önemini daha da artırmaktadır. Türkiye'de önemli elma üretim merkezlerinden olan Isparta ve Karaman illeri için elma üretimi, büyük bir istihdam kaynağıdır.

Bu çalışmada Isparta ve Karaman illeri elma üretim maliyeti, üreticilerden alınan verilerle, anaçlar bazında hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Yapılan hesaplamalar elma üretiminin her iki ilde de karlı birer yatırım olduğunu göstermektedir. Ancak üretim maliyetleri içinde materyal ve işgücü masraflarının yüksekliği bu karlılığı düşük seviyelerde tutmaktadır. Özellikle yoğun ilaçlama yapılması en önemli sorun olarak tespit

edilmiştir. Bunun için yayım faaliyetleri ile çiftçiler eğitilmeli ve bilinçlendirilmelidir. Isparta ilinde ortalama

üretim maliyeti 0,69 TL/kg, Karaman ilinde 0,80 TL/kg'dır.

Çizelge 13. Karaman ili karlılık durumu

Table 13. Profitability in the Karaman province

Ekonomik Göstergeler	Anaçlar				
	Çöğür	M9	MM106	MM111	Genel
Verim (ton/da)	3,97	4,53	4,16	4,18	4,21
Elma Üretim Maliyeti (TL/kg)	0,83	0,78	0,76	0,82	0,80
Ortalama Elma Satış Fiyatı (TL/kg)	1,07	1,36	0,97	1,13	1,13
Gayrisafi Üretim Değeri (TL/da)	4.262,63	6.175,43	4.053,80	4.702,47	4.774,47
Brüt Kar (TL/da)	1.779,99	4.072,27	1.678,12	2.203,90	2.409,46
Net Kar (TL/da)	944,55	2.637,75	900,57	1.263,94	1.412,59
Nispi Kar	1,28	1,75	1,29	1,37	1,42

Isparta ili elma üretimi Karaman iline göre daha karlı bulunmuştur. Isparta'da 3.257 TL/da net kar elde edilirken, Karaman'da 1.412 TL/da olarak gerçekleşmiştir. Bunun en büyük nedeni, Karaman'da birim alandan alınan verimin düşüklüğüdür. Isparta ilinde ortalama 5.910 kg/da ürün elde edilmesine rağmen, Karaman ilinde 4.210 kg/da ürün alınmıştır. Bu olumsuz duruma çözüm bulunabilmesi için yetiştiricilik sorunlarının uzman bir ekip tarafından tespit edilerek çözüm önerileri geliştirilmelidir.

Isparta ve Karaman illerinde klonal anaçla (M9, MM106, MM111) üretim yapan işletmelerde verimlilik, çöğür anaçla üretim yapanlara göre daha yüksek bulunmuştur. Özellikle tam bodur anaç olarak nitelendirilen M9 anacı, verimlilikte en yüksek değeri almıştır. Ancak M9 anacı, bahçe tesisinde destek sistemine ihtiyaç duyması nedeniyle tesis masrafları daha yüksektir. Üreticilerin M9 anacıyla üretimini sınırlayan en büyük engellerden biri, bahçe tesis masraflarının yüksek olmasıdır. Bu nedenle yeni elma bahçesi tesislerinde, tam bodur sistemde üretim yapmayı düşünen üreticilere, tesis masraflarında destek sağlanması, Türkiye'nin elma üretimindeki konumunu daha da güçlendirecektir. Ayrıca üreticilerin pazar talepleri doğrultusunda yeni çeşitlerle bahçe tesis etmesi teşvik edilmelidir.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, Türkiye elma üretiminin %20,2'sini karşılayan Isparta ve %13,4'ünü karşılayan Karaman illerinin üretim maliyetleri karşılaştırılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Tabakalı tesadüfi örnekleme yöntemine göre 132 elma işletmesi belirlenmiş ve işletmeciler ile yüz yüze görüşülmüştür. İşletme verileri, 2017-2018 üretim sezonuna aittir. Üretim maliyetleri, üretim yapılan bahçede kullanılan anaçlara göre

hesaplanmıştır. Dekara üretim masrafı Isparta ilinde ortalama 4.047 TL, Karaman ilinde ise 3.362 TL olarak belirlenmiştir. Nispi kar, Isparta ilinde 1,80 ve Karaman ilinde 1,42 olarak bulunmuştur. Her iki ilde de M9 anacıyla tesis edilen bahçelerde en yüksek kar oranı elde edilmiştir. En önemli masraf kalemi materyal masraflarıdır. İlaçlama masraflarının, Isparta ilinde %22,7 ve Karaman ilinde %19,1'lik pay ile üretim masrafları içinde en yüksek girdi olduğu belirlenmiştir.

Genel Yorum: Yapılan hesaplamalar elma üretiminin her iki ilde de karlı birer yatırım olduğunu göstermektedir. Ancak üretim maliyetleri içinde materyal ve işçilik masraflarının yüksekliği, bu karlılığı düşük seviyelerde tutmaktadır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Elma üretiminin teknik yönleri birçok çalışmada ele alınmasına rağmen, ekonomik yönden değerlendirilmesine ilişkin yapılan çalışmalar çok fazla değildir. Bu çalışma, Türkiye üretiminde önemli bir yere sahip olan illerde (Isparta ve Karaman) gerçekleştirilmiş ve elma üretiminin ekonomik yönü ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Elma, Tek ürün bütçe analizi, Üretim maliyeti, Isparta, Karaman

TEŞEKKÜR

Bu makale doktora çalışmasının bir bölümüdür.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Akçay Y, Akay M, Uzunöz M (1999) Tokat Merkez İlçede Yetiştirilen Şeftali, Elma ve Vişnenin Üretim Maliyeti ve Karlılığının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(1):85-98.
- Anonim (2020a) Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data> (Erişim Tarihi: 20 Ocak 2020).
- Anonim (2020b) Türkiye İstatistik Kurumu. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 20 Ocak 2020).
- Aydoğmuş F, Yılmaz İ (2010) Antalya İlinde bodur, yarı bodur ve çöğür anaç kullanılarak yapılan elma üretiminin ekonomik analizi. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 23: 127-135.
- Badiu D, Arion FH, Muresan IC, Lile R, Mitre V (2015) Evaluation of Economic Efficiency of Apple Orchard Investments. Sustainability, 7:10521-10533.
- Bayav A, Armağan G (2008) Isparta İlinde elma işletmelerinde yeniliklerin ve araştırma sonuçlarının benimsenme düzeyleri ve etki değerlendirmeleri. VIII. Ulusal Tarım Ekonomisi Kongresi, 25-27 Haziran, Bursa, 168-181.
- Bayramoğlu Z, Çelik Y, Oğuz C (2009) Konya İlinde Elma Üretiminin Mevcut Durumu ve Gelişme Olanakları. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 2 (1):11-15.
- Bruille JD, Barritt BH (2005) Global Apple Study-A Comparison of Production Practices and Costs of Production in Leading Apple Producing Countries. 48th Annual Conference (International Dwarf Fruit Tree Association), 5-9 February, USA.
- Castle WS, Baldwin JC, Muraro RP, Littell R (2010) Performance of 'Valencia' sweet orange trees on 12 rootstocks at two locations and an economic interpretation as a basis for rootstock selection. Hortscience, 45, 523-533.
- Çiçek A, Erkan O (1996) Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örneklemeye Yöntemleri G.O.P. Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:12, Ders Notları Serisi No:6, Tokat.
- Demircan V, Yılmaz H, Binici T (2005) Isparta ilinde elma üretim maliyeti ve gelirinin belirlenmesi. Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(2): 71-80.
- Ergün ME, Osmanlıoğlu E, Erkal S, Şafak A, Gençtürk S, Yakut Y, Kaya A (1984) Üretim yoğun olduğu yörelerde elma üretimi, değerlendirilmesi, maliyeti ile pazarlama sorunları üzerine araştırma. Atatürk Merkez Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yalova.
- Glover J, Hinman H, Reganold J, Andrews P (2002) A cost of production analysis of conventional vs. integrated vs. organic apple production systems. Agricultural Research Publication XB1041, Washington State University, Yakima, Washington, USA. 68 p.
- Gül M, Erkan O (2005) Toros Dağları geçit bölgelerinde elma üretiminin ekonomik analizi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(4):87-96.
- Jackson JE (2003) Biology of Apples and Pears. Cambridge University Press. ISBN, 0521380189, United Kingdom, p:141-157.
- Kanat Z, Çelik Y, Çay Ş (2017) Konya İlinde Bodur ve Yarı Bodur Elma Üretiminin Maliyet Analizi. Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 31(1), p 56-62.
- Karamürsel D, Öztürk FP, Öztürk G, Kaymak S, Eren İ, Akgül H (2004) Eğirdir Yöresi Elma Yetiştiriciliğinin Durumu ve Sorunlarının Belirlenmesi İle Ekonomik Yönden Değerlendirilmesi. Türkiye VI. Tarım Ekonomisi Kongresi, 16-18 Eylül, Tokat, 225-231.
- Karamürsel D, Öztürk FP, Emre M (2011) Global Elma Endüstrisi ve Üretim Ekonomisi. Elma Kültürü (Eds. Akgül H, Kaçal E, Öztürk FP, Özgün Ş, Atasay A, Öztürk G) Eğirdir Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, Yayın No:37, ISBN: 978-975-407-307-2, Isparta, 461-482.
- Kıral T, Kasnakoğlu H, Tatlıdil F, Fidan H, Gündoğmuş E (1999) Tarımsal Ürünler için Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Proje Raporu, Yayın No:37, ISBN 975-407-051-2, Ankara.
- Malik ZA (2013) Assesment of apple production and marketing problems in Kashmir Valley. Journal of Economic & Social Development, 9(1):152-156.
- Oğuz C (1997) Karaman ilinde elma üretim işletmelerinin ekonomik analizi. Türkiye Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu, 2-5 Eylül, Yalova, 305-312.
- Piyush M, Kumar TR, Sachin C (2013) Production and marketing of apple fruit crop- a study Premiseto Shimla District of Himachal Pradesh, India. International Journal of Bio-Resource and Stress Management, 4(4):610-613.
- Robinson T, Hoying S, Sazo MM, DeMarree A, Dominguez L (2013) A vision for apple orchard systems of the future. New York Fruit Quarterly, 21(3):11-16.
- Uçar K, Palkovic J, Engindeniz S (2016) Apple Investment in Europe: A Case Study for Slovakia. 27th International Scientific-Expert Congress of Agriculture and Food Industry, 26-28 September 2016, Bursa-Turkey, pp:152-157.

Uzunöz M, Akçay Y (2006) A Profitability Analysis of Investment of Peach and Apple Growing in Turkey. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)*, 107(1); 11-18.

Yamane T (2001) *Temel Örnekleme Yöntemleri*. Çevirenler: Alptekin Esin, Celal Aydın, M. Akif Bakır, Esen Gürbüzselsel, Literatür Yayıncılık, İstanbul.


Wani F (2017) Production and Marketing of Apple in Himachal Pradesh: An Empirical Study. *International Journal Of Research Culture Society*, 1(10):34-40.

Zbanca A, Negritu G (2013) Feasibility of investments for planting and maintenance of apple orchards by applying various technologies. *Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 13(1):465-469.



Determination of population density and infestation rates of peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) on early apricot orchards in Mersin province

Mersin ili erkenci kayısı bahçelerinde Şeftali güvesi, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve bulaşıklık oranının belirlenmesi

İlker Ahmet SEFEROĞLU¹ , Nihat DEMİREL¹ 

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.729967](https://doi.org/10.37908/mkutbd.729967)

Geliş tarihi / Received: 04.05.2020

Kabul tarihi / Accepted: 11.06.2020

Keywords:

Peach twig borer, *Anarsia lineatella*, pheromone traps, infestation rates, Mersin province.

 Corresponding author: Nihat DEMİREL

 ndemirel@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: Peach twig borer (PTB), *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae), is one of the important pests of apricot in Turkey. The study was conducted in 2013-2014 to determine the population density and infestation rates of PTB on early apricot orchards in Anamur district of Mersin province in Turkey.

Methods and Results: The study was conducted in five early apricot orchards of the villages Kalınören (Trintina), Ören (Trintina), Cerenler I (Nimfa), Cerenler II (Trintina) and İskele (Trintina) of Anamur district. The peach twig borer of pheromone (E-5 Decenyl acetate 5,0 mg/capsul E5 Decenol 1,0 mg/capsul) was used in Econex polillero trap + DDVP impregnated tablet. Each of sampled orchard contained one pheromone trap. The traps were hanged at South-East direction of the trees about 1.5-2 m above ground, checked weekly and the caught adults were counted and cleaned.. Randomly chosen 20 trees' twigs (20/tree) and fruits (50/tree) were checked, apart from the trap hanging trees, in order to determine the infestation rates. After two years of the study, the population density of pest varied between each sampling year. In the first year, a total of 46 PTB adults were caught by five pheromone traps at five early apricot orchards. The first adults were caught on 14 April, and the highest number of catches was on 12 May. The highest number of PTB adults was in May with 67.4%, followed by April with 32.6%. In the second year, a total of 66 PTB adults were caught by five pheromone traps at five early apricot orchards. The first adults were caught on 13 April, and the highest number of catches was on 11 May. The highest number of PTB adults was in May with 68.2%, followed by in April with 31.8%. It was observed that PTB had one generation and the pest did not cause any significant infestation on early apricot varieties.

Conclusions: The highest number of the PTB adults were caught by pheromone traps in May, following in April in both years. The pest had one generation and not cause any significant infestation on early apricot varieties.

Significance and Impact of the Study: The pests were recoved by pheromone traps at all early apricot orchards and the highest number of adults caught in May, following in April. The pest had one generation and not cause any significant infestation on early apricot varieties.

Atif / Citation: Seferoğlu İA, Demirel N (2020) Mersin ili erkenci kayısı bahçelerinde Şeftali güvesi, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae)'nin popülasyon yoğunluğu ve bulaşıklık oranının belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 237-242. DOI: [10.37908/mkutbd.729967](https://doi.org/10.37908/mkutbd.729967)

INTRODUCTION

Apricot, *Prunus armeniaca* L. (Rosales: Rosaceae: Prunoideae), is one of the most important stone fruits, a total produce of 4,257,241 tons of fruit per annum in the world, about 985,000 tons of this amount is produced by Turkey (FAO, 2018). Apricot has many economically important pests that cause significant yield reduction. The peach twig borer [PTB], *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae), is important pests of apricot, peach, almond, plum and nectarine worldwide (Balachowsky, 1966; Carter, 1984), causes serious problems in more than 44 countries (EPPO, 2019). The pest is one of the important pests of apricot in Turkey (Kovancı and Kılınçer, 1984; Hazır and Ulusoy, 2009; Oztürk et al., 2010; Mamay et al., 2014; Can Cengiz and Subchev, 2015; Seferoğlu, 2016). Larvae of the overwintering generations of the pest first attack flowers and buds (Bailey 1948; Carter, 1984). Subsequent generations of larvae feed on shoots and developing fruits, rendering fruit unmarketable and shoots incapable of bearing future fruit (Bailey 1948; Carter, 1984; Kovancı and Kılınçer, 1984; Ponomarenko 1990; Cravedi, 2000; Tomse et al., 2004). Many studies have been conducted to study peach twig borer host range, damage and management (Damos and Savopoulou-Soultani, 2007; Iacob, 1970; Zalom et al., 1992). In Turkey, faunistics, population dynamics and management of peach twig borer have been studied by many researchers (Gençsoylu et al., 2006; Hazır and Ulusoy, 2009; Oztürk et al., 2010). The female sex pheromones could provide a reliable tool for detecting and monitoring of peach twig borer moth adult. The female sex pheromone components of *A. lineatella* was identified by Roelofs et al. (1975) as (*E*)-5-decen-1-yl acetate (*E*5-10:OAc; 87%) and (*E*)-5-decen-1-ol (*E*5-10:OH; 13%) and it has since been used widely as a monitoring tool. Subsequently, the sex pheromone of this pest is widely used to provide a detecting and monitoring tool for adult males (Rice and Jones, 1975; Hathaway, 1981; Millar and Rice, 1992; Kehat et al., 1994; Kocourek and Berankova, 1996; Schlamp et al., 2005; Ivanova et al., 2010; Knight et al., 2011), for mating disruption (Kyparissoudas, 1989; Oztürk et al., 2010; Reuveny et al., 2010; Kutinkova et al., 2012). The current study was to determine the population density and infestation rates of peach twig borer, *Anarsia lineatella*

Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) on early apricot orchards in Mersin province of Turkey.

MATERIALS and METHODS

The study was conducted in 2013-2014 to determine the population density and infestation rates of PTB in Anamur district of Mersin province in Turkey. The study was conducted in five early apricot orchards of the villages Kalınören (Trintina), Ören (Trintina), Cerenler I (Nimfa), Cerenler II (Trintina) and İskele (Trintina) of Anamur district. The peach twig borer of pheromone (*E*-5 Decenyl acetate 5,0 mg/capsul *E*5 Decenol 1,0 mg/capsul) was used in Econex polillero trap + DDVP impregnated tablet. Each of sampled orchard contained one pheromone trap. The traps were hanged at South-East direction of the trees about 1.5-2 m above ground, checked weekly and the caught adults were counted and cleaned. Pheromones in the traps replaced in every 40 days with the new ones. Randomly chosen 20 trees' twigs (20/tree) and fruits (50/tree) were checked, apart from the trap hanging trees, in order to determine the infestation rates.

RESULTS and DISCUSSION

The peach twig borer [PTB] were caught by pheromone traps in all sampled orchards. A total of 46 PTB adults were caught by five pheromone traps in 2013. The first adults were caught on 14 April, and the highest number of catches was on 12 May (Figure 1). There was not any PTB adult after 26 May in any of the sampled orchards. The highest number of PTB adults was in May with 67.4%, followed by in April with 32.6%.

The pests were caught by five pheromone traps in all sampled orchards. A total of 66 PTB adults were caught by five pheromone traps in 2014. The first adults were caught on 13 April, and the highest number of catches was on 11 May (Figure 2). There was not any PTB adult after 25 May in any of the sampled orchards. The highest number of PTB adults was in May with 68.2%, followed by in April with 31.8%.

Ivanova et al. (2010) reported that the first adult of PTB appeared in May and the first peak of PTB flight was noted in 3rd ten days of May in all three years of study. Therefore, the PTB had three generations per year in Bulgaria.

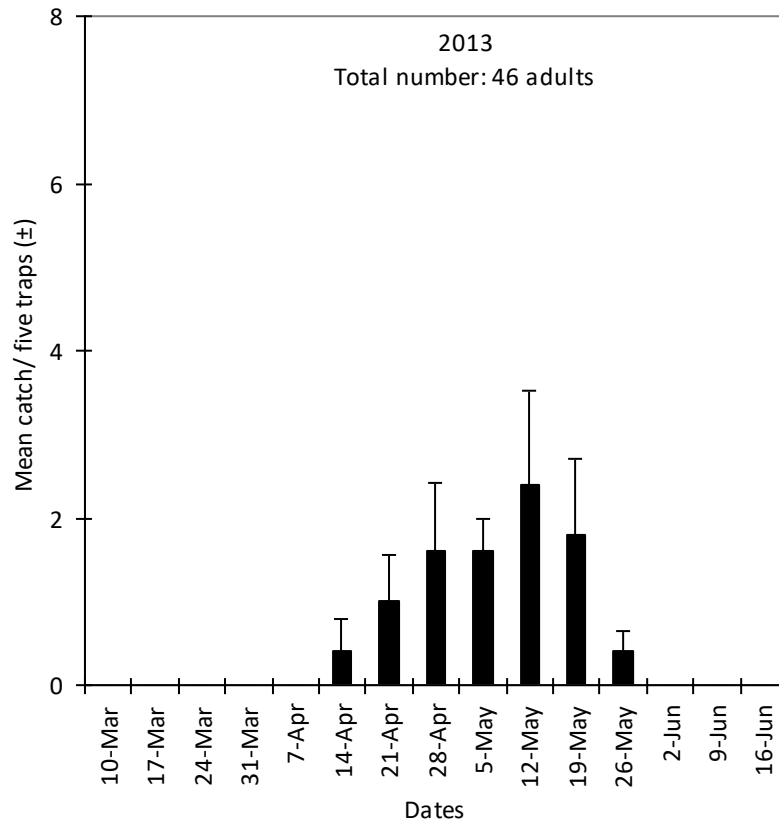


Figure 1. A population density of peach twig borer on early apricot orchards in Anamur district of Mersin province

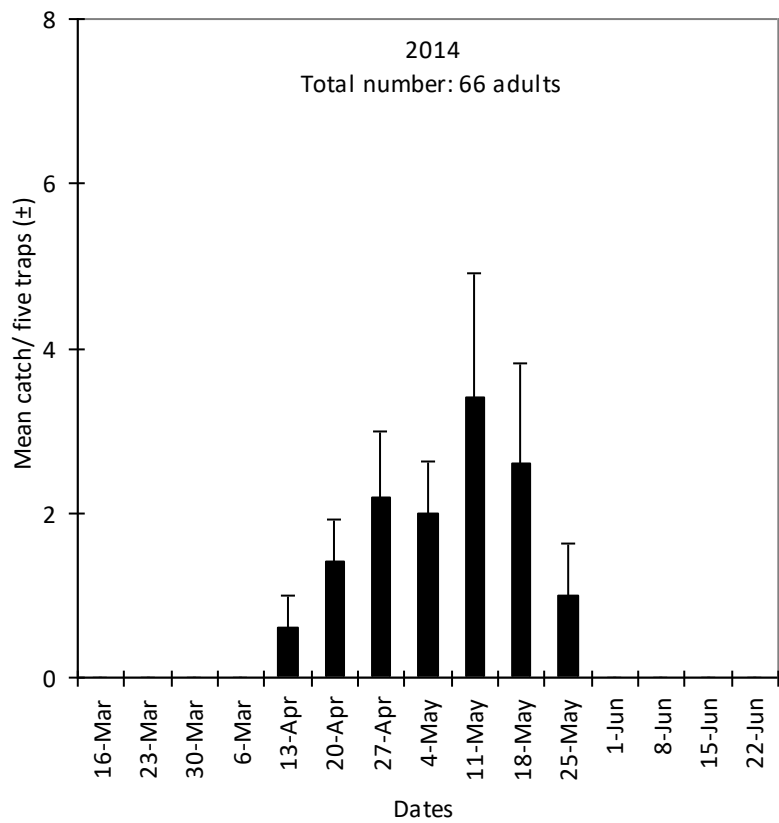


Figure 2. A population density of peach twig borer on early apricot orchards in Anamur district of Mersin province

Mamay et al. (2014) reported that the first adult of PTB were captured by pheromone trap in early May and the highest numbers of adults caught by them in peach, apricot and nectarine orchards were 115,86 and 70 adults/trap.

The current study indicated that the PTB had one generation on early apricot orchards in Anamur district of Mersin province. Mamay et al. (2014) reported that the PTB had four generations per year on peach, apricot and nectarine orchards. In addition, Can Cengiz and Subchev (2015) reported that the PTB had three generations per year in Hatay province.

The present study indicated that the PTB did not cause any significant infestation on early apricot orchards in Anamur district of Mersin province. However, previous studies were conducted by Ozturk et al. (2010) an average infestation rates with mating disruption techniques were 6.17- 4.60 % in 2006, 5.51-1.92 % in 2007 and 4.26-1.66 % in 2008. Moreover, Mamay et al. (2014) reported that the PTB infestation rates on twigs were 38, 18 and 16% in 2010 and 30, 22 and 14% in 2011, while infestation rates on fruits were 29, 6 and 6% in 2010 and 14, 8 and 5% in 2011 on peach, nectarine and apricot.

CONCLUSIONS

The present study was conducted to determine population density and infestation rates of peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) on early apricot orchards in Mersin province of Turkey. After two years of the study, the population density of pest varied between each sampling year. In the first year, a total of 46 PTB adults were caught by five pheromone traps at five sampled orchards. The first adults were caught on 14 April, and the highest number of catches was on 12 May. The highest number of PTB adults was in May with 67.4%, followed by in April with 32.6%. In the second year, a total of 66 PTB adults were caught by five pheromone traps at five sampled orchards. The first adults were caught on 13 April, and the highest number of catches was on 11 May. The highest number of PTB adults was in May with 68.2%, followed by in April with 31.8%. The PTB had one generation and the pest did not cause any significant infestation on early apricot varieties in Mersin province.

ÖZET

Amaç: Şeftali güvesi, *Anarsia lineatella* (Lepidoptera: Gelechiidae), ülkemizde kayısının en önemli zararlılarından birisidir. Çalışma 2013-2014 yıllarında

Mersin ilinin Anamur ilçesinde bulunan erkenci kayısı bahçelerinde şeftali güvesi'nin popülasyon yoğunluğu ve bulaşıklık oranlarının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Çalışma Anamur'un Kalınören (Trintina), Ören (Trintina), Cerenler I (Nimfa), Cerenler II (Trintina) ve İskele (Trintina) köylerinde bulunan beş erkenci kayısı bahçelerinde yürütülmüştür. Çalışmada şeftali güvesi feromonu (E-5 Decenyl acetate 5,0 mg/kapsül E5 Decenol 1,0 mg/kapsül) ve Econex polillero tuzak + DDVP emdirilmiş tablet kullanılmıştır. Örnekleme yapılan her bahçede bir adet tuzak mevcuttur. Tuzaklar kayısı ağacının güney doğu tarafına yerden yaklaşık 1.5-2m yüksekliğe asılmış, haftalık olarak kontrol edilmiş, yakalanan şeftali güvesi erginleri sayılıp temizlenmiştir. Tuzaklardaki feromonlar her 40 günde bir yenileri ile değiştirilmiştir. Şeftali güvesinin bulaşıklık oranı feromon tuzaklarının kurulduğu kayısı ağacı hariç, rastgele seçilen 20 adet kayısı ağacının sürgün (20/ağaç) ve meyveleri (50/ağaç) kontrol edilerek yapılmıştır. İki yıllık çalışmanın sonrasında, zararlının popülasyon yoğunluğunda farklılıklar gözlenmiştir. Birinci yılda, beş erkenci kayısı bahçesinde yapılan örneklemede beş feromon tuzakları tarafından toplam 46 adet şeftali güvesi ergini yakalanmıştır. Feromon tuzakları tarafından ilk erginler 14 Nisan'da yakalanmış ve en fazla ergin 12 Mayıs tarihinde yakalanmıştır. Ancak örneklenen bahçelerde 26 Mayıs'dan sonraki tarihlerde şeftali güvesi ergini yakalanmamıştır. Feromon tuzakları tarafından en fazla şeftali güvesi ergini %67,4 ile mayıs ayında yakalanmış olup, bunu %32,6 ile nisan ayı takip etmiştir. İkinci yılda, beş erkenci kayısı bahçesinde yapılan örneklemede beş feromon tuzakları tarafından 66 adet şeftali güvesi ergini yakalanmıştır. Feromon tuzakları tarafından ilk erginler 13 Nisan'da ve en fazla ergin 11 Mayıs tarihinde yakalanmıştır. Örneklenen bahçelerde 25 Mayıs'dan itibaren şeftali güvesi erginine rastlanmamıştır. Çalışma süresince feromon tuzakları tarafından en fazla şeftali güvesi ergini %68,2 ile mayıs ayında yakalanmış olup, bunu %31,8 ile nisan ayı takip etmiştir. Çalışmada şeftali güvesi erkenci kayısı bahçelerinde 1 döl verdiği ve zararlının erkenci kayısı çeşitlerinde her hangi bir zarar oluşturmadığı gözlenmiştir.

Genel Yorum: Şeftali güvesi feromon tuzakları tarafından bütün erkenci kayısı bahçelerinde tespit edilmiştir. İki yıl boyunca feromon tuzakları tarafından en fazla sayıda şeftali güvesi ergini Mayıs ve Nisan aylarında yakalanmıştır. Zararlı tek döl vermiş ve erkenci kayısı bahçelerinde herhangi bir zarar oluşturmamıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Şeftali güvesi feromon tuzakları tarafından bütün erkenci kayısı bahçelerinde tespit edilmiştir. Feromon tuzakları tarafından en fazla

sayıda şeftali güvesi ergini Mayıs ayında yakalanmış, bunu Nisan ayı takip etmiştir. Zararlı tek döl vermiş ve erkenci kayısı bahçelerinde herhangi bir zarar oluşturmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Şeftali güvesi, *Anarsia lineatella*, Feromon tuzakları, Bulaşıklık oranı, Mersin.

ACKNOWLEDGEMENTS

This project was supported by University of Hatay Mustafa Kemal of Scientific Research Projects (BAP) (Project number: 12181).

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Bailey SF (1948) The Peach Twig Borer. California Agricultural Experiment Station bulletin no. 708, 3-56, University of California, Berkeley, CA, USA.
- Balachowsky AS (1966) Entomologie Applique a l'Agriculture. Traité. Tome II. Lepidoptères Masson et Cie éditeurs. Saint Germain, Paris.
- Cengiz FC, Subchev M (2015) Seasonal Flight Patterns of *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) In South-East Turkey. J. Multi. Engineer. Sci. Technol. (JMEST) 2(8): 2147-2150.
- Carter DJ (1984) Pest Lepidoptera of Europe with special reference to the British Isles. In: Spencer, K.A. (ed.), Series Entomologica 31. Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht. 431 pp.
- Cravedi P (2000) Integrated peach production in Italy: Objectives and criteria. Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 53/2-3: 177-197.
- Damos P, Savopoulou-Soultani M (2007) Flight patterns of *Anarsia lineatella* (Lepidoptera: Gelechiidae) in relation to degree-days heat accumulation in northern Greece. Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent Uni 72: 465-468.
- EPPO (2019) EPPO global database. <https://gd.eppo.int/taxon/ANARLI/distribution>. 18.04.2020
- FAO (2018) Production Quantities of Apricots by Country in 2017; Crops/World Regions/Production Quantity from picklists". Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division (FAOSTAT). Retrieved 2019-02-19.
- Gençsoylu İ, Akşit T, Ozer G, Cacamer A, Başpınar N (2006) Population dynamics and damage on shoots and fruits caused by of *Grapholita molesta* Busck (Lep.:Tortricidae), *Anarsia lineatella* Zell. (Lep.:Gelechiidae) and *Ceratitis capitata* Wied. (Dip.:Tephritidae) in some peach varieties. Asian J. Plant Sci. 5(3): 487-491.
- Hathaway DO (1981) Peach twig borer: Field evaluations of concentrations of pheromone and monitoring of populations. J. Econ. Entomol. 74: 344-345.
- Hazır A, Ulusoy MR (2009) Adult population fluctuation of *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera : Gelechiidae) in peach and nectarine orchards in Adana and Mersin provinces. Bitki Koruma Bülteni 49(2): 45-54.
- Iacop M (1970) Contributions to the study of the ecology of the peach twig borer (*Anarsia lineatella* Zell.). Analele Instit. Cer. pentru Prot. Plant 8: 153-168.
- Ivanova L, Kutinkova H, Dzhuvinov V (2010) Flight Monitoring of Oriental Fruit Moth, *Cydia molesta*, and Peach Twig Borer, *Anarsia lineatella* by Pheromone Traps in Apricot Orchard of North-East Bulgaria. In Edited by:Xiloyannis, C. 14th International Symposium on Apricot Breeding and Culture. Acta Horticulturae 862: 465-470.
- Kehat M, Anshelevich L, Dunkelblum E, Greenberg S (1994) Sex pheromone traps for monitoring the peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller: effect of pheromone components, pheromone dose, field aging of dispenser, and type of trap on male captures. Phytoparasitica 22: 291-298.
- Knight AL, Pickel C, Hawkins L, Abbott C, Hansen R, Hull L (2011) Monitoring oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) and peach twig borer (Lepidoptera: Gelechiidae) with clear delta-shaped traps. J. Appl. Entomol. 135(1-2): 106-114.
- Kocourek F, Berankova J (1996) Flight patterns of the peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zell (Lep, Gelechiidae) in central Europe as observed using pheromone traps. Anzeiger Fur Schadlingskunde Pflanzenschuts Umweltschutz 69(4): 84-87.
- Kovancı B, Kılınçer N (1984) Population development and the possibilities of using mating disruption technique for control of *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) in Çanakkale province. Uludağ Üni. Zir. Fak.Derg. 3: 1-6.
- Kutinkova H, Dzhuvinov V, Samietz J (2012) Control of Peach Twig Borer and Oriental Fruit Moth by Mating Disruption in an Apricot Orchard. In Edited by:Avagyan, A. 15th International Symposium on Apricot Breeding and Culture. Acta Horticulturae 966: 169-174.

- Kyparissoudas DS (1989) Simultaneous control of *Cydia molesta* and *Anarsia lineatella* in peach orchards of northern Greece by combining mating disruption and insecticide treatments. *Entomologia Hellenica* 7: 13-16.
- Mamay M, Yanık E, Doğramacı M (2014) Phenology and damage of *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae) in peach, apricot and nectarine orchards under semi-arid conditions. *Phytoparasitica* 42: 641-649.
- Millar JG, Rice RE (1992) Reexamination of the female sex pheromone of the peach twig borer: field screening of minor constituents of pheromone gland extracts and of pheromone analogs. *J. Econ. Entomol.* 85: 1709-1716.
- Ozturk N, Hazir A, Ulusoy MR (2010) Efficacy of mating disruption technique against Peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller, 1839 (Lepidoptera: Gelechiidae) which is harmful on apricot in Mut District, Mersin Province. *Turk. J. Entomol.* 34(3): 337-350.
- Ponomarenko MG (1990) Review of the genus *Anarsia lineatella* Zell. (Lepidoptera, Gelechiidae) of the USSR. *Entomol. Rev.* 69: 102-116.
- Reuveny H, Oppenheim D, Zada A (2010) The efficiency of mating disruption technique in controlling *Anarsia lineatella*. *Alon Hanotea* 64: 26-31.
- Rice RE, Jones RA (1975) Peach twig borer: field use of a synthetic sex pheromone. *J. Econ. Entomol.* 68: 358-360.
- Roelofs W, Kochansky J, Anthon E, Rice RE, Carde R (1975) Sex pheromone of the peach twig borer moth (*Anarsia lineatella*). *Environ. Entomol.* 4: 580-582.
- Schlamp KK, Gries R, Khaskin G, Brown K, Khaskin E, Judd GJR, Gries G (2005) Pheromone components from body scales of female *Anarsia lineatella* induce contacts by conspecific males. *J. Chem. Ecol.* 31(12): 2897-2911.
- Seferoğlu İA, (2016) Determination of population density and damage rates of peach twig borer, *Anarsia lineatella* Zeller (Lepidoptera: Gelechiidae) on early apricot orchards in Mersin Province. Master Thesis. Mustafa Kemal University, Hatay. 50s.
- Tomse S, Cravedi P, Zezlina I, Mazzoni E, Milevoj L (2004) Dynamics of appearing *Cydia molesta* and *Anarsia lineatella* in peach orchards in Slovenia. *Bulletin OILB/SROP* 27(5): 49-53.
- Zalom FG, Barnett WW, Weakley CV, Rice RE (1992) Factors Associated with Flight Pattern of the Peach Twig Borer (Lep.: Gelechiidae) Observed Using Pheromone Traps. *J. Econ. Entomol.* 85(5): 1904-1909.



Bazı fiğ türlerinin yem verim ve kalitesi üzerine farklı organik gübrelerin etkileri

The effects of different organic fertilizers on forage yield and quality of some vetch species

İbrahim ERTEKİN¹, İbrahim ATIŞ¹, Şaban YILMAZ¹

¹Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.739805](https://doi.org/10.37908/mkutbd.739805)

Geliş tarihi /Received:19.05.2020

Kabul tarihi/Accepted:29.06.2020

Keywords:

Organic farming, Vetch species, Forage yield, Forage quality, Organic fertilizer.

✉ Corresponding author: İbrahim ERTEKİN

✉: ibrahimertekin@mku.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was carried out to determine the effect of different organic fertilizer sources on forage yield and quality of some vetch species grown for organic roughage production.

Methods and Results: In experiment, three different vetch species (common vetch (*Vicia sativa* L.), Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz) and hairy vetch (*Vicia villosa* Roth)) and three different organic fertilizers (zeolite, leonardite and cattle manure) were used as factors of the study. In addition, in order to compare the effects of organic fertilizer applications, control treatment without fertilization was used. The research was laid out in split-plot randomized complete block design with three replications. To determine the forage yield and quality of vetch species under organic fertilizer treatments, plant height (PH), fresh forage yield (FFY), dry forage yield (DFY), crude ash (CA), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL) and relative feed value (RFV) characteristics were investigated. According to the results of this study, while statistically differences were found among the vetch species in terms of PH, FFY, CP, ADF and features, there was a difference among the interactions only in term of CP. PH, FFY, CP and ADF values of vetch species were found between 86.15-148.73 cm, 1900.33-2045.83 kg da⁻¹, 19.99-21.82 % DM⁻¹ and 30.58-35.05 % DM⁻¹, respectively. On the other hand, CP values of interactions ranged from 18.89 to 22.54 % DM⁻¹. The effect of organic fertilizer applications on the yield and quality of vetch species has been limited. However, it has been determined that over 500 kg da⁻¹ dry forage yield can be obtained from hairy vetch applied to animal manure.

Conclusions: The data obtained showed that vetch species could be an important source in the supply of roughage needed in organic animal husbandry and hairy vetch has higher yields than other species. In addition, although statistically insignificant, it can be said that animal manure is more effective in vetch cultivation than zeolite and leonardite under Amik Plain conditions.

Significance and Impact of the Study: There are a limited number of studies on the use of fertilizers in organic vetch cultivation. With the research carried out, the results that can help farmers who make organic vetch cultivation and future research have been obtained. In addition, it was concluded that dose determination studies should be carried out in the fertilizers used.

GİRİŞ

Baklagiller familyası çok kıymetli yem bitkilerini içerisinde barındırmaktadır. Baklagil yem bitkileri dünya çapında hayvan besleme amacıyla kullanılan en önemli bitki türlerinden birisidir. Bu bitkiler genelde doğal olarak çayır ve meralarda yetişmekte ve hayvanların temel kaba yem ihtiyacını karşılamaktadır (Ertekin ve Çakmakçı, 2020; Ertekin ve ark., 2018; Ertekin ve ark., 2017). Baklagil yem bitkilerinin besin değeri ve hayvanlar üzerindeki besleme etkisi oldukça yüksektir (Anil ve ark., 1998). Ayrıca baklagil bitkileri biyolojik azot fiksasyonunda önemli bir yere sahiptir (Anjum ve ark., 2006). Bu bitkiler içerisinde en yaygın değerlendirilen cins ise fiğdir.

Organik tarım, sürdürülebilir tarımın bir parçası konumundadır. Organik tarım kapsamında son yıllarda faaliyetler sadece gelişmiş ülkelerde değil, aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerde de hızla yaygınlaşmıştır. Bu durumun oluşmasında ki en önemli etken tüketicilerin kendi sağlıklarını ve çevreyi koruma istekleridir (Demiryürek, 2011). Tarımsal faaliyetler kapsamında kullanılan kimyasal girdiler önemli çevre ve sağlık problemlerine neden olmaktadır (Mert, 2017; Parlakay ve ark., 2015). Özellikle kimyasal azot kullanımı büyük çevre problemlerine neden olmaktadır. Fakat tarımsal gübrelemede farklı formlarda azot kullanımı bu riski azaltabilir (Akpınar ve ark., 2019). Bu yüzden son yıllarda ülkemizde organik tarıma olan ilgi giderek artmakta ve bu alanda yeni gelişmeler yaşanmaktadır. Özellikle bitki türlerinin kültüründe farklı yetiştirme teknikleri üzerinde birçok araştırma yapılmaktadır (Aygün ve ark., 2009). Geçmişte organik tarım Avrupa ve Amerika'da öncü kişiler tarafından ortaya çıkarılmıştır, fakat ülkemizde bu durum ihracata sunulan ürünlerde organik ürün talebinin ortaya çıkmasıyla gelişmiştir (Demiryürek, 2004). Son yıllarda ülkemiz de tüketim alışkanlıkları organik ürün yönünde değişmeye başlamıştır.

Türkiye'de organik ürün üretimi amacıyla 2017 verilerine göre 382.000 ha alanda tarımsal faaliyet yapılmış ve bu alandan yaklaşık 1.6 milyon ton organik ürün elde edilmiştir. Ayrıca bu üretim verilerinin yaklaşık 412.000 tonunu kaba yem üretimi kapsamaktadır. Organik kaba yem üretimi içerisinde yaklaşık 65.000 ton yaygın fiğ ve 267 ton Macar fiğ üretimi yapılmıştır. Organik tarımda tüylü fiğ üretimi istatistiklerde mevcut değildir. Ülkemizde organik hayvansal üretimde yer alan ruminant hayvan sayısı 100.000 civarındadır (Anonim, 2017). Ancak organik hayvan sayısı ile organik kaba yem üretimi ilişkilendirildiği zaman, hayvan sayısına üretilen kaba yem miktarının yetersiz kaldığı aşikardır.

Hayvan gübresi hem toprağın fiziksel ve biyolojik yapısını

iyileştirmekte ve hem de çeşitli besin maddelerini toprağa kazandırmaktadır (Yolcu ve ark., 2010). Birçok araştırmada hayvan gübresinin bitkilerde verimi arttırdığı bildirilmiştir (Yolcu, 2011; Rotar ve ark., 2003; Karakurt, 2000).

Tarımsal faaliyetler kapsamında leonardit ve zeolit benzeri organik kaynaklı gübre kaynaklarının kullanımı verimin yanında sürdürülebilir ve organik tarım için her geçen gün yaygınlaşmaktadır (Gül ve ark., 2015). Zeolit doğal toprak ıslah materyallerinden birisidir ve bu madde toprakta bulunan amonyum formundaki azotun nitrifikasyonunu azaltır (Işıldar, 1999). Böylece tarım alanlarında bitkilerin azottan faydalanmasını artırır (Kurama ve ark., 1999) ve kimyasal gübre girdilerinden tasarruf edilebilir. Türk ve ark. (2003) yonca bitkisinde Yolcu (2011) yaygın fiğde zeolit organik gübresinin bitki verimini arttırdığını bildirmişlerdir.

Son zamanlarda zirai faaliyetler içerisinde kullanımı artan toprak düzenleyicilerden biriside leonardittir (Gül ve ark., 2015). Aslında leonardit bir hümitik asit kaynağıdır ve bitkilerin besin maddelerinden yararlanmasını kolaylaştırarak bitki büyümesini güçlendirir ve hızlandırır (Pertuit ve ark., 2001). Uygun dozlarda kullanılan leonarditin bitkilerde faydalı olduğu çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Yolcu ve ark., 2011; Ece ve ark., 2007; Kolsarıcı ve ark., 2005; Yetim, 1999).

Bu çalışma, organik hayvansal üretimde ihtiyaç duyulan kaba yemin karşılanmasında önemli bir potansiyele sahip olan bazı fiğ türlerinin ot verim ve kalitesi üzerine organik gübre olarak kullanılacak büyükbaş hayvan gübresi, zeolit ve leonarditin etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal, denemenin planlanması ve ekim

Bu çalışma 2017-2018 kışık ürün ekim sezonunda Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Telkış Araştırma ve Uygulama arazisinde yürütülmüştür. Denemede yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.), Macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz.) ve tüylü fiğ (*Vicia villosa* Roth.) olmak üzere 3 fiğ türü bitki materyali olarak kullanılmıştır. Organik gübre kaynağı olarak büyükbaş hayvan gübresi, zeolit ve leonardit kullanılmıştır. Araştırmada ekimle birlikte 3 ton da⁻¹ yanmış büyükbaş hayvan gübresi, 100 kg da⁻¹ zeolit ve 100 kg da⁻¹ leonardit uygulaması yapılmıştır. Ayrıca hiç gübre uygulaması yapılmayan kontrol parselleri denemeye dahil edilmiştir. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre planlanmış ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Ana parselleri organik gübreler ve kontrol uygulamaları, alt parselleri ise fiğ türleri oluşturmuştur. Denemede ekim

2017 tarihinde 20 cm aralıklarla açılmış 5 m uzunluğunda 6 sıradan oluşan parsellere elle yapılmıştır. Bitkiler 15 Nisan 2018 tarihinde tam çiçeklenme zamanında orakla biçilerek hasat edilmiştir.

Deneme yerinin toprağı ve kullanılan hayvan gübresinin fiziksel ve kimyasal içeriğı Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelge 1’de görüldüğü gibi deneme yerinin toprağı killi-tınlı

tekstürde ve hafif alkali reaksiyonlu (pH=7.60), organik madde içeriğı % 2.30’dur. Hayvan gübresi %60.05 organik madde, %1.48 azot içeriğı ile bu bileşenler açısından deneme alanı topraklarından daha yüksek değere sahipken, fosfor ve potasyum içeriğı deneme alanı topraklarından daha düşüktür.

Çizelge 1. Deneme yeri toprağı ve denemede kullanılan yanmış büyükbaş hayvan gübresinin fiziksel ve kimyasal içeriğı
Table 1. Physical and chemical content of experiment area soil and burnt cattle manure used in the trial

	Toprak	Hayvan Gübresi
Tekstür	Killi-tınlı	-
Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)	1.25	0.28
pH	7.60	7.05
İletkenlik (dS m ⁻¹)	1.15	2.85
Tarla kapasitesi (%)	27.50	-
Organik madde (%)	2.30-düşük	60.05-yüksek
Azot (%)	0.150-düşük	1.48-yüksek
Mineral azot (%)	1.35	-
Fosfor (mg kg ⁻¹)	4.80-yeterli	1.28-düşük
Potasyum (mg kg ⁻¹)	390-yüksek	0.17-düşük

Deneme yerinin ekim sezonuna ve uzun yıllar ortalamasına ait iklim verileri Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’de görüldüğü gibi, denemenin yürütüldüğü aylarda sıcaklık ve yağış uzun yıllar ortalamasına göre nispeten daha yüksek seyretmiştir. Fakat bu ayların yağış toplamı uzun yıllar ortalamasından daha düşük olmuştur. Kasım ayında gerçekleşen toplam yağış miktarı uzun

yıllar ortalamasına yakın gerçekleşirken, Ocak ve Şubat aylarında uzun yıllar ortalamasından daha yüksek, diğer aylarda ise daha düşük yağış kaydedilmiştir. Denemenin yürütüldüğü aylar içerisinde yağış açısından en yüksek yağış Ocak ayında gerçekleşmiştir. Toplam yağışın neredeyse yarısı Ocak ayında toprağına düşmüştür.

Çizelge 2. Deneme yerinin ekim sezonuna ve uzun yıllar ortalamasına ait iklim verileri

Table 2. Climatic values of growing period and long time averages

Aylar	Nispi Nem (%)		Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)	
	UYO	2017-2018	UYO	2017-2018	UYO	2017-2018
Kasım	66.5	72.1	13.6	14.6	34.6	35.0
Aralık	82.0	85.8	8.6	9.5	65.5	28.7
Ocak	84.9	86.4	7.5	9.1	95.2	120.2
Şubat	76.0	83.1	9.7	11.8	58.5	75.2
Mart	70.4	73.7	13.2	15.8	54.6	10.2
Nisan	64.8	64.1	17.5	19.2	39.7	15.0
Toplam	-	-	-	-	348.1	284.3
Ortalama	74.1	77.5	11.7	13.3	-	-

*Hatay Meteoroloji İl Müdürlüğü; UYO: Uzun Yıllar Ortalaması

Yöntem

Bitki boyu (BB) için çiçeklenme döneminde hasat yapılmadan önce parsellerden rastgele seçilen 10 bitkide ölçüm yapılmış, bu değerlerin ortalaması alınmış ve kaydedilmiştir (Yılmaz ve ark., 2018). Parsellerde kenar tesirleri (parsellerin sağından ve solundan bir sıra, biçilen sıraların başından ve sonundan 0.5 cm) çıkarıldıktan

sonra kalan alandaki bitkiler biçilerek hemen tartılmış ve parsel yaş ağırlığı olarak kaydedilmiştir. Buradan elde edilen yaş ağırlıklar üzerinden parsellerin yeşil ot verimi (YOY) dekara çevrilerek hesaplanmıştır. Parsellerden biçilen yaş ottan 500 g örnek ayrılmış ve 65 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve kuru ağırlıklar tartılmıştır. Kuru ağırlık ve yaş ağırlık oranından

yararlanarak bitkilerin kuru ağırlık oranları hesaplanmış ve bu oran üzerinden parsellerin kuru ot verimleri (KOV) dekara çevrilerek hesap edilmiştir. Kurutulmuş bitki örnekleri 1 mm elek çapından geçirilerek öğütülmüş (Ertekin ve ark., 2019; Ertekin ve Kızıışimşek, 2020) ve kimyasal analizlere hazır hale getirilmiştir. Öğütülen bu örneklerin kuru madde oranları 105 °C'de en az 24 saat süre ile etüvde bekletilerek belirlenmiş (Keppler ve ark., 2006) ve tüm kimyasal analiz sonuçları kuru madde tabanında % (yüzde) olarak ifade edilmiştir. Bitki türlerinin ham kül (HK) içerikleri AOAC (1990)'a göre yapılmış ve organik madde (OM) içeriği bu değerler üzerinden hesaplanmıştır. Örneklerin azot (N) içeriği Kjeldahl metoduna göre belirlenmiş (AOAC, 1990) ve ham protein içeriği $N \times 6.25$ formülü ile hesaplanmıştır. Nötr ortamda çözünmeyen lif (NDF) ve asitli ortamda çözünmeyen lif (ADF) içerikleri Van Soest ve ark. (1991)'na göre ANKOM filtre torbası tekniği kullanılarak ANKOM A220 lif analiz cihazı (ANKOM Teknoloji, Fairport, NY) vasıtasıyla belirlenmiştir. Asitli ortamda çözünmeyen lignin (ADL) içeriği %72'lik H_2SO_4 kullanılarak beher tekniği (ANKOM Teknoloji) ile belirlenmiştir. Hayvanın canlı ağırlığı (CA) temelinde kuru madde tüketimi (KMT) NDF içeriğinden, sindirilebilir kuru madde (SKM) ve ADF içeriklerinden yararlanarak aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır (Van Dyke ve Anderson, 2002). Nispi yem değeri (NYD) Van Dyke ve Anderson (2002)'un bildirdiği yöntemle göre %SKM ve %KMT değerleri kullanılarak belirlenmiştir.

$$KMT (\% CA) = 120 / NDF (\%) \quad (1)$$

$$SKM (\%) = 88.9 - (0.779 \times ADF (\%)) \quad (2)$$

$$NYD = (SKM (\%) \times KMT (\%)) / 1.29 \quad (3)$$

Bu çalışmadan elde edilen veriler SAS JMP 13.0 istatistik paket programında tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuştur. Varyans analizi neticesinde $P < 0.05$ hata sınırında farklı çıkan özelliklerde Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Ortalama verilerle birlikte \pm standart hata değerleri de tablolarda verilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bitki boyu değerlerine uygulanan varyans analiz sonuçları, bitki boyunun fiğ türlerine bağlı olarak önemli derecede değiştiğini, ancak organik gübrelerin ve organik gübre×fiğ türü interaksyonunun ise bitki boyu üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). Gübre ortalamaları 117.83-120.89 cm arasında değişmiş, ancak bu değişim

istatistiksel olarak önemsiz olmuştur. Uygulanan organik gübrelerin hiç birisi fiğ türlerinin bitki boyunda kontrole göre önemli bir farklılık meydana getirmemiştir. Yolcu (2011) organik gübrelemenin yaygın fiğ bitki boyu üzerine etkisinin yıllara bağlı olarak değiştiğini, ilk yıl bitki boyu üzerine organik gübrelerin etkisinin önemli olduğunu, ancak araştırmanın ikinci yılında gübre uygulamaları ve kontrol arasında önemli bir farklılık olmadığını bildirmiştir. Gül ve ark. (2015) ise leonardit ve zeolit uygulamalarının fiğ bitki boyunu arttırdığını bildirmişlerdir. Fiğ türlerinin ortalama bitki boyları yaygın fiğ, Macar fiği ve tüylü fiğ için sırasıyla 123.40, 86.15 ve 148.73 cm olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu bulgularımıza paralel olarak Zeybek (2010) fiğ türlerinin bitki boyunun uzundan kısaya doğru tüylü fiğ, yaygın fiğ ve Macar fiği şeklinde sıralandığını bildirmiştir. Benzer şekilde Kendir (1999) tüylü fiğ diğer türlerden daha uzun boylu olduğunu ancak bizim bulgularımızın aksine Macar fiği bitki boyunun yaygın fiğden daha uzun olduğunu bildirmişlerdir. Bu durum fiğ türlerinin iklim ve toprak özelliklerine farklı tepki göstermesinden kaynaklanmış olabilir. Organik gübre×fiğ türü interaksyonu açısından bitki boyu değerleri 82.37-155.17 cm arasında değişiklik göstermiştir. İnteraksiyonun önemsiz çıkması bitki boyu açısından belirleyici faktörün fiğ türü olduğunu göstermektedir. Diğer bir ifade ile, fiğ türleri, uygulanan organik gübre dozlarına benzer tepkiler vermiştir. Farklı ekolojik koşullarda fiğ türleri ile yürütülen araştırmalarda (Tosun ve ark., 1991; Yolcu, 2011; Turna ve Ertuş, 2017) bitki boyunun geniş bir skalada değiştiği görülmüştür. Bu durum fiğ türlerinin bitki boyunun genotip, çevre faktörleri ve uygulanan yetiştirme tekniklerinin etkisi altında olduğunu göstermektedir.

Yeşil ot verimleri farklı gübre uygulamalarına bağlı olarak 1893.56 kg da⁻¹ ile 2231.56 kg da⁻¹ arasında değişim göstermiştir, ancak uygulamalar arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 4). Kontrol, leonardit ve hayvan gübresi uygulamalarında dekardan 2 ton/da (veya 2000 kg/da) üzerinde yeşil ot verimi elde edilirken, zeolit uygulamasında istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte daha düşük verimler elde edilmesi dikkat çekicidir. Yolcu (2011) yaygın fiğ verimi üzerine orta düzeyde (2 ton da⁻¹) katı hayvan gübresinin zeolit, leonardit ve sıvı çiftlik gübresine göre daha etkin olduğunu, ancak gübre etkinliğinin yıllara göre değiştiğini bildirmiştir.

Çizelge 3. Farklı organik gübrelere yetiştirilen fiğ türlerinin BB (cm) değerleri

Table 3. Plant height (cm) values of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	127.40±18.31	90.67±21.69	144.60±10.59	120.89±11.82
Zeolit	119.83±3.60	85.03±2.05	151.83±0.63	118.90±9.72
Leonardit	122.70±7.91	82.37±3.01	155.17±13.55	120.08±11.49
Hayvan Gübresi	123.67±5.41	86.53±12.03	143.30±4.48	117.83±9.24
Tür Ort.±SE	123.40±4.55 ^B	86.15±5.42 ^C	148.73±4.07 ^A	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır(P<0.05).

Nitekim, araştırmacı araştırmancının ikinci yılında en yüksek verimin kontrol uygulamasında elde edildiğine dikkat çekmiştir. Bununla birlikte Gül ve ark. (2015) organik gübre kaynaklarının ayrı ayrı kullanılmasından ziyade karıştırılarak kullanılmasının fiğ yaş ve kuru ot verimini arttırdığını, özellikle bu noktada ahır gübresi+leonardit karışımının iyi sonuç verdiğini bildirmiştir. Yeşil ot verimi açısından fiğ türleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Tüylü fiğ 2374.00 kg da⁻¹ ile en yüksek yeşil ot verimine sahip fiğ türü olurken, 1900.33 kg da⁻¹ yeşil ot verim ile yaygın fiğ en düşük verime sahip fiğ türü olmuştur. Macar fiğinde belirlenen yeşil ot verimi değeri ise diğer iki tür ile istatistiksel olarak benzer olmuştur (Çizelge 4). Tüylü fiğ ot veriminin diğer türlere

göre yüksek olduğu diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Güzeloğulları ve Albayrak, 2016; Turna ve Ertuş, 2017; Erol ve Anlarsal, 2019). Organik gübre× fiğ türü interaksiyonları değerlendirildiğinde yeşil ot verimleri 1661.33-2809.33 kg da⁻¹ arasında değişmiş ancak bu değişim istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4). İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte, hayvan gübresi uygulanan tüylü fiğde belirlenen 2809.00 kg da⁻¹ yeşil ot verimi dikkat çekicidir. Bununla birlikte, tüylü fiğün gübre uygulanmadan yetiştirildiği kontrol uygulamasında ikinci yüksek verimin elde edilmesi, iki uygulamanın ekonomik açıdan değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Çizelge 4. Farklı organik gübrelere yetiştirilen fiğ türlerinin yeşil ot verimi değerleri (kg da⁻¹)Table 4. Fresh forage yield (kg da⁻¹) values of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiği±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	1948.00±221.50	2001.33±343.66	2416.00±581.00	2121.78±218.01
Zeolit	1864.00±218.88	2155.33±236.70	1661.33±221.91	1893.56±133.80
Leonardit	2072.00±172.62	1858.67±248.82	2069.33±542.44	2180.00±211.26
Hayvan Gübresi	1717.33±309.89	2168.00±305.16	2809.33±417.03	2231.56±235.27
Tür Ort.±SE	1900.33±107.89 ^B	2045.83±128.12 ^{AB}	2374.00±236.67 ^A	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır(P<0.05).

Kuru ot verimi değerlerine ait ortalamalar Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 5'den de görüldüğü gibi deneme faktörlerinin hiç birisi kuru ot verimleri arasında istatistiksel anlamda bir fark oluşturmamıştır. Kuru ot verimi değerleri organik gübre kaynaklarına bağlı olarak önemsiz olmakla birlikte, hayvan gübresi ve leonardit uygulamalarının kuru ot verimi üzerinde olumlu etkisinin olduğu söylenebilir. Gül ve ark. (2015) yaygın fiğde leonardit ve zeolit uygulamalarının verimi çiftlik gübresine göre daha fazla arttırdığını, bununla birlikte gübre kaynaklarının birlikte kombine edilmesinin daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Yolcu (2010) yaygın fiğ yaş ve kuru ot verimi üzerine en iyi organik gübre uygulamasının 2 ton da⁻¹ katı sığır gübresi uygulaması olduğunu, zeolit düşük (25 kg da⁻¹) ve leonarditin orta

(50 kg da⁻¹) düzey uygulamalarında verimin arttığını, ancak daha yüksek dozların kontrolden farksız olduğunu belirlemiştir. Bu durum çalıştığımız ekolojik koşullar için uygun doz belirleme çalışmalarının faydalı olabileceğini göstermektedir. Kuru ot verimleri fiğ türleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiş, ortalama kuru ot verimleri yaygın fiğ, Macar fiği ve tüylü fiğ için sırasıyla 324.90, 333.75 ve 381.29 kg da⁻¹ olarak belirlenmiştir. İstatistiksel olarak önemli olmamakla birlikte araştırmaya konu olan fiğ türleri içerisinde tüylü fiğün daha iyi performans gösterdiği söylenebilir. Bulgularımıza uygun olarak, Güzeloğulları ve Albayrak (2016) aynı fiğ türleri ile yürüttükleri çalışmada tüylü fiğün daha yüksek verim verdiğini, bunu Macar fiği ve yaygın fiğün takip ettiğini bildirmişlerdir. Ülkemizde fiğ

türleri ile yapılan araştırmalarda kuru ot verimlerinin büyük bir varyasyon gösterdiği görülmektedir (Açıkgöz ve Çelik, 1986; Şılbır ve ark., 1991; Tosun ve ark., 1991; Yılmaz ve ark., 1996; Sevimay ve Kendir, 1996; Kokten ve ark., 2009; Atis ve ark., 2012). Bu durum hem ekolojik koşulların hem de yetiştirme tekniklerinin fiğ türlerinin kuru ot verimini önemli derecede etkilediğini göstermektedir.

Kuru ot verimleri organik gübre×fiğ türü interaksyonu açısından değerlendirildiğinde interaksyonun önemsiz olduğu, ancak tüm uygulamalar içerisinde hayvan gübresi uygulanan tüylü fiğ en başarılı uygulama olduğu, bunu leonardit uygulanan tüylü fiğ takip ettiği söylenebilir. Diğer iki fiğ türünden ise yaygın fiğ leonardit, Macar fiğinin ise zeolit uygulamasına daha iyi tepki gösterdiği söylenebilir.

Çizelge 5. Farklı organik gübrelere yetiştirilen fiğ türlerinin KOV (kg da⁻¹) değerleri

Table 5. Dry forage yield (kg da⁻¹) values of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	307.92±25.43	297.00±58.52	344.82±118.56	316.58±39.57
Zeolit	319.91±37.29	369.75±54.30	237.59±40.84	309.08±29.53
Leonardit	370.84±47.89	319.22±56.50	403.97±114.83	364.68±41.33
Hayvan Gübresi	300.92±46.49	349.05±35.98	538.78±117.64	396.25±52.53
Tür Ort.±SE	324.90±19.06	333.75±23.78	381.29±54.94	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

Deneme faktörlerinin ve interaksyonların ham kül değerlerine etkisi istatistiki anlamda önemli bulunmamıştır. Gübre ortalamaları açısından ham kül değerleri %10.10-11.24 arasında değişirken, fiğ türü ortalamaları açısından bu değerler %10.59-11.18 arasında değişmiştir. İnteraksiyonlara bağlı olarak ham kül değerleri %10.06-11.75 arasında değişmiştir. Çaçan ve ark. (2018) yaygın fiğ hat ve çeşitlerinde ham kül değerlerini %10.3-13.9 arasında tespit etmişlerdir. Buna ek olarak, Özyiğit ve Bilgen (2006) üç farklı hasat

zamanında (çiçeklenme başlangıcı, % 50 çiçeklenme ve tam çiçeklenme) ham kül oranını tüylü fiğde erken hasattan geç hasada doğru sırasıyla % 11.22, 10.08 ve 8.60 ve yaygın fiğde ise yine aynı hasat zamanlarında %10.75, 9.90 ve 7.76 olarak rapor etmişlerdir. Yücel ve ark. (2014) iki lokasyonda farklı yaygın fiğ genotiplerinin ham kül oranı için % 9.50-10.95 arasında değerler ile bildirmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen ham kül değerleri yukarıda bildirilen fiğ türlerindeki ham kül değerleri ile uyumludur.

Çizelge 6. Farklı organik gübrelere yetiştirilen fiğ türlerinin ham kül (% KM⁻¹) değerleri

Table 6. Crude ash (% DM⁻¹) values of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	10.68±0.41	11.58±0.28	11.46±0.45	11.24±0.24
Zeolit	10.80±0.16	10.75±0.29	11.75±0.72	10.10±0.28
Leonardit	10.13±0.76	11.62±0.40	11.03±0.22	10.93±0.34
Hayvan Gübresi	10.77±0.42	10.78±0.68	10.06±0.50	10.54±0.30
Tür Ort.±SE	10.59±0.22	11.18±0.23	11.07±0.29	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

Organik madde değerlerine ait ortamlar Çizelge 7'de verilmiştir. Çizelgede de görüldüğü üzere tüm uygulamalar ve interaksyonlar arasında istatistiki anlamda bir fark ortaya çıkmamıştır. Organik gübre kaynaklarına bağlı olarak organik madde değerleri % 88.76-89.46 arasında bulunurken, fiğ türlerine bağlı olarak organik madde içerikleri %88.82-89.41 arasında bulunmuştur. İnteraksiyonlar arasında ise organik madde değerleri %88.25-89.94 arasında değişiklik göstermiştir. Canbolat ve Karaman (2009) tüylü fiğde organik maddeyi %93.81 olarak bulduğunu bildirmiştir. Aksoy ve Nursoy (2010) 7 farklı biçim zamanında Macar

fiğinde organik maddeyi havada kuru içeriğinde % 83.84-84.96 arasında değişen farklı değerlerde tespit etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen organik madde değerleri Aksoy ve Nursoy (2010)'un sonuçlarından yüksek Canbolat ve Karaman (2009)'ın sonuçlarından düşük bulunmuştur. Aksoy ve Nursoy (2010) yaptıkları çalışmada organik madde değerlerini havada kuru olarak belirtmişlerdir. Ayrıca yapılan çalışmalar kapsamında her bitki türü bölge ekolojisine farklı tepkilerde bulunduğu besinsel içerikleri değişiklik gösterebilmektedir.

Verilere uygulanan istatistiksel analiz sonuçları ham protein oranlarının fiğ türleri ve organik gübre/fiğ türü interaksiyonundan önemli derecede etkilendiğini, ancak organik gübre kaynaklarının ham protein içeriği üzerine etkisinin önemli olmadığını göstermiştir (Çizelge 8). Organik gübre kaynaklarına bağlı olarak ham protein oranları %20.17-21.19 arasında bulunmuştur (Çizelge 8). Gül ve ark. (2015) farklı organik gübre kaynakları ve

kimyasal gübre uyguladıkları yaygın fiğde ham protein oranlarının %17.3 ile %19.5 arasında değiştiğini ve leonardit ve zeolit uygulamalarının ham protein içeriğini azalttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar ayrıca ahır gübresinin leonardit ve zeolit ile ikili karışımlar halinde uygulanmasının ham protein içeriğini olumlu etkilediğini belirlemişlerdir.

Çizelge 7. Farklı organik gübrelerle yetiştirilen fiğ türlerinin organik madde (% KM^{-1}) içerikleri

Table 7. Organic matter (% DM^{-1}) contents of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	89.32±0.41	88.42±0.28	88.54±0.45	88.76±0.24
Zeolit	89.20±0.16	89.25±0.29	88.25±0.72	88.90±0.28
Leonardit	89.87±0.76	88.38±0.40	88.97±0.22	89.07±0.34
Hayvan Gübresi	89.23±0.42	89.22±0.68	89.94±0.50	89.46±0.30
Tür Ort.±SE	89.41±0.22	88.82±0.23	88.93±0.29	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

Yolcu (2011) fiğde leonardit, zeolit ve ahır gübresi kullandığı çalışmada tüm gübre uygulamalarının ham protein içeriğini kontrole göre arttırdığını bildirmiştir. Çalışmamızdan elde ettiğimiz bir başka sonuca göre fiğ türlerine bağlı olarak ham protein oranları %19.99-21.82 arasında değişim göstermiştir. İncelenen fiğ türlerinden yaygın fiğın ham protein içeriği diğer iki türden istatistiksel olarak daha yüksek olmuştur. Güzeloğulları ve Albayrak (2016) yaygın fiğ, Macar fiği ve tüylü fiğde üç farklı hasat zamanında ham protein oranlarını değerlendirmişler ve yaygın fiğde % 18.73-24.18, Macar fiğinde % 17.66-24.89 ve tüylü fiğde % 16.74-27.71 arasında bulmuşlardır. Çağan ve ark. (2018) bazı yaygın

fiğ hat ve çeşitlerinde ham protein oranlarını % 14.2-20.0 arasında rapor etmişlerdir. Erol ve ark. (2009) yaygın fiğde ham protein oranını % 22.29 KM^{-1} olarak bildirmişlerdir. Yücel ve ark. (2014) ümitvar bazı yaygın fiğ genotiplerinde ham protein oranını % 15.9-19.6 arasında rapor etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen ham protein oranları yukarıda belirtilen çalışmalarda belirlenen değerler arasındadır. İnteraksiyon incelendiği zaman, ham protein oranlarının % 18.89-22.54 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek ham protein hayvan gübresi uygulaması ile yaygın fiğ türünden elde edilirken en düşük ise kontrolde tüylü fiğ türünde tespit edilmiştir.

Çizelge 8. Farklı organik gübrelerle yetiştirilen fiğ türlerinin ham protein oranları (% KM^{-1})

Table 8. Crude protein ratios (% DM^{-1}) of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	21.64±0.50 ^{ab}	19.99±0.20 ^{ab}	18.89±1.43 ^b	20.17±0.59
Zeolit	22.27±0.89 ^{ab}	21.82±0.65 ^{ab}	19.48±0.76 ^{ab}	21.19±0.58
Leonardit	20.85±1.08 ^{ab}	19.42±0.39 ^{ab}	22.13±0.86 ^{ab}	20.80±0.57
Hayvan Gübresi	22.54±0.91 ^a	20.22±0.58 ^{ab}	19.46±0.25 ^{ab}	20.74±0.56
Tür Ort.±SE	21.82±0.42 ^A	20.36±0.34 ^B	19.99±0.55 ^B	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

Aynı satır ve/veya sütunda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır (P<0.05).

NDF değerlerine ait ortamlar Çizelge 9'da verilmiştir. Verilere uygulanan varyans analiz sonuçları deneme faktörlerinin NDF değerleri üzerine etkisinin önemli olmadığını göstermiştir. Organik gübre kaynaklarına bağlı olarak NDF değerleri %48.48-50.99 arasında değişirken, fiğ türlerine bağlı olarak %49.02 ve 50.45 arasında değişmiştir. İnteraksiyonlar için NDF değerleri %46.81-51.79 arasında değişiklik göstermiştir. Tüm

deneme konuları içerisinde leonardit uygulanan yaygın fiğ %46.81 NDF oranıyla en düşük değer kaydedildiği uygulama olurken, bunu %47.11 ile zeolit uygulanan Macar fiği takip etmiştir. Bulgularımıza paralel olarak Yolcu (2011) ve Gül ve ark. (2015) farklı organik gübre kaynaklarının fiğın NDF oranı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Yemlerdeki NDF içeriğinin miktarı ruminantlar tarafından yem alımını ve sindirimini

etkileyen en önemli parametrelerden biridir (Yavuz, 2005; Canbolat ve Karaman, 2009). Güzeloğulları ve Albayrak (2016) yaygın fiğ, Macar fiği ve tüylü fiğde üç farklı hasat zamanında NDF oranlarını değerlendirmişler ve yaygın fiğde %30.37-36.86, Macar fiğde %33.21-38.68 ve tüylü fiğde %34.92-42.26 arasında bulmuşlardır. Çaçan ve ark. (2018) bazı yaygın fiğ hat ve çeşitlerinde NDF oranlarını % 34.8-45.0 arasında rapor etmişlerdir. Erol ve ark. (2009) yaygın fiğde NDF oranını %40.60

olarak bildirmişlerdir. Yücel ve ark. (2014) ümitvar bazı yaygın fiğ genotiplerinde NDF oranını %35.3-44.4 arasında rapor etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen NDF değerleri literatürlerde bildirilen değerlerden bir miktar yüksek bulunmuştur. Bu durum kullanılan genotiplerin, amenajman tekniklerinin ve ekolojilerin farklı olmasının neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca hasat zamanı NDF içeriğinin değişiminde önemli bir rol oynamaktadır.

Çizelge 9. Farklı organik gübrelere yetiştirilen fiğ türlerinin NDF (% KM^{-1}) değerleri

Table 9. NDF (% DM^{-1}) values of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	49.63±1.69	51.79±0.30	51.56±2.80	50.99±1.01
Zeolit	49.99±0.74	47.58±1.49	51.63±1.06	49.73±0.82
Leonardit	46.81±1.33	50.83±1.01	48.11±1.24	48.48±0.84
Hayvan Gübresi	49.65±0.49	51.60±1.17	49.66±2.82	50.31±0.95
Tür Ort.±SE	49.02±0.63	50.45±0.69	49.02±1.02	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

ADF oranları bakımından gübre uygulamaları ve interaksiyonlar arasında istatistiki bir farklılık oluşmazken fiğ türleri arasındaki farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Gübre uygulamaları açısından ADF içerikleri %31.52-34.34 arasında değişmiş, zeolit ve leonardit uygulamalarında rakamsal olarak daha düşük değerler kaydedilmekle birlikte bu farklılık istatistiksel olarak önemli olmamıştır (Çizelge 10). Bulgularımızla uyumlu olarak Yolcu (2011) ve Gül ve ark. (2015) yaygın fiğın ADF oranı üzerine zeolit, leonardit ve hayvan gübresi uygulamalarının önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Farklı organik gübre kaynakları uygulanan fiğde Gül ve ark. (2015)'in belirlediği değerler (%32.58-34.98) belirlediğimiz değerlere oldukça yakın olurken, Yolcu (2011) biraz daha düşük değerler bildirmiştir. Fiğ türleri açısından ADF oranları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yaygın fiğ %30.58 ile en düşük ADF oranına sahip tür olurken, tüylü fiğ en yüksek ADF oranına (%35.05) sahip tür olmuştur.

Macar fiğinin ADF oranı (%32.78) ise diğer iki türün ara grubunda yer almıştır. Sonuçlar, fiğ türlerinin ADF oranlarının düşükten yükseğe doğru yaygın fiğ, Macar fiği ve tüylü fiğ şeklinde sıralandığını bildiren Güzeloğulları ve Albayrak (2016)'ın bulgularını destekler niteliktedir. İnteraksiyonları incelendiğinde ADF oranlarının %28.47-36.77 arasında değiştiği görülmektedir. Tüm gübre uygulamaları için en düşük ADF oranları yaygın fiğde belirlenmiş, bunu sırasıyla Macar fiği ve tüylü fiğ takip etmiştir. Yemlerdeki ADF içeriğinin miktarı ruminantlar tarafından yem alımını ve sindirimini etkileyen en önemli parametrelerden biridir (Yavuz, 2005; Canbolat ve Karaman, 2009). Bu nedenle düşük ADF oranı yem bitkilerinde istenen bir durumdur. Değişik araştırmalarda fiğ türlerinin ADF oranlarının %25.43 ile 35.80 arasında değiştiği bildirilmiştir (Erol ve ark., 2009; Yücel ve ark., 2014; Çaçan ve ark., 2018). Elde ettiğimiz değerler bu literatür bildirişleriyle uyumludur.

Çizelge 10. Farklı organik gübrelere yetiştirilen fiğ türlerinin ADF (% KM^{-1}) değerleri

Table 10. ADF (% DM^{-1}) values of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	32.40±2.56	33.85±1.18	36.77±3.10	34.34±1.37
Zeolit	30.77±0.27	31.90±2.66	32.74±0.99	31.80±0.87
Leonardit	28.47±0.99	31.65±2.90	34.44±1.57	31.52±1.32
Hayvan Gübresi	30.67±1.22	33.71±1.12	36.26±2.23	33.55±1.14
Tür Ort.±SE	30.58±0.77 ^B	32.78±0.96 ^{AB}	35.05±1.02 ^A	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

Aynı satırda farklı harflerle gösterilen değerler birbirinden farklıdır(P<0.05).

ADL değerlerine ait ortalamalar Çizelge 11’de verilmiştir. Çizelgeden de izlendiği gibi ADL içeriği bakımından uygulamalar ve interaksyonlar arasında istatistiki bir fark ortaya çıkmamıştır. Gübre ortalamaları ADL değerleri %5.68-6.49 arasında, fiğ türü ortalamaları ise %5.86-6.59 arasında değişmiştir. İnteraksiyonların ADL içerikleri ise %5.30-7.29 arasında tespit edilmiştir. ADL yemdeki ligninin ifadesi olup, yemlerdeki lignin içeriği ruminantlar tarafından ne mikrobiyal enzimler ne de sindirim enzimleri ile sindirilemediği için yemden yararlanmayı olumsuz etkilemektedir (Naser ve ark., 2011). Ek olarak, lignin yemlerde bulunan ve hayvanlar tarafından sindirilerek enerjiye çevrilebilen selüloz ve hemiselülozun sindirimini negatif yönde etkilemektedir

(Sridhar ve Senani, 2011). Akdeniz ve ark. (2018) dört farklı tüylü fiğ çeşidinde ADL içeriklerini %2.81-3.65 arasında bildirmişlerdir. Macar fiğinde ADL içeriğinin %6.42 ve 6.55 olduğu tespit edilmiştir (Yolcu ve ark., 2009). Haj Ayed ve ark. (2001) tüy fiğ ve yaygın fiğde üç farklı hasat zamanında ADL içeriklerini sırasıyla % 8.7-10.1 ve % 9.3-9.9 arasında bulmuşlardır. Bu araştırmalarda belirlenen fiğ türlerinin ADL içerikleri değişkenlik göstermekle birlikte, bizim belirlediğimiz ADL oranları literatürlerde belirtilen sınırlar içerisinde. ADL oranları arasındaki bu farklılıkların kullanılan genotiplerin, yetiştirme tekniklerinin ve ekolojilerin farklı olması yanında hasat zamanındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 11. Farklı organik gübrelerle yetiştirilen fiğ türlerinin ADL (% KM⁻¹) değerleri

Table 11. ADL (% DM⁻¹) values of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	6.08±0.51	6.00±0.34	7.24±0.60	6.44±0.32
Zeolit	5.63±0.45	6.13±0.44	5.30±0.18	5.68±0.22
Leonardit	6.17±0.59	5.68±0.76	6.54±0.38	6.13±0.32
Hayvan Gübresi	5.57±0.23	6.62±0.26	7.29±0.61	6.49±0.32
Tür Ort.±SE	5.86±0.21	6.11±0.23	6.59±0.32	

SE: Standart hata; Ort.: Ortalama

NYD, NDF ve ADF değerleri kullanılarak hesaplanan bir yem kalite indeksidir ve yem kalitesinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılır (Rohweder ve ark., 1978; Atis ve ark., 2019). NYD değerlerine ait ortalamalar Çizelge 12’de verilmiştir. NYD açısından organik gübre kaynaklarının, fiğ türlerinin ve ikili interaksiyonun etkisi istatistiki anlamda önemsiz bulunmuştur. NYD organik gübre uygulamalarına bağlı olarak 114.00-123.67 arasında bulunurken, fiğ türlerine bağlı olarak 114.81-123.86 arasında değişmiştir. İnteraksiyona bağlı olarak ise NYD değerleri 112.33-132.89 arasında değişiklik göstermiştir. Marten ve ark. (1988)’na göre yemlerin NYD 140’dan yüksek ise çok iyi,

110-139 arası ise iyi, 90-109 arası ise orta ve 75’den düşük ise kötü olarak nitelendirilmiştir. Buna göre çalışmadan elde edilen NYD sonuçları, tüm uygulamalar için elde edilen yemlerin “iyi” sınıfta yer aldığını göstermektedir. Çaçan ve ark. (2018) bazı yaygın fiğ hat ve çeşitlerinde NYD’ni 129.6-184.0 arasında rapor etmişlerdir. Lithourgidis ve ark. (2006) yaygın fiğde NYD’ni 126.85 olarak tespit etmiştir. Canbolat ve Karaman (2009) tüylü fiğde NYD’ni 157.7 olarak bildirmiştir. Kaplan ve ark. (2019) bazı Macar fiğ genotiplerinde NYD’ni 106.73-124.65 arasında bulmuşlardır. Elde edilen değerler önceki araştırmalarda bildirilen sınırlar içerisinde yer almıştır.

Çizelge 12. Farklı organik gübrelerle yetiştirilen fiğ türlerinin NYD değerleri

Table 12. Relative feed values of vetch species grown with different organic fertilizers

	Yaygın Fiğ±SE	Macar Fiğ±SE	Tüylü Fiğ±SE	Gübre Ort.±SE
Kontrol	119.81±7.58	112.33±2.26	109.85±10.64	114.00±4.11
Zeolit	120.87±1.47	125.65±7.62	114.33±2.76	120.28±2.89
Leonardit	132.89±5.19	117.83±6.46	120.30±5.32	123.67±3.68
Hayvan Gübresi	121.86±2.99	113.10±4.11	114.74±9.93	116.57±3.49
Tür Ort.±SE	123.86±2.62	117.23±2.84	114.81±3.54	

Araştırma sonuçları organik hayvancılığın gereksinim duyduğu kaba yemin karşılanması amacıyla yetiştirilen fiğ türlerinin verim ve kalite parametreleri üzerine farklı

organik gübrelerin (hayvan gübresi, zeolit ve leonardit) kontrole göre önemli bir farklılık oluşturmadığını göstermiştir. Bu nedenle, benzer ekolojik koşullarda

organik fiğ yetiştiriciliğinde herhangi bir gübre kullanılmadan fiğ türlerinin ekonomik olarak yetiştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Ancak, önceki çalışmaların da ışığı altında özellikle leonardit ve zeolit için farklı uygulama dozlarının kullanıldığı doz belirleme çalışmalarının yapılmasının faydalı olacağı söylenebilir. Bununla birlikte, organik tarımda toprak organik maddesinin arttırılması ve yapısının düzeltilmesi temel hedefi ve özellikle tüylü fiğde sağladığı verim artışı nedeniyle hayvan gübresi uygulanması tavsiye edilebilir. Fiğ türleri arasında tüylü fiğ daha yüksek verim değerlerine sahip tür olurken, yaygın fiğın kalite değerlerinin diğer türlerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yüksek verim açısından tüylü fiğın tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

ÖZET

Amaç: Ülkemizde organik gıda talebi son yıllarda giderek artmaktadır. Fakat organik tarım kapsamında hayvansal üretim besleme güçlüklerinden dolayı oldukça zordur. Bu çalışma organik kaba yem üretimi amacıyla yetiştirilen bazı fiğ türlerinin yem verimi ve kalitesi üzerine farklı organik gübre kaynaklarının etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Yöntem ve Bulgular: Denemede, yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.), macar fiği (*Vicia pannonica* Crantz) ve tüylü fiğ (*Vicia villosa* Roth) olmak üzere 3 farklı fiğ türü ve zeolit, leonardit, büyükbaş hayvan gübresi olmak üzere üç farklı organik gübre çalışmanın faktörlerini oluşturmuştur. Ayrıca organik gübre uygulamalarının etkilerini kıyaslayabilmek için gübrelemenin yapılmadığı kontrol muamelesi de kullanılmıştır. Araştırma tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre planlanmış ve üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Organik gübre uygulamaları altında fiğ türlerinin ot verimi ve kalitesini belirlemek için bitki boyu (BB), yaş ot verimi (YOY), kuru ot verimi (KOV), ham kül (HK), organik madde (OM), ham protein (HP), nötr ortamda çözünmeyen lif (NDF), asitli ortamda çözünmeyen lif (ADF), asitli ortamda çözünmeyen lignin (ADL), ve nispi yem değeri (NYD) özellikleri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, fiğ türleri arasında BB, YOY, HP ve ADF, açısından istatistiki anlamda bir fark bulunurken, sadece HP bakımından faktörler arasında önemli bir interaksiyon oluşmuştur. Fiğ türlerinin BB, YOY, HP ve ADF değerleri sırasıyla 86.15-148.73 cm, 1900.33-2045.83 kg da⁻¹, % 19.99-21.82 ve % 30.58-35.05 arasında bulunmuştur. Diğer taraftan, interaksiyonlar arasında HP değerleri ise % 18.89-22.54 arasında değişiklik göstermiştir. Organik gübre uygulamalarının fiğ türlerinin verim ve kalitesi üzerine etkisi sınırlı olmuştur.

Bununla birlikte, hayvan gübresi uygulanan tüylü fiğden 500 kg da⁻¹ üzerinde kuru ot verimi alınabileceği belirlenmiştir.

Genel Yorum: Elde edilen veriler fiğ türlerinin organik hayvancılıkta ihtiyaç duyulan kaba yemin karşılanmasında önemli bir kaynak olabileceğini ve tüylü fiğın diğer türlerden daha yüksek verime sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca, istatistiksel olarak önemsiz olmakla birlikte Amik Ovası koşullarında hayvan gübresinin fiğ yetiştiriciliğinde zeolit ve leonarditten daha etkili olduğu söylenebilir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Organik fiğ yetiştiriciliğinde gübre kullanımı ile ilgili sınırlı sayıda çalışma vardır. Yürütülen araştırma ile organik fiğ tarımı yapan çiftçilere ve ileriki araştırmalara yardımcı olabilecek sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca çalışma sonucunda, kullanılan gübrelerde doz belirleme çalışmalarının yürütülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Organik tarım, fiğ türleri, ot verimi, ot kalitesi, organik gübre.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E, Çelik N (1986) Bursa kıraç koşullarında bazı önemli tek yıllık baklagil yem bitkilerinin kuru ot verimi ve kalitesi üzerinde ön araştırmalar. U.Ü. Zir. Fak. Derg. 5: 47-53.
- Akdeniz H, Koc A, Hossain A, El Sabagh A (2018) Nutritional values of four hairy vetch (*Vicia villosa* Roth) varieties grown under Mediter environment. Fresenius Environ. Bull. 27(8): 5385-5390.
- Akpınar M, Şahin CB, İşler N (2019) Çukurova koşullarında turfanda patates yetiştiriciliğinde farklı azot dozlarının verim ve tarımsal özelliklere etkisi. MKU Tar. Bil. Derg., 24(1): 37-42.
- Aksoy İ, Nursoy H (2010) Vejetasyonun farklı dönemlerinde biçilen Macar fiği buğday karışımının besin madde kompozisyonu, rumende yıkılım özellikleri, *in vitro* sindirilebilirlik ve rölatif yem değerinin belirlenmesi. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg. 16(6): 925-931.

- Anil L, Park J, Phipps RH, Miller FA (1998) Temperate intercropping of cereals for forage: A review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass Forage Sci.* 53(4): 301-317.
- Anjum MS, Zammurad AI, Rauf CA (2006) Effect of rhizobium inoculation and nitrogen fertilizer on yield and yield components of mungbean. *Int. J. Agric. Biol.* 8: 238-240.
- Anonim (2017) T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, (2017) Organik tarımla ilgili dokümanlar, Tarım ve Orman Bakanlığı Genel Müdürlüğü, Ankara. <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Organik-Tarim/Istatistikler>.
- AOAC (1990) Official method of analysis. 15th ed., pp. 66-68. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Atis I, Celiktaş N, Can E, Yılmaz S (2019) The effects of cutting intervals and seeding rates on forage yield and quality of alfalfa. *Turk. J. Field Crops* 24(1): 12-20.
- Atis I, Kokten K, Hatipoğlu R, Yılmaz S, Atak M, Can E (2012) Plant density and mixture ratio effects on the competition between common vetch and wheat. *Aust. J. Crop Sci.* 6: 498-505.
- Aygün C, Çakal Ş, Kara A (2009) Characterization of some cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) lines from the natural rangelands of Eastern Anatolia. *Biological Diversity and Conservation*, 2(2):57-64.
- Canbolat Ö, Karaman Ş (2009) Bazı baklagil kaba yemlerinin *in vitro* gaz üretimi, organik madde sindirimi, nispi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. *Tar. Bil. Derg.* 15(2): 188-195.
- Çaçan E, Kökten K, Kaplan M, Yılmaz HŞ (2018) Bazı adi fiğ hat ve çeşitlerinin (*Vicia sativa* L.) ot verimi ve ot kalitesi açısından değerlendirilmesi. *Harran Tar. ve Gıda Bil. Derg.* 22(1): 47-61.
- Demiryürek K (2004) Dünya ve Türkiye’de organik tarım. *Harran Üniv. Zir. Fak. Derg.* 8(3-4): 63-71.
- Demiryürek K (2011) Organik tarım kavramı ve organik tarımın Dünya ve Türkiye’deki durumu. *Gaziosmanpaşa Üniv. Zir. Fak. Derg.* 28(1): 27-36.
- Ece A, Saltalı K, Eryigit N, Uysal F, (2007) The effects of leonardite applications on climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield and the some soil properties. *J. Agron.* 6(3): 480-483.
- Erol A, Anlarsal AE (2019) Kahramanmaraş koşullarında bazı tek yıllık baklagil yem bitkisi türlerinin arpa ile farklı oranlardaki karışımlarının ot ve tohum verimi ile bazı özelliklere etkisi. *International Asian Congress on Contemporary Sciences April 15-24, 2019 Mecca, Saudi Arabia*, ss 234-243.
- Erol A, Kaplan M, Kızıllı Şimşek M (2009) Oats (*Avena sativa*)—common vetch (*Vicia sativa*) mixtures grown on a low-input basis for a sustainable agriculture. *Trop. Grassl.* 43: 191-196.
- Ertekin İ, Atış İ, Yılmaz Ş, Can E, Kızıllı Şimşek M (2019) Comparison of shrub leaves in terms of chemical composition and nutritive value. *KSU J. Agric. Nat.* 22(5): 781-786.
- Ertekin İ, Çakmakçı S (2020) Effect of different rates of bacteria (*Rhizobium leguminosarum*) inoculated in seed on yield and some quality parameters of common vetch (*Vicia sativa* L.). *KSU J. Agric. Nat.* 23(2): 343-348.
- Ertekin İ, Kızıllı Şimşek M (2020) Effects of lactic acid bacteria inoculation in pre-harvesting period on fermentation and feed quality properties of alfalfa silage. *Asian Austral. J. Anim. Sci.* 33(2): 245-253.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E (2018). Effects of different salt concentrations on the germination properties of Hungarian vetch cultivars. *Turk. J. Agric. and Nat. Sci.*, 5(2): 175-179.
- Ertekin İ, Yılmaz Ş, Atak M, Can E, Çelikleş N (2017) Tuz stresinin bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin çimlenmesi üzerine etkileri. *MKÜ Zir. Fak. Derg.*, 22(2):10-18.
- Gül İ, Dumlu Gül Z, Tan M (2015) Yerli fiğ (*Vicia sativa* L.)’de kimyasal gübre, ahır gübresi ve bazı toprak düzenleyicilerin ot ve tohum verimine etkileri. *İğdır Üniv. Fen Bil. Enst. Derg.* 5(1): 65-72.
- Gülümser E, Acar Z (2017) Biçim zamanı ve tohum oranlarının Macar fiği tahıl karışımlarının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Selçuk Tar. ve Gıda Bil. Derg.* 31(2): 14-21.
- Güzeloğulları E, Albayrak S (2016) Isparta ekolojik koşullarında farklı ekim ve hasat zamanlarının bazı fiğ (*Vicia* spp.) türlerinin ot verim ve kalitesi üzerine etkileri. *Tarla Bit. Mer. Araş. Enst. Derg.* 25(2): 158-165.
- Haj-Ayed M, Gonzalez J, Caballero R, Remedios-Alvir M (2001) Effects of maturity on nutritive value of field-cured hays from common vetch and hairy vetch. *Anim. Res.* 50(1): 31-42.
- İşıldar AA (1999) Effect of the addition of zeolite to the soil on nitrification. *Turk. J. of Agric. and For.* 23: 363-368.,
- Kaplan M, Kokten K, Ozdemir S (2019) Variation in hay yield and quality of Hungarian vetch (*Vicia pannonica* Crantz) genotypes. *Cur. Trends in Nat. Sci.* 8(16): 205-211.

- Karakurt (E 2000) Bazı buğdaygil yem bitkilerinde azotlu gübre dozlarının önemli tarımsal karakterler üzerine etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bil, Ens, Tarla Bitkileri ABD, 138 s.
- Kendir H (1999) Determination of some yield components of winter vetch species (*Vicia* spp.) grown in Ankara cond. Tar. Bil. Derg. 5(2): 85-91.
- Keppler F, Hamilton JTG, Braß M, Röckmann T (2006) Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions. Nat. 439: 187-194.
- Kokten K, Toklu F, Atis I, Hatipoglu R (2009) Effects of seeding rate on forage yield and quality of vetch (*Vicia sativa* L.)-triticale (*Triticosecale* Wittm.) mixtures under east mediterranean rainfed conditions. African J. of Biotech. 8(20): 5367-5372.
- Kolsarıcı Ö, Kaya DM, Day S, İpek A, Uranbey S (2005) Effects of humic acid doses on emergence and seeding growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.). J. of Akdeniz Univ. Fac. of Agric. 18 (2): 151-155.
- Lithourgidis AS, Vasilakoglou IB, Dhima KV, Dordas CA, Yiakoulaki MD (2006) Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. Field Crops Res. 99: 106-113.
- Marten GC, Buxton DR, Barnes RF (1988) Feeding value (forage quality). P. 463-492. In Hanson et al. (eds.) Alfalfa and alfalfa improvement. Agronomy monograph no. 29. ASA-CSSA-SSSA, Madison, Wisconsin, USA, p: 463-492.
- Mert M (2017) Organik olarak yetiştirilen pamuk çeşitlerinin azot gereksinimlerinin belirlenmesi. MKU Zir. Fak. Derg., 22(2): 19-34.
- Naser M, Bayaz A, Ramin S, Alireza A, Abolfazı A, Mehdi M (2011) Determining nutritive value of soybean straw for ruminants using nylon bags technique. Pakistan J. of Nut. 10: 838-841.
- Özyiğit Y, Bilgen M (2006) Bazı baklagil yem bitkilerinde farklı biçim dönemlerinin bazı kalite faktörleri üzerine etkisi. Akdeniz Üniv. Zir. Fak. Derg. 19(1): 29-34.
- Parlakay O, Çelik A, Kızıltuğ T (2015) Hatay ilinde tarımsal üretimden kaynaklanan çevre sorunları ve çözüm önerileri. MKU Zir. Fak. Derg., 20(2): 17-26.
- Pertuit AJ, Jerry J, Dudley B, Toler JE (2001) Leonardite and fertilizer levels influence tomato seedling growth. Hortsci. 36(5): 913-915.
- Rohweder DA, Barnes RE, Jorgensen N (1978) Proposed hay grading standards based on laboratory analysis for evaluating quality. J. of Anim. Sci. 47: 747-759.
- Rotar I, Pacurar F, Vidican R, Sima N (2003) Effects of manure/sawdust fertilization on *Festuca rubra* type meadows at Ghetari (Apuseni Mountains). Grassland Sci. in Europe, 8: 192-197.
- Sevimay CS, Kendir H (1996) Ankara koşullarında kışlık yetiştirilen fiğ çeşitlerinin yem verimleri. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran, Erzurum. ss 472-478.
- Sridhar M, Senani S (2011) Lignin in lignocellulosics-a boon or a bane for ruminants. Everyman's Sci. 66: 227-232.
- Şilbir Y, Tansı V, Sağlamtimur T (1991) GAP bölgesinde kışlık ara ürün tarımı ve bölge için önemi. Türkiye 2. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 28-31 Mayıs, İzmir, ss 292-303,
- Tosun M, Altınbaş M, Soya H (1991) Bazı fiğ (*Vicia* spp.) türlerinde yeşil ot ve dane verimi ile kimi agronomik özellikler arasındaki ilişkiler. Türkiye 2. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kong, 28-31. Mayıs, İzmir, ss 574-583.
- Turna Ç, Ertuş MM (2017) Bazı fiğ çeşitlerinde farklı ekim zamanlarının ot verimine etkisi. 3. Uluslararası Tarım ve Çevre Kongresi, 16-20 Kasım, Antalya, ss 132-138.
- Türk M, Bayram G, Budaklı E, Çelik N (2003) A study on effects of different mixtures of zeolite with soil rates on the root and stem growth of alfalfa (*Medicago sativa* L.). 5th National Field Crop Congress, October 13-17, Diyarbakır, Turkey, pp 564-567.
- Van Dyke NJ, Anderson PM (2002) Interpreting a forage analysis. Alabama Cooperative Extension, Circular ANR-890.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. of Dairy Sci. 74 (10): 3583-3597.
- Yavuz M. (2005) Determination of some ruminant feeds' relative feed value and in vitro digestion values. Gaziosmanpaşa Üniv. Zir. Fak. Derg. 22: 97-101.
- Yetim S (1999) Faklı miktardaki azot ve humik asitin fasulye bitkisinin ürün miktarı ile azot alımı ve protein içeriği üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 69 s.
- Yılmaz Ş, Günel E, Sağlamtimur T (1996) Amik ovası ekolojik koşullarında yetiştirilebilecek uygun fiğ (*Vicia* spp.) türlerinin saptanması üzerinde bir araştırma. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran, Erzurum, ss 627-631.
- Yılmaz Ş, Hür N, Ertekin İ (2018) Seçilmiş bazı köpekdişi ayırığı (*Cynodon dactylon* (L.) Pers. var. *Dactylon*) hatlarında ot verimi ve kalitesinin belirlenmesi. Mustafa Kemal Üniv. Zir. Fak. Derg. 23(2): 232-241.
- Yolcu H (2010) İlkbahar son donlarının etkili olduğu koşullarda bazı organik ve kimyasal gübrelerin adi fiğin verim ve morfolojik özellikleri üzerine etkileri. Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu, 28 Haziran-1 Temmuz, Erzurum, ss 535-538.

Yolcu H (2011) The effects of some organic and chemical fertilizer applications on yield, morphology, quality and mineral content of common vetch (*Vicia sativa* L.). Turk J. of Field Crops, 16(2): 197-202.

Yolcu H, Polat M, Aksakal V (2009) Morphologic, yield and quality parameters of some annual forages as sole crops and intercropping mixtures in dry conditions for livestock. J. of Food, Agric. and Environ. 7(3-4): 594-599.

Yücel C, Yücel D, Akkaya MR, Anlarsal AE (2014) Bazı ümitvar yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) genotiplerinde kalite özellikleri. KSU Doğa Bil. Derg. 17(1): 8-14.

Zeybek A (2010) Bazı fiğ türlerine ait çeşitlerin Tekirdağ şartlarında verim ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Tarla Bitkileri ABD, 44 s.



A new pest of *Gossypium hirsutum* in Turkey: *Leptodemus minutus* Jakovlev 1876 (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae: Oxycareninae)

Türkiye’de Pamukta yeni bir zararlı: *Leptodemus minutus* Jakovlev 1876 (Hemiptera: Lygaeidae: Oxycareninae)

Gülten YAZICI¹ , Erdal SERTKAYA² 

¹Directorate of Plant Protection Central Research Institute, Ankara, Turkey.

²Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:


DOI: [10.37908/mkutbd.730136](https://doi.org/10.37908/mkutbd.730136)

Geliş tarihi /Received:06.05.2020

Kabul tarihi/Accepted:29.06.2020

Keywords:

Gossypium hirsutum, *Leptodemus minutus*, Hemiptera, Lygaeidae, Oxycareninae, Turkey.

 Corresponding author: Gülten YAZICI

 gultenkulekci@hotmail.com

ÖZET / ABSTRACT

Aims: Presence of *Leptodemus minutus* Jakovlev (Hemiptera), which cause direct damage by feeding, was investigated on cotton crop plants in Hatay province, Turkey.

Methods and Results: The study material was constituted from specimens of *L. minutus* Jakovlev collected from cotton plants growing in Hatay in 2019. In this study, specimens were prepared for re-description for species level, the body parts of examined species having taxonomical importance were photographed. In addition, distributional data of the species in Turkey and on the world, host plants and collection locality information for each of the species investigated were given. Important morphological characters of species were examined.

Conclusions: Cotton is currently the leading fiber plant crop in worldwide. There are many harmful insect in cotton production, which cause economic losses. In recent years, *Leptodemus minutus* Jakovlev as a new pest of cotton, which causes serious damage to the cotton production has emerged. The pest has been reported first time in cotton production areas of Hatay province of Turkey in 2019.

Significance and Impact of the Study: This pest causes damage on young seedlings by colonizing in high numbers and feeds by inserting its stylets into the leaves and stems causing deformation of the leaves and wilting. Pest control is difficult due to the high population and there are not enough studies on integrated pest control. This study clearly shows that there is a need for a detailed study on the biology and control of the pest at cotton-cultivated areas.

Atf / Citation: Yazıcı G, Sertkaya E (2020) A new pest of *Gossypium hirsutum* in Turkey: *Leptodemus minutus* Jakovlev 1876 (Hemiptera: Heteroptera: Lygaeidae: Oxycareninae). *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 256-261. DOI: 10.37908/mkutbd.730136

INTRODUCTION

The genus *Gossypium* was named by Linneaus in the middle of the 18th century. It is in the Order Malvales and Tribe Gossypieae, Family Malvaceae (Smith, 1995). Cotton plant is one of the most important cash crops cultivated globally in several countries. It is grown

commercially in more than 50 countries which are in the temperate and tropical regions (Smith, 1999). It provides raw material for cotton textile industry and also is the source for edible oil. There are few countries in the world which have suitable ecological conditions and produce 80% of world production among which Turkey is counted. An average of 32.1 million hectares of cotton is

cultivated in the world and 24.4 million tons of fiber cotton is obtained from this planting area (Customs and Trade Ministry, 2018). While India, China, Pakistan, USA and Uzbekistan are the leading cotton growing countries of the World (Tidke et al., 2014), according to 2017/18 season forecasts, the top 5 cotton producing countries in the world are; India, China, USA, Pakistan and Brazil. The top five consumer countries are China, India, Pakistan, Bangladesh and Turkey (Customs and Trade Ministry, 2018).

Cotton cultivation has a significant potential and there are many disease agents and pest species that restrict production which may affect negatively the cotton cultivation in Turkey, many species to be harmful such as *Aphis gossypii* Glov. (Hemiptera: Aphididae), *Thrips tabaci* L. (Thysanoptera: Thripidae), *Empoasca decipiens* Paoli, *Asymmetrasca decedens* (Paoli) (Hemiptera: Cicadellidae), *Tetranychus cinnabarinus* (Boisd.), *T. urticae* (Acarina: Tetranychidae), *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) *Oxycarenus hyalinipennis* (A. Costa), *O. luctuosus*, *Nysius vinitor* (Hemiptera: Lygaeidae), *Creontiades pallidus* (Rumb.), *Lygus italicus* Wagner (Hemiptera: Miridae), *Nezara viridula* (L.) (Hemiptera: Pentatomidae), *Heliothis armigera*, *Spodoptera littoralis* (Boisd.) (Lepidoptera: Noctuidae), *Pectinophora gossypiella* (Saund.) (Lepidoptera: Gelechiidae) (Tezcan, 2000; Efil and İlkan, 2003; Mart, 2004; El-Wakeil and Abdallah, 2012; Özgür et al., 2019) are among the important sucking pests. Recently, *L. minutus*, has emerged as a new pest of cotton in Turkey. The family Lygaeidae to which *Leptodemus minutus* is belonged to is one of the richest family after the Miridae of the order Hemiptera. The family includes some 650 genera and about 4000 species, distributed in almost all habitable lands of the world (Aukema and Rieger, 2001). *L. minutus* from the Oxycarininae subfamily is widely distributed in the southernmost area of the Palearctic region, extending to Sudan (Péricart, 2001). Number of

European localities (in Spanish) are very few (Goula et al., 2008). Two species belonging to the genus *Leptodemus* in the Palearctic region, the presence of a one species in Turkey is known (Aukema and Rieger, 2001). *Leptodemus minutus* lives on sandy soils, in desert climates (Péricart, 2001). It may also be collected at 4000 m (Atlas range, Morocco). It is speculated that maybe it frequents dry and sunny places, where grasses are abundant, as wasted lands, field margins, road and trail borders, among others (Goula et al., 2008).

In 2019, *L. minutus* that a new pest of cotton which causes serious damage to the cotton production area has emerged in Hatay, Turkey. In this contribution, we report *L. minutus* as a pest of cotton in Turkey, and comment on the taxonomy of the species.

MATERIALS and METHODS

The study material was constituted from specimens of *L. minutus* which collected from Hatay in 2019 (Fig. 1). The material was obtained from cotton. In this study, specimens were prepared for re-description for species level, the body parts of examined species having taxonomical importance were photographed. In addition, distributional data of the species in Turkey and on the world, host plants and collection locality information for each of the species investigated were given. Important morphological characters of species were examined. The specimens were dissected for examination, and abdomens were removed and placed in a cold 10% KOH solution for 10 minutes. Then the important terminal parts showing taxonomic characters of the species were removed from the abdomen. Photos enhanced using Corel PHOTO-PAINT software (version 12.0). Morphological characters given in this paper are according to Çağatay (1985). The material deposited in the Nazife Tuatay Plant Protection Museum (Ankara).



Figure 1. Sampling site of *Leptodemus minutus*

RESULTS and DISCUSSION

Material examined

Hatay: Altınözü, Hacıpaşa, 124m, 36°00'45.4"N 36°21'23.7"E, 18.V.2019, 12 ♀♀, 28 ♂♂.

Distribution in Turkey

Afyonkarahisar (Sert et al., 2013); Isparta, Manisa, İzmir, Şanlıurfa (Çağatay, 1985); Gaziantep, Kahramanmaraş, Kilis (Lodos et al., 1978, 1999); Siirt (Matocq and Özgen, 2010; Matocq et al., 2014). Önder et al. (2006) reported the species from Ege, Marmara and Mediterranean regions.

Distribution

Egypt (Linnavuori, 1964); Libya (Gentry, 1965; El-Meghrabi, 2009); Sudan (Linnavuori, 1977); Iraq (Linnavuori, 1995); Jordan (Tawfiq, 1990; Katbeh et al., 2000); Russia, Ukraine, Algeria, Morocco, Tunisia, Azerbaijan, Afghanistan, Kazakshtan, Turkey, Cyprus, Israel, Kirgizia, Kuwait, Mongolia, Saudi Arabia, , Syria, Tadjikistan, Turkmenistan, Uzbekistan, Yemen, (Aukema and Rieger, 2001); Canary Islands (Heiss et al., 1996; Aukema et al., 2006); Spain (Goula et al., 2008); Iran (Linnavuori, 2011); Kazakhstan (Yesenbekova and Homziak, 2013).

Morphology and Identification

Leptodemus minutus has been described by Jakovlev (1876) from Astrakhan. The series-type (9 syntypes) is preserved at the Institute of Zoology of Saint-Petersburg. This species was transferred to the genus *Leptodemus* by Reuter (1900) and is the standard species. It has a large area of contemporary distribution, from Algeria to

Turkey and to Middle Asia. It is highly variable in color, and several "varieties" have been described: *albicans* Reuter op. cit. (Turkmenistan), *pallidula* Reuter op. cit. (Algeria), *mancinii* Stichel 1958: 144 (provenance) (Péricart, 1994). In this study microscopic observations for a correct identification in *L. minutus*, were conducted. It is as follows.

1 (2) Head as wide or wider than long; body 3.5-3.7 times as long as the width of the pronotum. First article of posterior tarsi longer than the next 2. Long: 2.5-3.6 mm. Turanian-SudMediterranean

..... *L. minutus* (Jakovlev)

2 (1) Head longer than broad; body 4.2-4.4 times as long as the width of the pronotum. First article of posterior tarsi a little shorter than the next 2. Long: 2.8-3.0 mm. Turanian-Mediterranean

element..... *L. bicolor* Lindberg

Leptodemus minutus Jakovlev 1876

Synonymy: *Macropterna minutus* Jakovlev, 1874

Head, distal of pronotum, thorax light yellow-brown and other parts of the body cream; membrane white, veins pale brown; Pygophore very light colored and quite different shaped, distal straight, lateral edges very light arc-shaped; the genital patency is the same width as the pygophore in the distal, and "V" shaped in the proximal (Fig. 2 B); Although three slight protrusions are generally chosen at the edges of the genital opening showing the "V" shape, the anterior and posterior segmentation seen in the general structure of Lygaeidae pygophore is not apparent in this species; the hypophysis part of the paramers is narrow curved and pointed; the body has a large angled outer protrusion, a rounded front protrusion and protrudes proximally (Fig. 2 C,D). Body height: 2,6-3,4 mm.

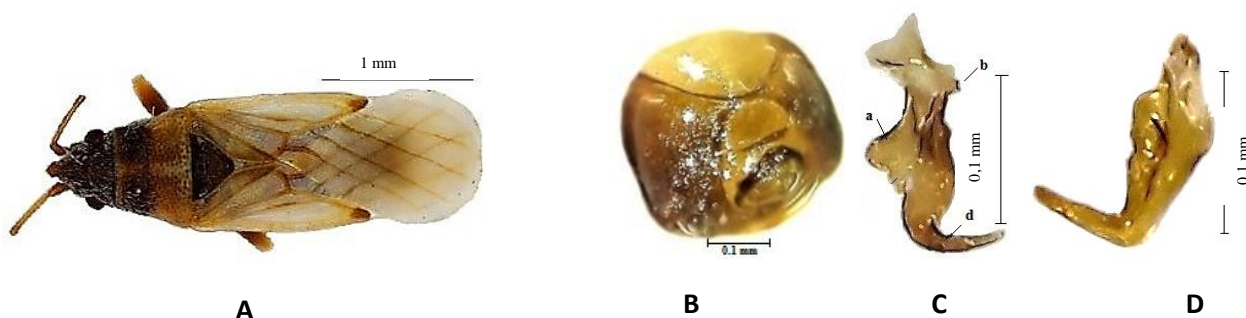


Figure 2. A: Adult of *Leptodemus minutus* Jakovlev ♂; B: Dorsal view of the genital capsule; C- Left paramere (a: outer protrusion, b: basal protrusion, c: front protrusion, d: hypophysis); D-Right paramere

Habitat and Ecology

Leptodemus minutus lives on sandy soils, in desert climates. It may also be collected at 4000 m (Atlas range,

Morocco) (Goula et al., 2008), in Tenerife on the Teyde peak up to 3700 m, in Middle Asia up to 2400 m. It seems to hibernate as an adult and perhaps a larva. Hibernants

are found under the surface layer of sand at the foot of plants or among their residues, it has also been found in a Rodent burrow. Active adults meet from early spring to late fall; larvae at stages III-V could collected even in the middle of July. The species could be polyphagous. It has also been mentioned among insects harmful to vineyards in Algeria, but this does not seem to have been confirmed subsequently (Péricart, 1998). As host plants, *Artemisia inodora*, *Plantago indica* and *Aristida scoparia* have been recorded (Goula et al., 2008). Besides, olive, orange (Gentry, 1965), Poaceae (Linnavuori, 2011), *Polygonum equisetiforme* L. (Parkinson et al., 1923), fig, pear, apple, peach, pistachio, grape, cereals, cabbage, cauliflower, muskmelon, weeds (Tawfiq, 1990) and *Salix* sp. have been reported (Lodos et al., 1978, 1999; Kıyak, 2019). It is speculated that maybe it frequents dry and sunny places, where grasses are abundant, as wasted lands, field margins, road and trail borders, among others (Goula et al., 2008).

Damage

Lygaeidae that feed on fallen weed seed may beneficially prevent germination. The observation that *L. minutus* sucks human blood was dismissed as random exploration for moisture (Slater, 1972). This probably also applies to *Macropternella inermis* (Fieber), and to *Nysius* swarms in Sudan and Kuwait, where specimens inflicted painful bites and swellings on exposed parts of the human body (Judd, 1994). *Leptodemus minutus* has been observed in cotton fields in May of the year 2019 in Hatay. In hot and dry periods, weather conditions favorable for the development of large populations, individuals of the species feed on plant tissue and cause chlorosis in the leaves and scarification on the fruits, which become deformed and whitish to silver-colored.

Control

Leptodemus minutus is a potential threat for cotton production areas in Turkey. In Hatay province, which has an important place in terms of cotton production area and production amount, it is not known exactly the distribution and damage of the pest. The pest is not yet sufficiently recognized by the cotton growers and can be confused with other pests according to symptoms. Due to their small size and ability to move quickly, controlling by conventional chemical means is difficult and also there are not enough studies on integrated control. According to the available literature, it is the first pest report of *L. minutus* on cotton in the World. There is a need to carry out studies on hosts, prevalence in cotton fields, biology, natural enemies and damage to cotton yield of *L. minutus*.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada, pamuk bitkileri üzerinde beslenerek doğrudan zarara yol açan *Leptodemus minutus* Jakovlev (Hemiptera)'un Hatay ilindeki varlığı araştırılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Çalışma materyali 2019 yılında Hatay'dan toplanan *L. minutus* Jakovlev örneklerinden oluşturuldu. Böcek örnekleri pamuktan elde edildi. Çalışmada, türlerin yeniden tanımlanması için örnekler hazır hale getirilmiş, incelenen türlerin taksonomik önemi olan vücut kısımları fotoğraflanmıştır. Ayrıca Türkiye'de ve dünyada türlerin dağılım verileri, konukçu bitkiler ve incelenen türlerin her biri için toplama yer bilgisi verilmiştir. Türlerin önemli morfolojik özellikleri incelenmiştir.

Genel Yorum: Pamuk günümüzde yetiştiriciliği yapılan önde gelen lifli bitkilerdendir. Ilıman ve tropik bölgelerde 50'den fazla ülkede ticari olarak yetiştirilmektedir. Pamuk üretiminde önemli ekonomik zararlara neden olan birçok zararlı bilinmektedir. Son yıllarda pamuk üretiminde zararlara neden olan yeni bir pamuk zararlısı *L. minutus* ortaya çıkmıştır. Bu zararlı ilk olarak 2019 yılında Hatay'da pamuk alanlarından bildirilmiştir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bu zararlı Oxycareninae (Hemiptera: Lygaeidae) altfamilyasına aittir ve genç fidelerde yüksek miktarlarda kolonileşerek, yapraklar üzerinde yoğun bir şekilde emgi yaparak, yaprakların solmasına ve deformasyonuna neden olur. Zararlı ile mücadele yüksek popülasyon nedeni ile zordur ve Entegre mücadele amaçlı zararlıyla ilgili yeteri kadar çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma, pamuk üretim alanlarındaki zararlıların biyolojisi ve kontrolü ile ilgili ayrıntılı çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Gossypium hirsutum*, *Leptodemus minutus*, Heteroptera, Lygaeidae, Oxycareninae, Türkiye.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Aukema B, Rieger C (2001) Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region Vol:4. The Netherlands Entomological Society, Amsterdam. pp 119.
- Aukema B, Duffels JP, Báez M (2006) A Checklist of the Heteroptera of the Canary Islands (Insecta). Denisia

- 19, zugleich Kataloge der OÖ. Landesmuseen Neue Serie 50: 755–774.
- Çagatay N (1985) Türkiye Rhyparochrominae (Heteroptera-Lygaeidae) Alt familyasının Taksonomisi ve Erkek Genital Organının Önemi Üzerinde Çalışmalar. Bitki Koruma Bülteni 25(3-4): 73-92.
- Efil L, Ilkan A (2003) Determination of population alteration of harmful insect *Creontiades pallidus* Rmb. (Hemiptera: Miridae) in cotton in Harran Plain. Proceeding of Third GAP Agriculture Cong. Şanlıurfa, Turkey, 395-397.
- El-Meghrabi MS (2009) Survey of Some Heteropterous Insects in Libya. J. Product. & Dev. 14(3): 747-758.
- El-Wakeil N, Abdallah AMM (2012) Cotton Pests and the Actual Strategies for their Management Control. In: Cotton: Cultivation, Varieties and Uses (Editors: Benedetto Giuliano and Emilia J. Vinci), Nova Science Publishers, Inc. pp 59.
- Gentry JW (1965) Crop Insects of Northeast Africa-Southwest Asia. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 273. pp 210.
- Goula M, Costas M, Pagola-Carte S, Baena M, López T, Vázquez A, Gessé F, Ribes J, Ribes E (2008) On some threatened Heteroptera from the Iberian fauna. Festschrift in Honour of 80th Anniversary of Michail Josifov, 139-158.
- Heiss E, Heyden T, Ribes J, Rieger C (1996) Nachtrag Heteropteranfauna der Kanarischen Inseln IV. (Insecta: Heteroptera). Linzer Biologische Beiträge 28(2): 1117-1148.
- Judd S (1994) The Nymphal Taxonomy and Systematics of Western Palaearctic Lygaeid Bugs (Hemiptera, Heteroptera, Lygaeidae), with Special Reference to the British Fauna, Volume 1. Liverpool Museum, National Museums and Galleries on Merseyside. pp 400.
- Katbeh A, Carapezza A, Akkawi M (2000) Heteroptera of Jordan: Specimens Preserved in the University, of Jordan Insects Museum. Atti Acc. Rov. Agiati 7(10): 111-137.
- Kıyak S (2019) A List of Heteroptera Species Reported from *Salix* spp. in Turkey. Munis Entomology Zoology 14(2): 475-477.
- Linnavuori RE (1964) Hemiptera of Egypt, with remarks on some species of the adjacent Eremian region. Reprinted from Annales Zoologici Fennici 1: 306-356.
- Linnavuori RE (1977) Hemiptera of the Sudan, with remarks on some species of the adjacent countries 6. Aradidae, Meziridae, Aneuridae, Pyrrhocoridae, Stenocephalidae, Coreidae, Alydidae, Rhopalidae, Lygaeidae. Acta Zool. Fenn. 153: 1-108.
- Linnavuori RE (1995) Hemiptera of Iraq. V. Heteroptera, Lygaeidae. Entomol. Fenn. 6: 29-38.
- Linnavuori RE (2011) Studies on the Cimicomorpha and Pentatomomorpha (Hemiptera: Heteroptera) of Khuzestan and the adjacent provinces of Iran. Acta Entomologica Musei Nationalis Pragae 51(1): 21-48.
- Lodos N, Önder F, Pehlivan E, Atalay R (1978) Ege ve Marmara Bölgesi Zararlı Böcek Faunasının Tespiti Üzerine Çalışmalar, Curculionidae, Scarabeidae (Coleoptera); Pentatomidae, Lygaeidae, Miridae (Heteroptera). T. C. Gıda-Tarım ve Hayv. Bkliği. Zir. Müc. ve Kar. G. Müd. Basımevi, Ankara. 301 s.
- Lodos N, Önder F, Pehlivan E, Atalay R, Erkin E, Karsavuran Y, Tezcan S, Aksoy S (1999) Faunistic Studies on Lygaeidae (Hemiptera) of Western Black Sea, Central Anatolia and Mediterranean Regions of Turkey. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. 58 s.
- Mart C (2004) Pamukta Entegre Üretim. TZMO, Ankara. 95 s.
- Matocq A, Özgen İ (2010) A Preliminary List of Heteroptera Collected in Mardin and Siirt Provinces from Southeastern Anatolia of Turkey (Hemiptera). Munis Entomology Zoology 5: 1011-1019.
- Matocq A, Pluot-Sigwalt D, Özgen İ (2014) Terrestrial Hemiptera (Heteroptera) collected in South-East Anatolia (Diyarbakır, Mardin and Elazığ provinces) (Turkey): second list. Munis Entomology Zoology 9(2): 884-930.
- Ministry of Customs and Trade (2018) 2017 Cotton Report. T. C. Ministry of Customs and Trade, General Directorate of Cooperative. pp 40.
- Önder F, Karsavuran Y, Tezcan S, Fent M (2006) Heteroptera (Insecta) Catalogue of Turkey. Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir. 164 s.
- Özgür O, Atakan E, Pehlivan S (2019) Investigation of the damage of Miridae species on cotton in Çukurova Region of Turkey. Türk. Entomol. Derg. 43(2): 143-156.
- Parkinson ACC, Marshall AK, Neave SA (1923) Review of Applied Entomology, Series A: Agricultural, Vol.XI. The Imperial Bureau of Entomology, 41, Quenn's Gate, London, S. W. 7. pp 800.
- Péricart J (1994) Lygaeidae paléarctiques: synonymies, combinaisons nouvelles et description de deux *Geocoris nouveaux* (Hemiptera). Bull. Soc. entomol. Fr. 99(1): 93-105.
- Péricart J (1998) Hémiptères Lygaeidae Euro-Méditerranéens Vol 2. Systématique: Seconde Partie Oxycarininae, Bledionotinae, Rhyparochrominae.

- Fédération Française Des Sociétés De Sciences Naturelles 57, Rue Cuvier, Paris. pp 462.
- Péricart J (2001) Lygaeidae- In: Aukema B. & Chr. Rieger. (Eds.): Catalogue of the Heteroptera of the Palaearctic Region. Vol 4. Pentatomomorpha I. Netherlands Entomological Society Wageningen, 35-220.
- Sert O, Fırat S, Şabanoğlu B (2013) A Study on Determination of Insect Fauna of Başkomutan Historical National Park (Afyonkarahisar, Turkey). Hacettepe J. Biol. Chem. 41(3): 259–277.
- Slater JA (1972) The Oxycareninae of South Africa (Hemiptera: Lygaeidae). University of Connecticut Occasional Papers (Biological Science Series) 2: 59-103.
- Smith CW (1995) Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). Chapter 6. In: Crop Production: Evolution, History, and Technology. John Wiley and Sons, Inc., New York. 287-349.
- Smith WC (1999) Production statistics. Chapter 3.1. In: WC Smith, JT Cothren, eds. Cotton: Origin, History, Technology and Production. John Wiley and Sons, Inc. 435-449.
- Tidke SA, Kiran S, Harke SN (2014) Analysis of Genetic Diversity in 20 Cotton Germplasm Lines Using Random Amplified Polymorphic DNA Marker. Asian J. Plant Sci. 13: 184-189.
- Tawfiq MA (1990) Pest status of the desert bug *Leptodemus minutus* (Hemiptera: Lygaeidae) in Jordan, Damascus, UNIV. Journal 6(22): 35-47.
- Tezcan F (1991) Pamuk Yaprakbiti (*Aphis gossypii* Glov.)'nin İzmir ve Manisa illerinde Pamuktaki Biyolojisi ve Populasyon Dalgalanmalarını Etkileyen Faktörler Üzerinde Araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bitki Koruma Anabilim Dalı, Bornova, İzmir (Doktora Tezi), 78 s.
- Yesenbekova PA, Homziak J (2013) A comparison of species richness of the true bugs (Hemiptera: Heteroptera) among four desert types in Kazakhstan. Int. J. Biodivers. Conserv. 5(3): 135-159.



Asmalarda fungal gövde hastalıklarının araştırılmasında farklı inokulasyon yöntemlerinin karşılaştırılması

Comparison of different inoculation methods in the investigation of fungal trunk diseases in grapevines

Davut Soner AKGÜL¹

¹Çukurova University, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Balcalı-Adana, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.741812](https://doi.org/10.37908/mkutbd.741812)

Geliş tarihi /Received:23.05.2020

Kabul tarihi/Accepted:02.07.2020

Keywords:

Grapevine, *Dactylonectria nacrodidyma*,
Diaporthe ampelina, *Neofusicoccum parvum*,
Phaeomoniella chlamydospora.

✉ Corresponding author: D. Soner AKGÜL

✉: sakgul@cu.edu.tr

ÖZET / ABSTRACT

Aims: Grapevine trunk disease are complex diseases caused by many fungal plant pathogens. In this study, it was aimed to determine the most suitable inoculation method for some fungal pathogens representing four different diseases (Petri and Black Foot, Botryosphaeria and Phomopsis Dieback).

Methods and Results: Fungal species *Phaeomoniella chlamydospora*, *Dactylonectria macrodidyma*, *Neofusicoccum parvum* and *Diaporthe ampelina* were inoculated into dormant canes or green shoots by different inoculation methods. These methods for dormant cuttings were as follows; mycelial agar disc inoculation under bark (a), mycelial agar disc placement onto the top of cuttings (b), xylem injection method (c) and mycelial agar disc inoculation on green shoots (d). After inoculation of the pathogens on cuttings and shoots, they were allowed to grow for 2 months and then lesion lengths on the tissues were measured. As a result, all the pathogens produced lesions on both dormant canes and green shoots with all inoculation methods, but measured lesion lengths differed from the inoculation methods used. The pathogen and inoculation methods matching, in which the longest lesions were formed, were as follows; mycelial agar disc inoculation on green shoots for *Diaporthe ampelina* (72.2 mm), xylem injection method for *Dactylonectria macrodidyma* and *Phaeomoniella chlamydospora* (23.0 mm and 66.1 mm respectively) and mycelial agar disc inoculation under bark for *Neofusicoccum parvum* (51.5 mm).

Conclusions: Although different inoculation methods have been used by many researchers to investigate in grapevine fungal trunk diseases, it has been revealed that pathogenicity tests can be performed using one of methods used in this study. In studies with a large number of spore producing species, it has been observed that the xylem injection method would yield more plausible results. It was also found that mycelial agar disc inoculations, under bark or on the top of the cuttings, were more suitable for the species having a strong mycelial growth and pycnidial production.

Significance and Impact of the Study: The selection of the inoculation method in a study directly affects the results of that research. It is thought that the results of this study may contribute to the selection of the appropriate inoculation method in researches on grapevine trunk diseases.

GİRİŞ

Asmalarda fungal etmenlerden kaynaklanan gövde hastalıkları, son yıllarda dünya ve ülkemiz bağlarında önemli bir sorun haline gelmeye başlamıştır. Son 50 yılda dünyadaki bağ alanlarının artmasına paralel olarak üretim materyallerinin ülkeler arasında taşınması, makineli budamayla birlikte farklı terbiye sistemlerinin yaygınlaşması ve 1990'lı yıllardan başlamak üzere sodyum-arsenit, benzimidazol grubu fungisitler ve metil bromidin yasaklanmasıyla, asma gövde hastalıklarının hızla yaygınlaştığı bildirilmiştir (Bertsch ve ark., 2013). Asma gövde hastalıkları uzun vadede ekonomik kayıplara neden olmakta ve bağıcılıktan elde edilen kazancı azaltmaktadır. 2013 yılında Brüksel'de yayınlanan bir COST raporuna göre; asma gövde hastalıkları nedeniyle tüm dünyadaki asmaların %1'inin söküldüğü ve yerine yenilerinin dikildiği ifade edilmiş, buna göre yenileme maliyetleri, harcanan zaman, ürün azalışı ve benzer ekonomik kayıpların, dünya genelinde 1.132 milyar Euro civarında olduğu tahmin edilmiştir (Anonymous, 2013). Bugüne kadar 34 cinse bağlı 133 farklı fungus türünün, asma gövde hastalıklarına neden olduğu tespit edilmiştir (Gramaje ve ark., 2018). Asma gövde hastalıkları içerisinde *Esca Sendromu*, *Botryosphaeria*, *Eutypa*, *Phomopsis* Geriye Ölüm Hastalıkları, Petri ve Siyah Bacak Hastalıkları şeklinde farklı başlıklar altında gruplandırılmaktadır. Bir grupta yer alan benzer türler birbirine yakın biyolojik döngüye sahip olsalar da, farklı gruplar içerisindeki türlerin biyolojileri birbirinden farklıdır. Örneğin genç asmalarda Siyah Bacak Hastalığı'na yol açan funguslar, *Cylindrocarpon*-anamorfları olarak adlandırılan toprak kökenli funguslardır ve bunlar çoğunlukla ürettikleri miselyum, konidiler veya klamidosporeleri aracılığıyla yayılmaktadır. Diğer taraftan *Botryosphaeria*, *Eutypa*, *Phomopsis* cinslerine bağlı türler, çoğunlukla pikniosporlar ya da peritesyumlardan doğmuş askosporlarıyla diğer asmaları enfekte etmektedirler. Petri Hastalığı etmenlerinin ise daha çok asma üretim materyalleri içerisinde (veya üzerinde) eşeysiz mikrokonidileri, bazen de askosporlarıyla geniş alanlara yayılabildikleri bildirilmiştir (Halleen ve ark., 2006; Mostert ve ark., 2006; Urbez-Torres, 2011). Son 30 yılda asma gövde hastalıklarıyla ilgili araştırmaların sayısı hızla artmış, bu patojenlerin biyolojileri aydınlatılmış ve filogenetik ayrımlarla neredeyse tamamının taksonomik yerleri belirlenmeye çalışılmıştır. Etiyolojik, taksonomik ve epidemiyolojik çalışmalarla birlikte bu hastalıklara neden olan patojenlerin mücadelesiyle ilgili çalışmalar da yürütülmüştür. Bu çalışmalar yürütülürken besi yerinde

ya da doğal substratlarda çoğaltılan inokulum farklı yöntemlerle asmalara bulaştırılmış ve virülenslikleri belirlenmiştir. Ancak patojenisite ya da çeşit duyarlılığı testlerinde birçok araştırmacı farklı inokulasyon yöntemlerini kullanmışlardır. Alaniz ve ark., (2007) İspanya'da *Cylindrocarpon* türlerinin bitki gelişimine etkilerini inceledikleri bir çalışmada 8 aylık, köklendirilmiş 110-R anacının köklerini fungal izolatların spor süspansiyonuna daldırarak inoküle etmişler ve 4 ay sonra kök enfeksiyonları ve sürgün kuru ağırlıklarını incelemişlerdir. Burruano ve ark., (2008) İtalya'nın Sicilya Bölgesi'nde yetiştirdikleri iki yaşındaki *Insolina* çeşidi asmalarda *Lasiodiplodia theobromae*'nin hastalık oluşturma gücünü test etmişlerdir. Toprağın 10 cm üzerinden gövdeye 1-1.5 cm uzunluk ve 5 mm derinliğinde yaralar açmışlar ve bu noktalara fungusun miselyal agar disklerini inoküle ederek 2 ay sonra, odun dokuda oluşan lezyonları değerlendirmişlerdir. Baumgartner ve ark., (2013) bir yaşındaki Chardonnay çeşidi asma fidanlarında *Diaporthe* ve *Phomopsis* türlerinin patojenisite çalışmalarını yürütmüşlerdir. Odunsu gövdeye elektrikli matkap ile 2 mm genişlik ve 3 mm derinlikte yaralar açarak patojenlerin spor süspansiyonlarından 20 µl enjekte etmişler ve inokulasyondan 1 yıl sonra meydana gelen lezyonları değerlendirmişlerdir. Avustralya'da yapılan diğer bir çalışmada ise *Eutypa lata*'nın askosporlarından oluşan süspansiyon, 10 cm uzunluğunda kesilmiş asma kalemlerinin (çeşit Shiraz) tepesine mikropipetle damlatılmış, bu kalemlerin dip kısmı polistren köpüklere saplanarak platform suda yüzdürülmüş ve 4 hafta sonra üstten dibe doğru, odun dokuda oluşan lezyon uzunlukları ölçülmüştür (Ayres ve ark., 2011). Yukarıda özetlenen çalışmalardan anlaşılacağı gibi asma gövde hastalıklarının araştırılmasında farklı patojenler farklı yöntemlerle inoküle edilmişler ve lezyon uzunlukları değişik zamanlarda ölçülerek değerlendirilmiştir. Asma gövde hastalıklarına neden olan türlerden bazıları (Ör: *Eutypa*, *Botryosphaeria*, *Neofusicoccum*) yapay besi yerinde spor üretebilmeleri için özel koşullar gerekirken veya sporulasyon çok uzun zaman almaktadır. İnokulum üretimindeki zorlukların yanı sıra bu funguslar odun dokularında geliştiklerinden, lezyon oluşturmaları için uzun bir süreye ihtiyaç duymaktadırlar. Denemelerin kısa sürede doğru bir şekilde yapılabilmesi için farklı inokulasyon yöntemlerinin karşılaştırılması, araştırmaların amacına göre uygun bir yöntemin seçilmesi gerekmektedir. Reis ve ark., (2019) yazmış oldukları derlemede yukarıda bahsedilen metotların yanında kallus kültürü ve yaprak disk inokulasyonlarına da değinmişler ancak oldukça basit bir metot olan tepeden inokulasyona yer

vermemişlerdir. Bu nedenle ülkemizde yürütülecek çalışmalara katkı sağlayabilmek için hem kolay hem de hızlı bir yöntemin önerilebilmesi amacıyla bu çalışma planlanmıştır. Çalışmada, asma gövde hastalıkları ile yapılacak denemelerde farklı inokulasyon yöntemlerinin karşılaştırılması ve araştırmanın içeriğine göre en uygun yöntemin önerilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Hastalık etmenleri

Bu çalışmada *Botryosphaeria* Geriye Ölüm, Petri Hastalığı, Siyah Bacak Hastalığı ve Ölü Kol Hastalıklarını temsilen her bir fungal patojen türünden birer izolat (daha önce tanısı ve patojenisitesi yapılmış) kullanılmıştır. Söz konusu fungal patojen türler, sırasıyla *Neofusicoccum parvum*'un Npar2Trs, *Phaeomonilla chlamydospora*'nın Pch1Trs, *Dactylonectria macrodidyma*'nın MBAE255 ve *Diaporthe ampelina*'nın Damp1Trs numaralı izolatlarından oluşmuştur.

Farklı inokulasyon yöntemleri ile fungal patojenlerin inokulasyonu

Ksileme enjeksiyon (KSE) yöntemi

Bu yöntemde, Patates Dekstroz Agar besi yerinde (PDA: Merck) 10-15 gün süreyle geliştirilen fungal kültürlerden 10^7 spor/ml konsantrasyonda spor süspansiyonları hazırlanmıştır. Yapay besi yerinde spor oluşturması zor

olan türlerin piknidyumları, doğal substratlarından steril bisturi ile alınarak 1.5 ml'lik steril tüplerdeki distile suya (500 µl) bırakılmış, oda sıcaklığında 1 gece bekletildikten sonra 5-6 dk vortekslenmiş ve pikniospor süspansiyonu elde edilmiştir. Ardından pikniospor yoğunluğu yine Thoma Lamı ile 10^7 spor/ml'ye ayarlanmıştır. Bağdaki asmalardan Ocak ayında 30 cm uzunluğunda, 4-5 gözlü kalemler kesilmiş, bunlar laboratuvara getirilip çeşme suyunda 1 gece tutulmuşlardır. Ertesi gün elektrikli bir matkap ile boğum aralarına 2 mm çapında ve 5 mm derinliğinde delikler açılmış, otomatik mikropipetör ile her bir deliğe 10 µl konidyal veya piknidyal süspansiyon enjekte edilmiştir (Şekil 1). İnokulasyon noktası parafilmle sarıldıktan sonra dormant kalemler, içerisinde yetiştirme harcı (her biri eşit hacimde olmak üzere; torf, talaş, kum, perlit ve toprak) bulunan plastik torbalara dikilmiş ve iklim odasında (25°C sıcaklık, %75 nispi nem, 12 saat aydınlık/12 saat karanlık) 2 ay süreyle gelişmeye bırakılmıştır. Kontrol olarak bırakılan dormant kalemlere sadece steril distile su enjekte edilmiştir. İnokulasyondan 2 ay sonra dormant kalemler bıçakla uzunlamasına kesilmiş, inokulasyon noktasının iç bölgesinde oluşan nekrotik alanların uzunlukları ölçülmüştür. Denemede her bir patojen için tesadüf parselleri deneme deseninde 4 tekerrürlü bir deneme kurulmuş ve her bir tekerrürde 3 kalem olmak üzere toplam 12 asma kalemi kullanılmıştır.



Şekil 1. Dormant asma kalemlerinde patojenin ksileme enjeksiyonu (Baumgartner ve ark., 2013)
Figure 1. Injection of pathogen into xylem of dormant grapevine cuttings

Yeşil sürgüne disk (YSD) inokulasyonu yöntemi

PDA besi yerinde 10-15 gün süreyle geliştirilen fungal izolatların miselyal agar diskleri, Mayıs ayında asmaların yeşil sürgünlerine uygulanmıştır. Arazi koşullarında gerçekleştirilen bu uygulamada Kober 5BB/Prima çeşidi asmaların ortalama 1 cm çapındaki yeşil sürgünlerine, steril bisturi ile 0.5 cm çapında yüzeysel çizikler yapılarak, bu bölgelere miselyal agar diskleri yerleştirilmiş ve etrafı parafilm ile sarılmıştır. İnokulasyon, asmalardaki dip

gözlerden yaklaşık 25-30 cm uzaklıktaki bir noktada yapılmıştır. Her bir patojen için farklı omcalar seçilmiş ve bir omcadan 4 ayrı yeşil sürgün inoküle edilmiştir (Şekil 2). Her sürgün bir tekerrür olarak kabul edilmiş ve tesadüf blokları deneme deseninde 4 tekerrürlü bir deneme yürütülmüştür. Kontrol olarak ise yeşil sürgünlere sadece fungal kültür içermeyen agar diskleri inoküle edilmiştir. Bu işlemden 2 ay sonra inokulasyon noktasındaki parafilm açılıp sürgün üzerinde oluşan

nekrotik lezyonların uzunlukları ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

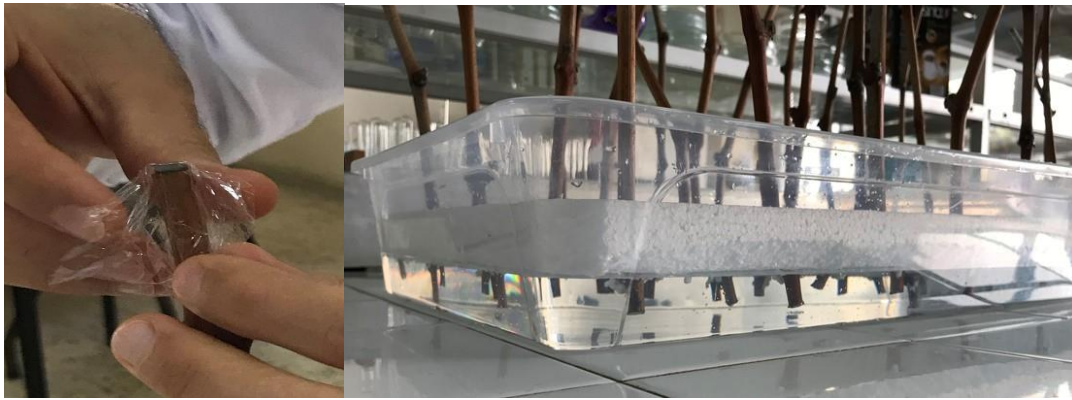


Şekil 2. Yeşil sürgünlere miselyal agar disk inokulasyonu (Rawnsley ve ark., 2004)
Figure 2. Mycelial agar disc inoculation to green shoots

Kalemlere tepeden disk (KLTD) inokulasyonu yöntemi

Bu yöntemde, dormant asma kalemleri dipten ve tepeden küt kesilmiş, tepe kısmına miselyal agar disk yerleştirilerek streç film ile sarılmıştır. Kalemlerin dip kısmı strafor-köpük plakalara saplandıktan sonra su dolu küvetlerde yüzdürülmüş ve klima odasında büyümeye bırakılmıştır (Şekil 3). Durgun sudaki mikrobiyal kontaminasyonu önlemek ve oksijeni tazelemek için küvetlerdeki su gün aşırı değiştirilmiştir. Kök, sürgün ve

yaprak oluşturan asma kalemleri bu şekilde 2 ay süreyle büyütüldükten sonra tepedeki streç film açılmış, kalemler boylamsal olarak bıçakla kesilmiştir. Tepeden dibe doğru oluşan içsel lezyonlar cetvelle ölçülerek kaydedilmiştir. Kontrol olarak tertip edilen kalemlerin uç kısmına ise sadece fungus içermeyen agar diskleri yerleştirilmiştir. Her bir patojen için 12 dormant kalem kullanılmış, 4 tekerrür oluşturulmuş, her tekerrürde 3 kalem yer almıştır.



Şekil 3. Dormant kalemlere tepeden miselyal disk inokulasyonu (Ayres ve ark., 2011)
Figure 3. Mycelial agar disc inoculation to the tops of dormant cuttings

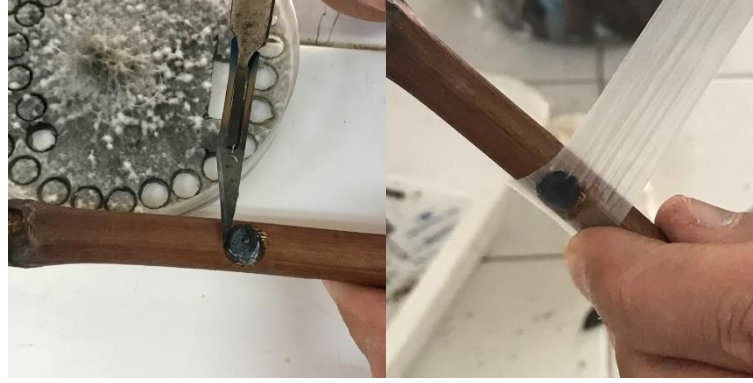
Kabuk altına disk (KAD) inokulasyonu yöntemi

Kabuk altına miselyal disk inokulasyonunda, dormant kalemlerdeki boğum araları, 5 mm çaplı mantar delici ile yaralanarak kabuk çıkarılmıştır. Bu noktaya patojenlerin miselyal agar diskleri yerleştirilmiş ve etrafı parafilm ile sarılmıştır (Şekil 4). İnokule edilen kalemler, içerisinde yetiştirme harcı bulunan poşetlere dikilmiş ve iklim odasında 2 ay süreyle büyütülmüşlerdir. Daha sonra inokulasyon bölgesi bıçakla dikkatlice kazınarak odun doku üzerinde oluşan lezyonların uzunlukları ölçülmüş ve kaydedilmiştir. Bu yöntemde toplam 12 kalem (4

tekerrürlü, her tekerrürde 3 kalem) kullanılmıştır.

Deneme deseni ve istatistik analiz

Çalışmanın yeşil sürgüne disk inokulasyonu bölümü tesadüf blokları, diğer inokulasyon yöntemlerinin uygulandığı bölümler ise tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Dokularda meydana gelen lezyon uzunluklarına varyans analizi yapılmış, ortalamalar arasındaki farklar LSD testine göre %5'lik hata payı ile değerlendirilmiştir (Gomez ve Gomez, 1984).



Şekil 4. Kabuk altına miseliyal agar disk inokulasyonu (Sosnowski ve ark., 2005)
Figure 4. Under-bark mycelial agar disc inoculation

BULGULAR ve TARTIŞMA

Farklı inokulasyon yöntemlerinin karşılaştırılması

Asmalarda ölü kol etmeni *Diaporthe ampelina*'nın asma bitkilerinde oluşturdukları lezyonların uzunlukları, test edilen inokulasyon yöntemlerine bağlı olarak istatistiksel olarak farklılıklar göstermiştir. En büyük lezyon uzunluğu ortalama 72.2 mm ile yeşil sürgüne miseliyal agar disk inokulasyon yönteminden elde edilirken bunu 57.8 mm'lik ortalama lezyon uzunluğuyla kabuk altına miseliyal agar disk inokulasyonu takip etmiş ve en uzun lezyon oluşturan ikinci uygulama olmuştur. Ksileme enjeksiyon ve kalemlere tepeden agar disk yöntemlerinde en düşük lezyon uzunluğu (sırasıyla 35.8 mm ve 33.8 mm) saptanırken, bu uygulamalar arasında istatistiki olarak fark saptanmamıştır (Şekil 5).

Fidanlar ve genç asmalarda siyah bacak hastalığına yol açan *Dactylonectria macrodidyma* dormant patojeni asma kalemlerine inokule edildikten 2 ay sonra en uzun lezyon oluşumu ksileme enjeksiyon yönteminde (23.0 mm) gözlenirken, bu yöntem ile kabuk altına miseliyal agar disk inokulasyon yöntemi (13.4 mm) istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük lezyon uzunluğu Kalemlere Tepeden Agar Disk ve Yeşil Sürgünlere Agar Disk inokulasyon yöntemlerinde (12.0 mm ve 11.3 mm) saptanmıştır (Şekil 5).

Phaeoconiella chlamyospora ile asma dokularına yapılan farklı inokulasyonlarda, *D. macrodidyma*'da olduğu gibi en uzun lezyon uzunluğu, ksileme enjeksiyon yönteminde (66.1 mm) elde edilmiş ve bu yöntemi kalemlere tepeden agar disk inokulasyon yöntemi (43.2 mm) takip etmiştir. Bu patojenin inokulasyonundaki en düşük lezyon uzunluğu yeşil sürgünlere agar disk inokulasyonu ve kabuk altına miseliyal agar disk inokulasyonu yöntemlerinde (21.8 mm ve 20.3 mm) saptanmış, ancak bu uygulamalar arasında istatistiksel anlamda bir fark saptanmamıştır (Şekil 5).

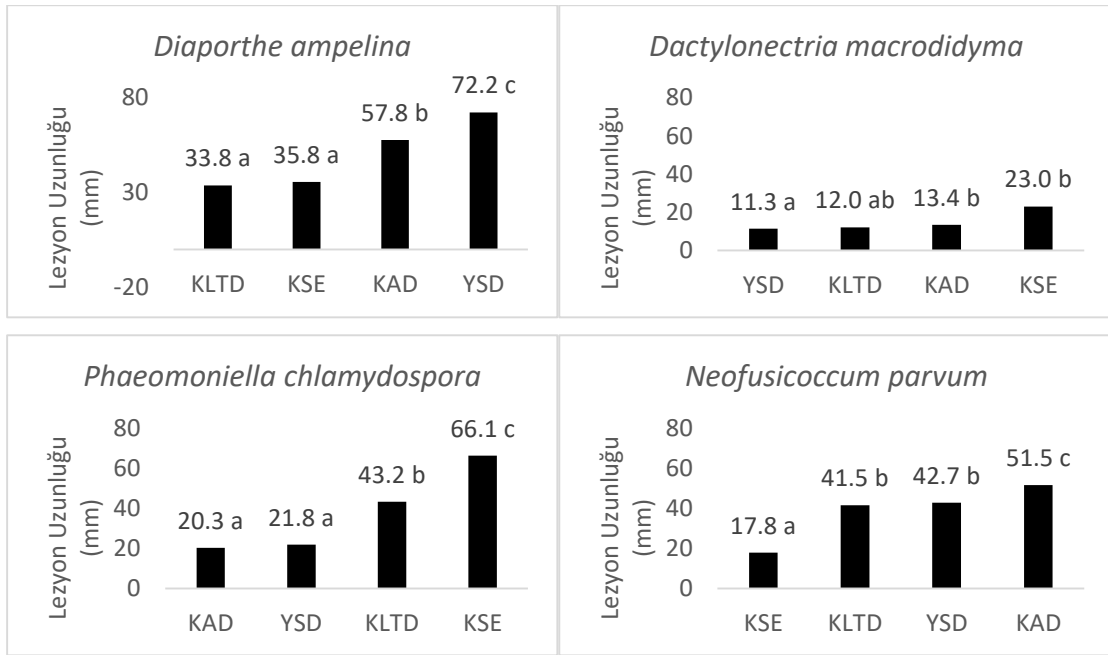
Neofusicoccum parvum'un asma dokularına dört farklı

şekilde inoküle edilerek, patojenin 2 ay süreyle inkübe edilmesiyle, istatistiksel olarak yine farklı lezyon uzunlukları elde edilmiştir. Bu yöntemler içerisinde en uzun lezyon uzunluğu 51.5 mm ile kabuk altına miseliyal agar disk inokulasyonu yönteminde elde edilmiştir. Buna karşın en kısa lezyon uzunluğu 17.8 mm ile ksileme enjeksiyon yönteminde elde edilmiştir. Yeşil sürgünlere agar disk ile kalemlere tepeden agar disk inokulasyon yöntemlerinde asma dokularında birbirine yakın lezyon uzunlukları (sırasıyla 41.5 ve 42.7 mm) elde edilmiş ve her iki yöntem istatistiksel olarak aynı grupta yer almıştır (Şekil 5). Tüm denemelerde steril agarın inokule edildiği kontrol uygulamalarında gerçek anlamda herhangi bir lezyon oluşmazken, uygulamaların birbiri ile olan farklarını ortaya koymak için kontrol değerleri varyans analizlerine alınmamıştır.

Neofusicoccum parvum'un asmada odun dokusunda ve yeşil sürgünlerde kolaylıkla gelişip ilerleyen bir tür olduğu, salgıladığı çeşitli toksinlerle doku ölümlerine ve sonrasında kahverengi lezyonlara neden olduğu bildirilmiştir (Abou-Mansour ve ark., 2015). Kurt ve ark. (2020) tarafından yapılan çalışmada Botryosphaeriaceae familyasına bağlı bir diğer önemli tür olan *Botryosphaeria dothidea*'nin ceviz ağaçlarında gövde kanseri hastalığına neden olduğu, hastalıklı bitkilerden elde edilen izolatların sağlıklı ceviz ağaçlarından kesilen 1.5-2 cm çaplı ve 20 cm uzunluğundaki dallarına yapılan disk inokulasyon yöntemi sonucunda tipik hastalık belirtileri oluşturduğu, inokulasyon noktalarından patojenin yeniden başarılı bir şekilde elde edildiği bildirilmiştir. Yine Botryosphaeriaceae familyasına bağlı türlerin iletim demetlerinde miselyum halinde ilerlediği ancak bitki materyallerinin dış yüzeyinde piknidyum oluşturduğu bilinmektedir. Bu olayda ise doku dışındaki oksijen miktarı ve ışığın etkili olduğu bildirilmektedir (Burgess ve ark., 2005). Çalışmada *N. parvum* izolatında en uzun lezyon uzunluğunun, kabuk altına yapılan inokulasyonlarda meydana gelmesinin bu olaylarla ilişkili

olabileceğini göstermektedir. Nitekim Amponsah ve ark. (2008), Botryosphaeriaceae türlerini sporlandırmak için yaptıkları bir çalışmada, inokule edilmiş yeşil sürgünlerden 12-14 gün sonra piknidyum elde edildiğini ve bu yöntemin laboratuvar şartlarında çeşitli besi ortamlarında yapılanlara göre daha verimli olduğunu ifade etmişlerdir. Arazi koşullarında yeşil sürgünlere yapılan inokulasyon, kabuk altına yapılan inokulasyona göre daha kısa lezyonlar oluşturmuştur. Bu olay yeşil sürgünlerin patojene olan dayanıklılığı ile ilgili olabilir. Srivastava ve ark. (2013) asma dokularında sentezlenen fenolik bileşiklerin, laboratuvar koşullarında Botryosphaeriaceae türlerinin gelişimini baskıladığını bulmuşlardır. Bu bileşikler patojendeki laccase ve pektinaz enzimlerinin oluşumunu azaltarak, bu türlerdeki miseloyal büyümeyi olumsuz etkilemiştir. Yeşil sürgünlerdeki fenolik madde miktarının, odunsu dokulardakine göre daha yüksek düzeyde olduğu göz

önünde bulundurulursa, lezyon uzunluğunun neden daha kısa olduğuna açıklık getirilebilir. Kalemlere tepeden agar disk inokulasyonu yönteminde, kabuk altına yapılan miseloyal agar disk inokulasyonu yöntemine göre daha kısa lezyon uzunluğu elde edilmiştir. Amponsah ve ark., (2012) *Neofusicoccum luteum* ile inokule edilen asma kalemlerinde, patojenin dokulardaki ilerleyişini araştırmışlar ve akropetal yöndeki ilerleyişin bazipetal yöne göre daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir. Elde ettiğimiz sonuçların bu olayla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Ancak patojenin ksileme inokulasyonunda yine akropetal taşınma söz konusu olsa da, 2 mm'lik matkap tığının açtığı yaraya ancak düşük miktarda piknidial süspansiyon koyulabilecektir. Denemelerde ksileme enjeksiyon yönteminde en kısa lezyon uzunluğunun elde edilmesi buna bağlanabilir.



Şekil 5. Farklı inokulasyon yöntemleriyle dormant kalemler ve yeşil sürgünlerde ölçülen lezyon uzunlukları (mm).

KAD: Kabuk altına disk, YSD: Yeşil Sürgünlere Disk, KLT: Kalemlere Tepeden Disk, KSE: Ksileme Enjeksiyon yöntemleri

Figure 5. Lesion lengths measured on dormant cuttings and green shoots with different inoculation methods (mm).

KAD: Mycelial discs under-bark of the cuttings, YSD: Mycelial discs on the green shoots, KLT: Mycelial disc on the top of cuttings, KSE: Xylem injection into the cuttings

Dactylonectria cinsi fungusların söz konusu olduğu durumlarda ksileme enjeksiyonu yönteminde en uzun lezyon uzunluğunun elde edilmesi, patojenin daha çok iletim demetlerinde faaliyet göstermesi ile ilişkili olabilir. *Dactylonectria* cinsinin, filogenetik açıdan *Fusarium* cinsi funguslarla yakın olduğu, bol miktarda makro ve

mikrokonidi ürettikleri bildirilmiştir (Booth ve Stover, 1974). Üretilen mikrokonidilerin su hareketi ile iletim demetleri içerisinde akropetal yönde taşınması sayesinde, ksileme enjeksiyon ile en uzun lezyon uzunluğu elde edilmesi açıklanabilir. Bu patojenle, kabuk altına ve kalemlere tepeden agar disk inokulasyonu

yönteminin ksileme enjeksiyonu yöntemi kadar başarılı olmamasının yine bu olayla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Ayrıca, *Dactylonectria macrodidyma*'nın arazi koşullarında yeşil sürgünlere inokule edilmesiyle en kısa lezyonların ölçülmesi yine konukçunun fizyolojik durumuyla bağlantılı olabileceğini akla getirmektedir.

Phaeomoniella chlamydospora ile yapılan inokulasyon çalışmalarında, 2 aylık sürede en uzun lezyon uzunluğunun elde edildiği yöntem yine ksileme enjeksiyon yöntemi olmuştur. Bunun nedeninin yine *Dactylonectria macrodidyma*'da açıklanan nedenlerle bağlantılı olabileceği düşünülmektedir. Ancak *Phaeomoniella chlamydospora* patojeni kabuk altına inokule edildiğinde ortalama lezyon uzunluğunun en fazla 20.3 mm olarak ölçülmesi, etmenin yavaş gelişimi ile ilişkili olabilir. Crous ve Gams (2000), yürüttükleri bir çalışmada *P. chlamydospora*'nın malt ekstrakt agar üzerinde 25°C sıcaklık ve 8 günlük inkübasyon sonunda 5-6 mm'lik koloni çapı oluşturduğunu bildirmişlerdir. Dolayısıyla çalışmada elde edilen odun dokusu üzerindeki en fazla 20.3 mm'lik lezyon uzunluğu kabul edilebilir seviyededir. Kalemlere tepeden agar disk inokulasyon yöntemi ile elde edilen lezyon uzunluğunun ksileme enjeksiyon yönteminden sonra gelmesi, patojenin ürettiği çok küçük boyutlardaki mikrokonidiler nedeniyle olabileceği ve bazipetal yönde taşınmasına olanak sağlanabileceği düşünülmektedir.

Diaporthe ampelina'da ise en çabuk ve bariz sonuç veren yöntem, yeşil sürgüne miseliyal agar disk inokulasyon yöntemi olmuştur. Bilinildiği üzere bu türün arazi koşullarındaki ilk enfeksiyonları, sürgünlerin 3-5 cm olduğu dönemden başlamakta ve sürgün kabuğunun odunlaşmasına kadar devam etmektedir. *D. ampelina*'nın yeşil sürgünlerde hızlı gelişimi patojenin doğasıyla ilişkili olabilir. Son yıllarda *Diaporthe* cinsinin asma gövde hastalıkları patojenlerine dahil edildiği görüldüğü de birçok kültür bitkisinde bu funguslar meyve sap ucu çürüklüğüne de neden olduğu bildirilmiştir (Lim ve ark., 2019). Buna dayanarak bu patojenlerin daha çok su içeriği yüksek, gevrek dokularda faaliyete başladığı düşünülmektedir.

Bu çalışmada farklı fungal patojenlerin asma bitkilerinde farklı şekilde inokule edildiğinde değişik lezyon uzunluklarına ulaşılabileceği ve yılın her mevsiminde patojenisite testlerinin rahatlıkla yapılabileceği doğrulanmıştır. Odun dokusu ya da toprak kökenli patojen olup olmadığına bakılmaksızın, tüm patojenler Prima çeşidi asma kalemlerinde ya da yeşil sürgünlerinde lezyonlar oluşturmuştur. Her patojen için tertip edilen kontrol uygulamalarında, steril agar inokule edilen bölgelerde az da olsa renk değişiklikleri görülürken

bunların gerçek lezyonlar olmadığı anlaşılmıştır. Patojenisite testinden başka, çeşit duyarlılığı veya sıcak su uygulamaları üzerine yapılacak araştırmalarda bazı yöntemlerin daha uygun, bazılarının ise pek uygun olmadığı ve fungus türlerinin doğasına göre inokulasyon yöntemlerinin tercih edilmesi gerektiği kanısına varılmıştır. Özellikle mikrokonidi oluşturan türler için ksileme enjeksiyon yönteminin daha gerçekçi sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Kalemlere tepeden disk inokulasyon yöntemi, sınırlı alanda çok sayıda deneme kurma olanağı sunmakta ve bu yöntem sayesinde çok sayıda izolatin veya asma çeşidinin test edilebileceği açığa çıkmaktadır.

ÖZET

Amaç: Asma gövde hastalıkları, birçok fungal bitki patojeninin neden olduğu kompleks hastalıklardır. Bu çalışmada dört farklı hastalığı (Petri ve Siyah Bacak Hastalığı, Botryosphaeria ve Phomopsis Geriye Ölüm Hastalıkları) temsil eden bazı fungal patojenler için en uygun inokulasyon yönteminin saptanması amaçlanmıştır.

Yöntem ve Bulgular: *Phaeomoniella chlamydospora*, *Dactylonectria macrodidyma*, *Neofusicoccum parvum* ve *Diaporthe ampelina* türü funguslar dormant asma kalemlerine veya yeşil sürgünlere farklı yöntemlerle inokule edilmişlerdir. Dormant kalemlere uygulanan yöntemler; a) kabuk altına miseliyal agar disk inokulasyonu, b) tepeden agar disk inokulasyonu, c) ksileme enjeksiyon yöntemi ve d) yeşil sürgünlere agar disk inokulasyonudur. Patojenlerin kalemler ve yeşil sürgünlere inokulasyonunu takiben 2 ay süreyle gelişmelerine izin verilmiş ve sonra dokularda oluşan lezyon uzunlukları ölçülmüştür. Sonuçlara göre tüm patojenler tüm inokulasyon yöntemleriyle, hem dormant kalemler hem de yeşil sürgünler üzerinde lezyonlar meydana getirmiş ancak ölçülen lezyon uzunlukları kullanılan yöntemlere göre farklılık göstermiştir. En uzun lezyonların olduğu patojen ve inokulasyon metodu eşleşmesi şu şekilde gerçekleşmiştir; *Diaporthe ampelina* için yeşil sürgüne miseliyal agar disk inokulasyonu (72.2 mm), *D. macrodidyma* ve *P. chlamydospora* için ksileme enjeksiyon (sırasıyla 23.0 ve 66.1 mm) ve *Neofusicoccum parvum* için kabul altına miseliyal agar disk inokulasyonu (51.5 mm).

Genel Yorum: Asmalarda fungal gövde hastalıklarının araştırılmasında birçok araştırmacı tarafından farklı inokulasyon yöntemleri kullanılsa da, patojenisite testlerinin bu çalışmada denenen yöntemlerden herhangi biri ile yapılabileceği ortaya koyulmuştur. Çok

sayıda spor üreten türlerle yapılan çalışmalarda, ksileme enjeksiyon yönteminin daha makul sonuçlar vereceği görülmüştür. Miselyal gelişimi güçlü ve piknit üreten türler için ise kabuk altına ya da tepeden agar disk inokulasyon yöntemlerinin daha uygun olduğu anlaşılmıştır.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Bir araştırmada, inokulasyon yönteminin seçimi o araştırmacının sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmanın sonuçlarının, asma gövde hastalıkları ile yapılacak araştırmalarda uygun bir inokulasyon yönteminin seçimine yardımcı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Asma, *Dactylonectria nacrodidyma*, *Diaporthe ampelina*, *Neofusicoccum parvum*, *Phaeomoniella chlamydospora*.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çukurova Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Birimi tarafından FBA-2018-10561 nolu proje ile desteklenmiştir. Çalışmayı finansal olarak destekleyen Çukurova Üniversitesi Rektörlüğü ve Bitki Koruma Bölümü Başkanlığına teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazar(lar) çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abou-Mansour E, Debieux J, Ramirez-Suero M, Benard-Gellon M, Magnin-Robert M, Spagnolo A, Chong J, Farine S, Bertsch C, L'Haridon F, Serrano M, Fontaine F, Rego C, Larignon P (2015) Phytotoxic metabolites from *Neofusicoccum parvum*, a pathogen of *Botryosphaeria dieback* of grapevine. *Phytochemistry* 115: 207-215.
- Alaniz S, Leon M, Vicent A, Garcia-Jimenez J, Abad-Compos M, Armengol J (2007) Characterisation of *Cylindrocarpon* species associated with black foot disease of grapevine in Spain. *Plant Dis.* 91: 1187-1193.
- Amponsah NT, Jones EE, Ridgway HJ, Jaspers MV (2008) Production of *Botryosphaeria* species conidia using grapevine green shoots. *N. Z. Plant Prot.* 61: 301-305.
- Amponsah NT, Jones EE, Ridgway HJ, Jaspers MV (2012) Susceptibility of grapevine tissues to *Neofusicoccum luteum* conidial infection. *Plant Pathol.* 61: 719-729.

- Anonymous (2013) *Technical Report, COST 017/13*. Brussels, Belgium: Memorandum of understanding for the implementation of a European concerted research action designated as COST Action FA1303: Sustainable control of grapevine trunk diseases.
- Ayres M, Sosnowski M, Wicks T (2011) A rapid technique for evaluating treatments for *Eutypa dieback* control. *Wine and Viticulture J.* 26: 50-53.
- Baumgartner K, Fujiyoshi PT, Travodon R, Castlebury LA, Wilcox WF, Rolshausen PE (2013) Characterization of species of *Diaporthe* from wood cankers of grape in Eastern North American vineyards. *Plant Dis.* 97: 912-920.
- Bertsch C, Ramirez-Suero M, Magnin-Robert M, Larignon P, Chong J, Abou-Mansour E, Spagnolo A, Clement C, Fontaine F (2013) Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood. *Plant Pathol.* 62: 243-265.
- Booth C, Stover RH (1974) *Cylindrocarpon musae* sp. nov., commonly associated with burrowing nematode (*Radopholus similis*) lesions on bananas. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 63: 503-507.
- Burgess TI, Barber PA, Hardy GES (2005) *Botryosphaeria* spp. associated with eucalypts in Western Australia, including the description of *Fusicoccum macroclavatum* sp. nov. *Australas. Plant Pathol.* 34: 557-567.
- Burruano S, Mondello V, Conigliaro G, Alfonzo A, Spagnolo A, Mugnai L (2008) Grapevine decline in Italy caused by *Lasiodiplodia theobromae*. *Phytopathol. Mediterr.* 47: 132-136.
- Crous PW, Gams W (2000) *Phaeomoniella chlamydospora* gen. et comb. nov., a causal organism of Petri grapevine decline and esca. *Phytopathol. Mediterr.* 39: 112-118.
- Gomez KA, Gomez AA (1984) *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Wiley Interscience, Canada. 680p.
- Gramaje D, Urbez-Torres JR, Sosnowski MR (2018) Managing grapevine trunk diseases with respect to etiology and epidemiology: current strategies and future prospects. *Plant Dis.* 102: 12-39.
- Halleen F, Fourie PH, Crous PW (2006) A review of black foot disease of grapevine. *Phytopathol. Mediterr.* 45: 55-67.
- Kurt Ş, Soylu S, Uysal A, Soylu EM, Kara M (2020) Ceviz gövde kanseri hastalığı etmeni *Botryosphaeria dothidea*'nin tanılanması ve bazı fungusitlerin hastalık etmenine karşı *in vitro* antifungal etkinliklerinin belirlenmesi. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(1): 46-56.

- Lim L, Mohd MH, Zakaria L (2019) Identification and pathogenicity of *Diaporthe* species associated with stem end rot of mango (*Mangifera indica*). Eur. J. Plant Pathol. 155: 687-696.
- Mostert L, Halleen F, Fourie P, Crous PW (2006) A review of *Phaeoacremonium* species involved in Petri disease and esca of grapevines. Phytopathol. Mediterr. 45: 12-29.
- Rawnsley B, Wicks TJ, Scott ES, Stummer BE (2004) *Diaporthe perijuncta* does not cause *Phomopsis* cane and leaf spot disease of grapevine in Australia. Plant Dis. 88: 1005-1010.
- Reis P, Pierron M, Laignon P, Lecomte P, Abou-Mansour E, Farine S, Bertsch C, Jacques A, Trotel-Aziz P, Rego C, Fontaine F (2019) *Vitis* methods to understand and develop strategies for diagnosis and sustainable control of grapevine trunk diseases. Phytopathology 109: 916-931.
- Srivastava P, Andersen PC, Marois JJ, Wright DL, Srivastava M, Harmon PF (2013) Effect of phenolic compounds on growth and ligninolytic enzyme production in *Botryosphaeria* isolates. Crop Prot. 43: 146-156.
- Sosnowski M, Lardner R, Wicks T, Scott E (2005) A rapid method of screening grapevine cultivars for susceptibility to *Eutypa* dieback. The Australian and New Zealand Grapegrower & Winemaker 2: 14-16.
- Urbez-Torres JR (2011) The status of *Botryosphaeriaceae* species infecting grapevines. Phytopathol. Mediterr. 50: 5-45.



Comparing hot air drying kinetics and color quality of organic and conventional sweet red peppers

Organik ve konvansiyonel tatlı kırmızı biberlerin sıcak hava kurutma kinetiği ve renk kalitesinin karşılaştırılması

Aysel ARSLAN^{ID}, Yurtsever SOYSAL^{ID}, Muharrem KESKİN^{ID}

Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Biosystems Engineering, Antakya-Hatay, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.747675](https://doi.org/10.37908/mkutbd.747675)

Geliş tarihi /Received:03.06.2020

Kabul tarihi/Accepted:30.06.2020

Keywords:

Organic red pepper, hot-air drying kinetics, modeling, moisture diffusivity, activation energy, color.

✉ Corresponding author: Y. SOYSAL

✉: yurtsever.soysal@gmail.com

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: This study was conducted to compare the hot air drying kinetics and color quality of organically and conventionally produced sweet red peppers.

Methods and Results: The pepper samples were dried at 60, 70 and 80°C using a hot air dryer. Drying kinetics, effective moisture diffusivity (D_{eff}), activation energy (E_a) and color quality were studied. The drying process for both organic (OSRP) and conventional sweet red peppers (CSRP) occurred mainly in falling rate period. Increasing the drying temperature reduced the drying time considerably. Except 60°C, significant difference was found between the drying times of OSRP and CSRP samples. The Midilli model gave the best fit for all data points for pepper types. A positive relationship was found between the drying temperature and D_{eff} values (OSRP: $39.62 \times 10^{-10} - 58.58 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$; CSRP: $38.92 \times 10^{-10} - 57.59 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$). Differences between the D_{eff} values of OSRP and CSRP samples were not significant.

Conclusions: Characteristic drying curve profiles, D_{eff} and E_a values followed the similar trajectory showing that the growing practice of the peppers did not significantly change the structural features related to heat transfer. The hot-air drying at 70°C and 80°C gave brighter and redder pepper powders; hence, these treatments are suggested as the suitable drying applications to produce high quality OSRP and CSRP powders in terms of color quality. By using 80°C instead of 60°C, about 25% and 32% savings in drying times could be obtainable for CSRP and OSRP samples, respectively.

Significance and Impact of the Study: Organic production has an increasing trend in the world; however, research on the evaluation of drying kinetics and color quality of organic products is very limited. Thus, this study aimed at studying appraisal of the drying kinetics and related parameters of CSRP and OSRP samples.

Atif / Citation: Arslan A, Soysal Y, Keskin M (2020) Comparing hot air drying kinetics and color quality of organic and conventional sweet red peppers. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 271-283. DOI: 10.37908/mkutbd.747675

INTRODUCTION

Organic farming offers pesticide residue-free, healthy, and tasty products and carried out in an environmentally-friendly and socially responsible

manner (Bickel and Rossier, 2015). Since organic fruits and vegetables are not subjected to synthetic chemical pesticides and fertilizers, they utilize more metabolic energy to synthesize secondary plant metabolites (Winter and Davis, 2006). Organic products have higher

antioxidant activity, higher concentrations (18–69%) of desirable antioxidants/(poly)phenolics and other plant secondary metabolites and also, lower concentrations of agrochemical residues (75%) and cadmium (48%) which all related to chronic and neurodegenerative diseases and certain cancers (Gomiero, 2018). Brandt et al. (2011) also stated that the content of secondary metabolites in organic produce was 12% higher than that of the conventional samples. Organic farming tends to increase both in the world (31.5 million ha in 2007 and 69.8 million ha in 2017) and in Turkey (0.17 million ha in 2007 and 0.54 million ha in 2017) that ranked 17 in the world in terms of organic farmland (TurkStat, 2018; Lernoud and Willer, 2019).

Peppers (*Capsicum annuum* L.) are grown in open arable farming areas or in greenhouses in almost every region of the world. Pepper fruit is an important source of food, medicinal and industrial products as it is an inexpensive source of vitamins, minerals and fiber (Moraes et al., 2013). It is consumed fresh or dried for the inclusion in spices, pastes, natural colorants, soups, sauces and oleoresin (Soysal et al., 2009). The total chillies and pepper production was about 36.8 million tonnes in the world in 2018 and Turkey ranked third after China and Mexico with 7.1% of the global production (FAOSTAT, 2020). Organic pepper is also produced in significant amounts in Turkey (5558 tonnes in 2018) (TMAF, 2020). Moisture content of fresh agricultural products is reduced by using numerous drying techniques. Modern drying systems are employed to minimize crop losses for better preservation and improve the quality of the dried products as compared to the traditional sun and shade drying. Several factors including drying method, temperature, time and type of product have an impact on the operating costs and final product quality in drying process. High drying temperatures or energies shorten the drying time but they were an important factor resulting in lower quality dried product (Keskin et al., 2018; Keskin et al., 2019). Also, the loss of active ingredients in plants is affected by the drying methods, operating conditions and type of product (Chen and Mujumdar, 2007). Some researchers reported that organic production increased the concentration of phytochemicals in crops whereas some other studies did not demonstrate significant differences between organic and conventional production systems (Sablani et al., 2011). Moreover, the cultivation practices of the agricultural products may affect the phytochemical content, structure, taste, aroma, color and therefore the drying characteristics of the product.

Pepper fruits like many other agricultural products contain very high amount of moisture (up to 90%, wet

basis). Therefore, various postharvest processing techniques like drying, freezing and cold storage techniques are used to lengthen the shelf life and preserve color, valuable vitamins, minerals and nutrients. In Turkey, pepper is dried commonly under open-sun-drying conditions as similar to many places in the world (Soysal et al., 2018). In this method, the drying period of pepper is about 7 to 20 days in summer months (Hwang et al., 2017). However, this method has some drawbacks such as inability to properly control the drying operation, longer drying times, inability to process large quantity of products, weather uncertainties, higher labor costs, large area requirement, insect infestation, contamination with dust and foreign materials, etc. (Nasiroglu and Kocabiyik, 2007; Soysal et al., 2009; Fadhel et al., 2014). On the other hand, even if various modern drying techniques like osmotic, microwave, infrared, fluidized-bed, refractance window, ultrasound and freeze drying have been developed, hot air drying is still the most commonly used method.

Asami et al. (2003) compared the impacts of freeze drying, air-drying and flash freezing on the total phenolic and ascorbic acid content of marionberry, strawberry and corn grown under organic, conventional and sustainable agricultural practices. Sablani et al. (2011) studied the effects of air and freeze drying on the phytochemical content and moisture diffusivity of conventional and organic berries. They concluded that air-drying resulted in considerable changes in phytochemicals in both conventionally and organically grown berries whereas freeze drying improved the retention of phytochemicals. Moreover, it is stated that conventional berries (Meeker1 and Duke) showed higher moisture diffusivity than organic fruits, whereas the trend was inverse for the other varieties (Meeker2 and Reka).

Although organic production has an increasing trend in the world, research on the evaluation of drying kinetics and color quality of organic and conventional products is very limited. To our best of knowledge, up to date, there has been no published study comparing the hot-air drying characteristics and color quality of organic and conventionally grown red peppers. Therefore, the aims of this study were to evaluate the impacts of hot-air drying on the drying kinetics and color qualities of organically and conventionally grown sweet red peppers and to model drying kinetic data mathematically.

MATERIALS and METHODS

Sweet Red Pepper Samples

Sweet red peppers (*Capsicum annuum* L., Kapiatype, Diyar F1 cultivar) grown in organic and conventional farming methods under greenhouse conditions near Erdemli, Mersin, Turkey (36.6115N, 34.2624E) were used in the study. This type of pepper is produced in Turkey. The peppers were hand harvested in the red stage. Pepper samples were stored at +4°C until drying experiments. The water contents of fresh peppers were evaluated by using standard oven method (drying at 103°C for 24 h). Before drying experiments, three samples were used for moisture content determination. The average initial wet based (w.b) moisture contents of the organic and conventional pepper samples were 91.80%±0.40 (w.b.) and 91.83%±0.39 (w.b.), respectively.

Hot Air Drying Procedure

Schematic view of the experimental hot-air dryer used in the drying experiments was shown in Figure 1 (Soysal et al., 2009). The dryer consisted of three main units; an air heater based on electric resistance, a radial fan and a drying cabin. A digital balance (Sartorius TE3102S,

Germany, 3100, accuracy: 0.01 g) was placed under the rotating glass tray (diameter: 31 cm, mass: 1150 g) to continuously measure the mass of the material being dried without stopping the drying procedure. Mass of pepper samples and the air temperature inside the drying cabin were recorded at every minute during the drying process. Heated air with an airflow speed of about 1.25-1.50 m s⁻¹ was forced to move around the sample and leave out of the drying cabin.

In each drying process, the pepper samples were washed with tap water and rinsed with distilled water and then, they were dripped and shredded with a thickness of about 1.43±0.07 mm. Shredded pepper samples were placed evenly and homogeneously in a layer of 7.6±0.07 mm on a glass tray. Seven drying processes at each drying temperature (60, 70 and 80°C) were carried out giving a total of 42 drying trials (organic pepper: 3x7= 21 trials, conventional pepper: 3x7=21 trials). All drying experiments were conducted in an acclimatized laboratory. Moisture loss of the samples with initial loads of about 150 g was recorded at one minute intervals. All drying experiments were terminated as the pepper samples reached to a moisture content of about 0.10 kg [H₂O] kg⁻¹ [DM].

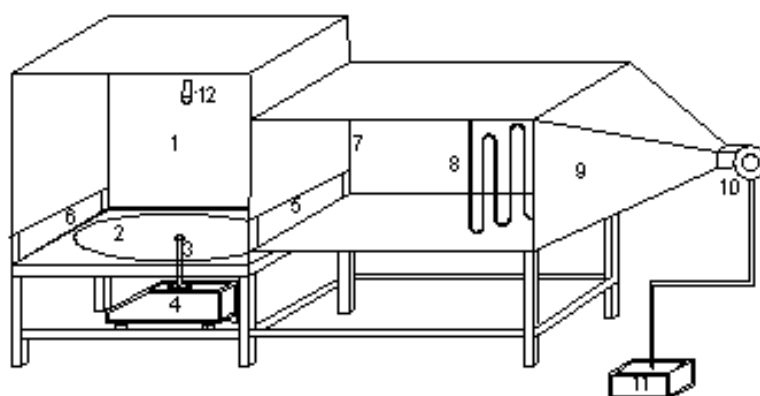


Figure 1. Experimental hot air drying system. 1: hot air drying chamber; 2: rotating glass tray; 3: tray rotating rod; 4: digital balance; 5: hot air entrance; 6: moist air outlet; 7: air heater cabin; 8: electric resistance heaters; 9: air duct; 10: fan; 11: fan speed adjuster; 12: temperature sensor.

Mathematical modeling

The experimental data were fitted to eleven different drying models to determine the most suitable drying equation (Table 1). The equilibrium moisture content (M_e) was assumed to be zero and thus, the moisture ratio (MR) was simplified to M/M_0 instead of $(M-M_e)/(M_0-M_e)$ (Doymaz and Pala, 2002).

Non-linear regression analyses for these eleven drying models were carried out by using SigmaPlot software

(Version 12). The coefficient of determination (R^2), residual sum of squares (RSS) and standard error of estimate (SEE) were used as the primary criteria to select the best equation. These statistical values were calculated as follows:

$$RSS = \sum_{j=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{pre,i})^2 \quad \text{Eq. (1)}$$

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (MR_{exp,i} - MR_{pre,i})^2}{N - 2}} \quad \text{Eq. (2)}$$

where;

$MR_{exp,i}$ is the i^{th} experimental moisture ratio, $MR_{pre,i}$ is the i^{th} predicted moisture ratio and N is the number of observations.

Table 1. Mathematical models applied to the drying curves of the organic and conventional red pepper samples

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

Calculation of the Effective Moisture Diffusivity (D_{eff}) and Activation Energy (E_a)

The effective moisture diffusivity (D_{eff}) was interpreted by using the Fick's second diffusion equation. General equation for the moisture ratio (MR) for slab geometry with the assumptions of moisture migration by diffusion, negligible shrinkage, constant diffusion coefficients and temperature is given below (Crank, 1975):

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{1}{(2i+1)^2} \exp\left[-\frac{(2i+1)^2 \pi^2 D_{eff} t}{4L^2}\right] \quad \text{Eq. (3)}$$

where;

MR is the moisture ratio,

M is the moisture content,

M_0 is the initial moisture content,

M_e is the equilibrium moisture content,

D_{eff} is the effective moisture diffusivity ($m^2 s^{-1}$),

L is the half thickness of the samples (m),

i is a positive integer and

t is time (s).

For long drying periods, Eq. (3) can be further simplified as follows (Wang et al., 2007):

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

The D_{eff} values were calculated by plotting the experimental $\ln(MR)$ data against drying time so the plot gives a straight line with a slope as $K = \pi^2 D_{eff} / 4L^2$.

The temperature dependency of the effective moisture diffusivity was predicted by using an Arrhenius type equation (Doymaz and Ismail, 2011):

$$D_{eff} = D_0 \exp(-E_a / RT) \quad \text{Eq. (5)}$$

The Eq. (5) can be converted to a linear form as follows:

$$\ln(D_{eff}) = \ln(D_0) - [(E_a/R)(1/T)] \quad \text{Eq. (6)}$$

where;

E_a is the energy of activation ($kJ mol^{-1}$),

R is the universal gas constant ($8.3143 \times 10^{-3} kJ mol^{-1}$),

T is the absolute temperature (K) and

D_0 is the pre-exponential factor of the Arrhenius equation ($m^2 s^{-1}$).

Then, the E_a can be calculated from the slope of the Eq.(6) by plotting $\ln(D_{eff})$ versus $1/T$ ($K_1 = E_a/R$).

Color analysis

Color of fresh and powdered sweet red pepper samples was measured with a chromameter (Minolta CR-400, Osaka, Japan). The CIE $L^*a^*b^*$ color model was used to define the color of the samples. The chromameter was utilized with illuminant C standard and calibrated using its white reflector plate. The color is expressed in three

dimensions ($L^*a^*b^*$) and the meaning of each parameter is as follows (Keskin et al., 2017): L^* : Brightness of the color (0: black, 100: white), a^* : Redness-greenness (-60: green, +60: red), b^* : Yellowness-blueness (-60: blue, +60: yellow). Ground material measurement apparatus was utilized in measuring the color of the samples. Color change of the material was evaluated by using the redness to yellowness ratio (a^*/b^*), total color difference (ΔE^*) and color difference values for each of the three color parameters (ΔL^* , Δa^* , Δb^*) (Soysal et al., 2009):

$$\Delta L^* = L_d^* - L_f^* \quad \text{Eq. (7)}$$

$$\Delta a^* = a_d^* - a_f^* \quad \text{Eq. (8)}$$

$$\Delta b^* = b_d^* - b_f^* \quad \text{Eq. (9)}$$

$$\Delta E^* = [\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}]^{0.5} \quad \text{Eq. (10)}$$

where d and f refers to the dried and fresh products, respectively.

Statistical data analysis

The influence of drying temperatures on drying time and color of organic and conventional sweet red pepper samples were evaluated with a statistics software (SPSS, v.17, IBM, NY, USA) using one-way analysis of variance

(ANOVA) and the means were compared with Duncan's test ($p < 0.05$).

RESULTS and DISCUSSION

Drying Kinetics

The drying time needed to reach to $0.10 \text{ kg [H}_2\text{O] kg}^{-1}$ [DM] final moisture content of the samples decreased with the increasing temperature for both organic (OSRP) and conventional sweet red pepper (CSRP) samples (Figure 2, Table 2). As the drying temperature increased from 60 to 80°C , considerable savings in drying times of OSRP and CSRP samples were observed which reached to about 32% (114 min – 77 min) and 25% (119 min – 89 min), respectively ($p < 0.05$). The drying times of the CSRP samples were 5 to 12 minutes longer as compared to the OSRP samples. Except 60°C , there was significant difference between the drying times of OSRP and CSRP samples ($p < 0.05$).

It was observed that the drying process for both red pepper samples (OSRP and CSRP) took place mainly in the falling rate period after a short warming-up period (Figure 3). The drying rates descended as the moisture content decreased and the curves became steeper as the drying temperature increased.

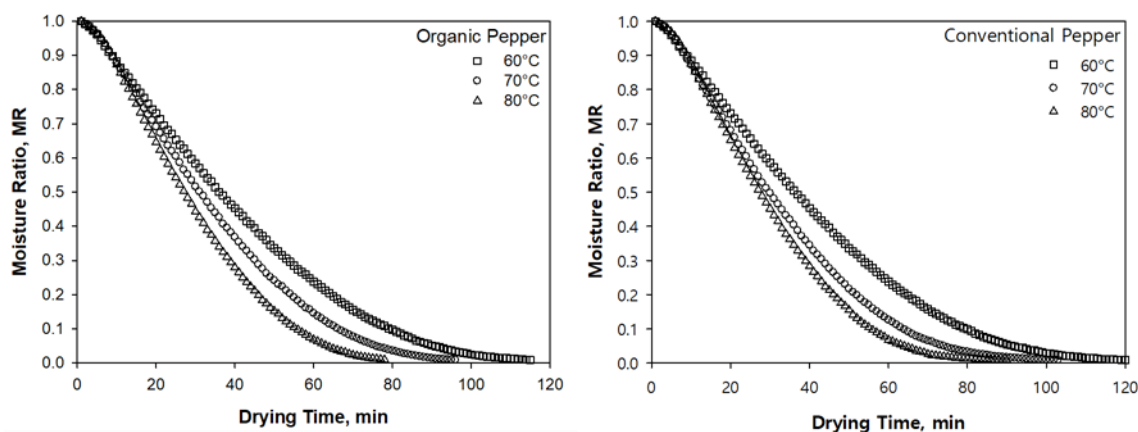


Figure 2. Moisture ratio as a function of drying time for the hot air drying of organic and conventional sweet red pepper samples

Table 2. Effect of hot air drying temperatures on the hot air drying time of organic and conventional sweet red pepper samples

Drying Temp. ($^\circ\text{C}$)	Drying Time (min)	
	Organic Red Pepper	Conventional Red Pepper
60	114.00±5.66 ^d	119.00±8.93 ^d
70	95.00±4.58 ^b	102.00±5.03 ^c
80	77.00±6.71 ^a	89.00±4.36 ^b

Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

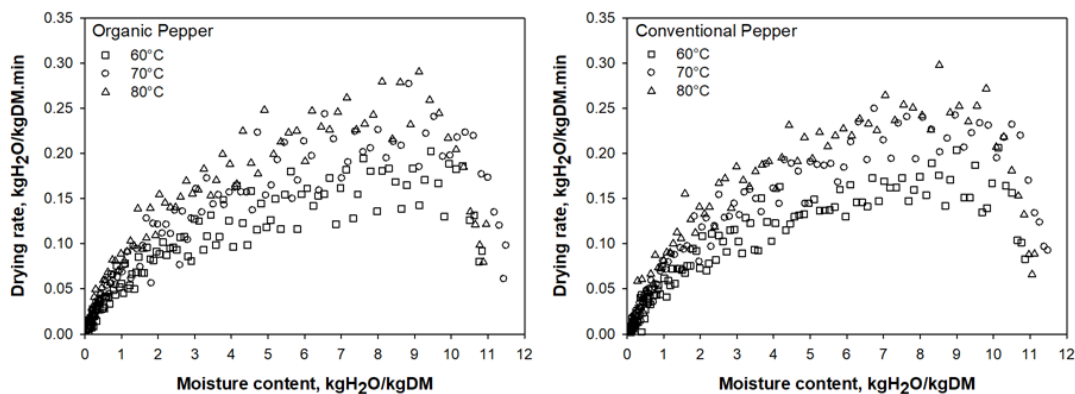


Figure 3. Moisture content versus drying rate curves for the hot air drying of organic and conventional sweet red peppers.

Mathematical modeling of drying curves

The experimental moisture ratios of the red pepper samples during the drying process were fitted against the drying time to compare the fitting ability of eleven different thin layer-drying models given in Table 1. The best descriptive model was determined using three parameters namely highest value for R² and lowest values for RSS and SEE. The best fitting model for both OSRP and CSRP samples was the Midilli model (Model 5) with the values for the R² greater than 0.9995, the SEE of

lower than 0.0076 and the RSS of lower than 0.0058 (Table 3 and Figure 4). As expected, the value of the drying coefficient *k* increased with the increase in drying temperature. These results were in agreement with the drying rate data which followed the similar trends. Figure 5 shows the validation of Midilli model by comparing the predicted and experimental data from all drying experiments. The predicted data closely banded on and around the straight line of the 1:1 ratio.

Table 3. Statistical parameters and model constants for the Midilli model for hot air drying of organic and conventional sweet red pepper

Product	Drying Temp. (°C)	Statistical parameters and model constants					
		R ²	SEE	RSS	k	a	b
Organic red pepper	60	0.9995	0.0071	0.0056	0.0046	0.9817	-0.0003
	70	0.9997	0.0053	0.0026	0.0048	0.9929	-0.0003
	80	0.9998	0.0048	0.0016	0.0051	1.0013	-0.0005
Conventional red pepper	60	0.9995	0.0071	0.0058	0.0046	0.9841	-0.0003
	70	0.9997	0.0059	0.0035	0.0047	0.9906	-0.0001
	80	0.9995	0.0076	0.0050	0.0049	1.0630	-0.0002

Effective Moisture Diffusivity (D_{eff}) and Activation Energy (E_a)

The effective moisture diffusivity (D_{eff}) values increased notably with the increase in drying temperature (Table 4). Increasing drying temperatures accelerated the water molecules and led to faster decrease in the moisture content corresponding to the higher values of diffusivity (Thuwapanichayanan et al., 2011; Darvishi, et al., 2013; Soysal et al., 2018). The D_{eff} values of the OSRP and CSRP samples were found to be 39.62×10⁻¹⁰ – 58.58×10⁻¹⁰ m² s⁻¹ and 38.92×10⁻¹⁰ – 57.59×10⁻¹⁰ m² s⁻¹, respectively (Table 4). The D_{eff} values obtained in this study lay within the range of 10⁻¹¹ to 10⁻⁹ m² s⁻¹ as previously reported for various biological materials

(Saravacos, 1986; Rizvi, 1986; Madamba et al., 1996; Maskan et al., 2002; Wang et al., 2007; Kumar et al., 2011). Also, they were very similar (Kaleemullah and Kailappan, 2005; Kaleemullah and Kailappan, 2006; Vega et al., 2007; Taheri-Garavand et al., 2011), higher (Turhan et al., 1997; Kaymak-Ertekin, 2002; Sanjuán et al., 2003; Vega-Galvez et al., 2008; Scala and Crapiste, 2008; Arslan and Özcan, 2011; Cao et al., 2016; Deng et al., 2018) and lower (Doymaz and Pala, 2002) than that of the red peppers as compared to the findings of some other previous studies (Table 5). The differences could be attributed to differing drying conditions and physical and chemical properties of the dried materials such as cultivar, composition, slice thickness and stage of ripening (Deng et al., 2018).

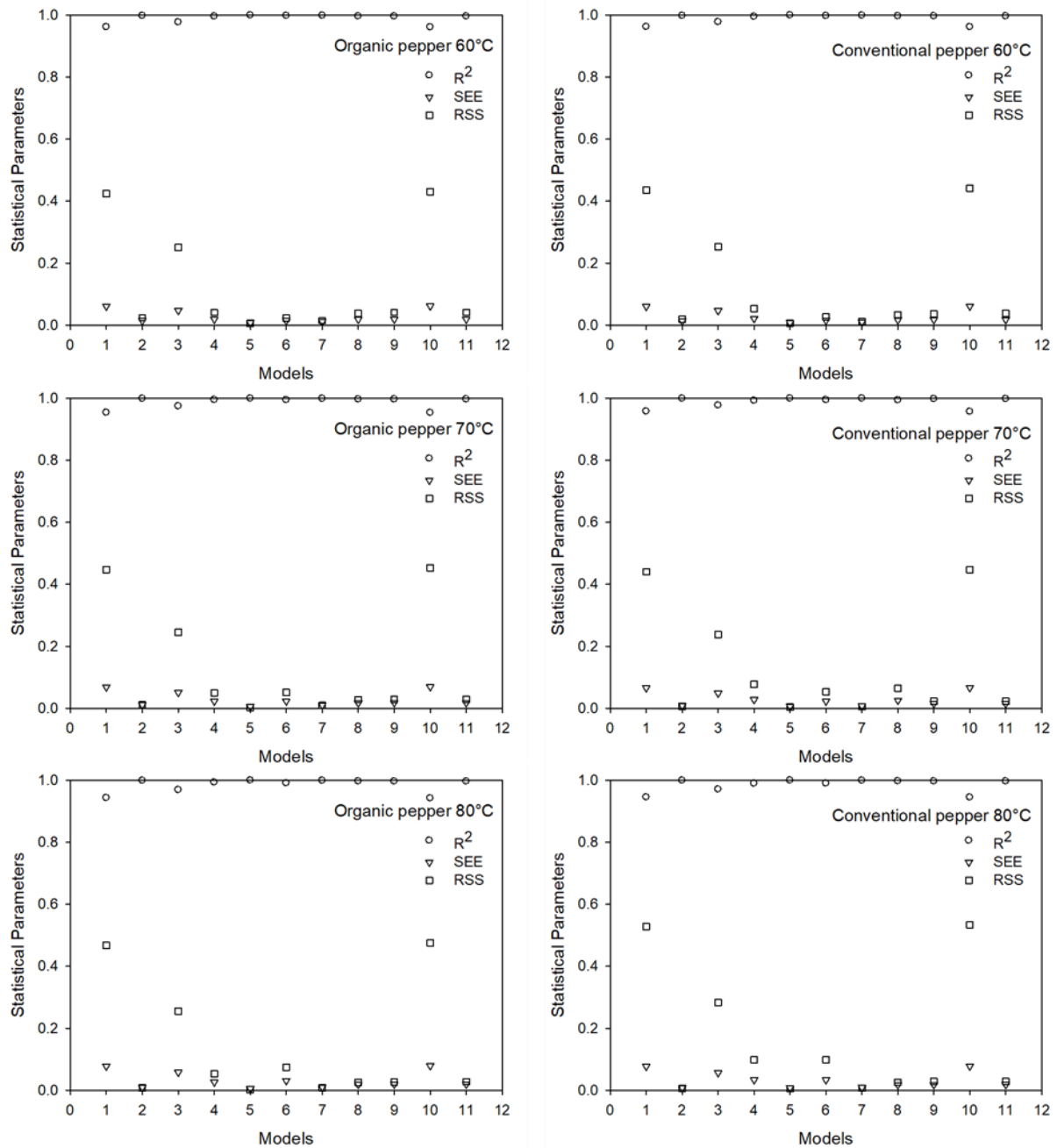


Figure 4. Statistical parameters (R^2 , SEE and RSS) specific to each of the eleven different models for hot air drying of organic and conventional sweet red peppers.

Effective moisture diffusivities of CSRP samples were found slightly lower than that of the OSRP samples. Meanwhile, such a trend in diffusivity values was also observed in the drying rate curves and the drying coefficients (k) of the Midilli model. Sablani et al. (2011) compared the effective moisture diffusivities of conventional and organic berries dried at 65°C by hot air drying and concluded that the conventional fruits (Meeker2 and Reka) had higher D_{eff} values than the organic fruits whereas the trend was reverse for other fruit varieties (Meeker1 and Duke). On the other hand,

the pre-exponential factor of the Arrhenius equation (D_0) signifying moisture diffusivity when temperature goes to infinity (Turhan et al., 1997) was found as almost identical for both product types in the present study (Table 4). Moreover, same trend was observed in the activation energy (E_a) values which was also almost same for OSRP and CSRP samples (Table 5). Activation energy (E_a) was calculated from the slope of the Eq (6) by plotting $\ln(D_{eff})$ against to $1/T$ ($slope = E_a/R$). The plots gave straight lines for the studied temperature range which indicating Arrhenius dependence (Figure 6).

Hence, the E_a values computed from the slope of these lines were 19.12 kJ mol⁻¹ for the OSRP and 19.16 kJ mol⁻¹ for the CSRP samples. This finding suggests that organic or conventional growing practice did not change much

of the structural features related to the heat transfer properties of the pepper. The characteristic drying curve profiles and the extent of D_{eff} values discussed above strongly supports this statement.

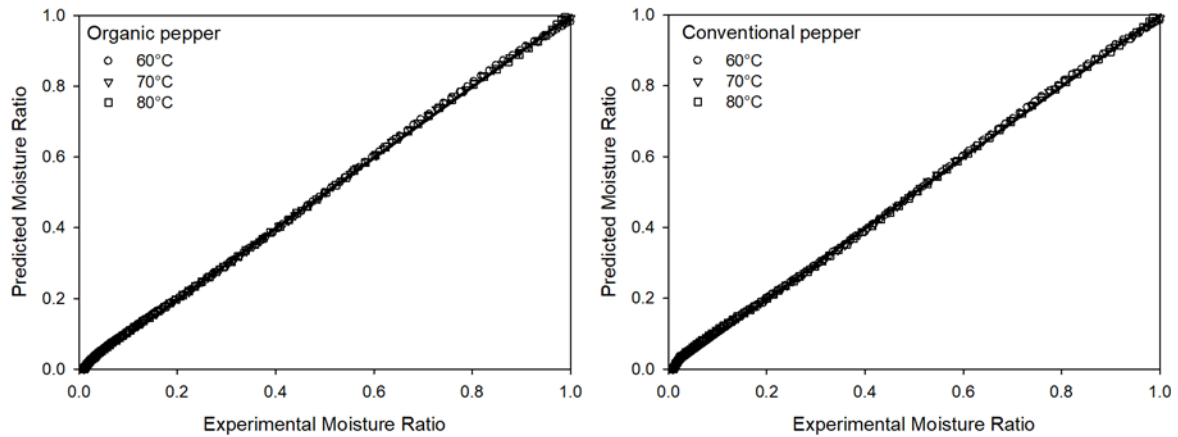


Figure 5. Comparison of the experimental and predicted moisture ratios at various hot air drying temperatures for organic and conventional sweet red peppers

The E_a values of the sweet red pepper samples obtained in this study were within the limits of 12.7-110.0 kJ mol⁻¹ as previously reported for various agricultural products (Zogzas et al., 1996), slightly lower (Scala and Crapiste, 2008; Kaleemullah and Kailappan, 2005; Turhan et al., 1997 and Ramesh et al., 2001) and higher than the E_a values for red peppers reported by various authors (Table 5) (Kaymak-Ertekin, 2002; Doymaz and Pala, 2002; Sanjuán et al., 2003; Kaleemullah and Kailappan, 2006;

Vega et al., 2007; Vega-Galvez et al., 2008; Taheri-Garavand et al., 2011; Cao et al., 2016 and Deng et al., 2018). These differences can be attributed to several factors such as cultivar, physical and chemical properties of the dried material (whole, sliced, shredded), composition, design features of drying equipment, slice thickness, growing conditions, ripening stage, etc.

Table 4. Effective moisture diffusion (D_{eff}) coefficients and activation energies (E_a) of organic and conventional red peppers at different hot air drying temperatures

Product	Drying Temp. (°C)	D_0 ($\times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	D_{eff} ($\times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	Linear equation	R ²
Organic red pepper	60	3.937	39.62	$y = -0.0006770x + 0.593315$	0.948
	70		48.28	$y = 0.0008250x + 0.642557$	0.946
	80		58.58	$y = -0.0010009x + 0.697119$	0.938
Conventional red pepper	60	3.933	38.92	$y = -0.0006650x + 0.573831$	0.958
	70		47.58	$y = -0.0008130x + 0.539205$	0.971
	80		57.59	$y = -0.0009840x + 0.661887$	0.966

Color Data Analysis Results

The color quality data are presented in Table 6 as the means of seven independent measurements from three subsamples with the values after the \pm sign representing the standard deviation. The L*, a* and b* values of the fresh organic (OSRP) and conventional sweet red pepper

(CSRP) samples which represent matte red color were almost same ($p < 0.05$). However, the a*/b* ratio of the fresh OSRP and CSRP samples was significantly different ($p < 0.05$) which means that the color of fresh CSRP samples was deeper in red as compared to the OSRP samples (Table 6).

Table 5. Published data for effective moisture diffusivities (D_{eff}) and activation energies (E_a) of red pepper dried by hot air drying

Product, Drying method	Drying Temp. (°C)	D_{eff} ($\times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$)	E_a (kJ mol^{-1})	Reference
Organic sweet red pepper-shredded, hot air	60-80	39.62-58.58	19.12	The current study
Conventional sweet red pepper-shredded, hot air	60-80	38.92-57.59	19.16	The current study
Red pepper-shredded, hot air	50-80	6.8-17.4	28.4	Turhan et al., 1997
Red pepper-whole, hot air	60	21.64	29.82	Ramesh et al., 2001
Red pepper-sliced, hot air	60	17.13	29.82	Ramesh et al., 2001
Red pepper-sliced, hot air	40-70	0.4-2.0	42.8	Kaymak-Ertekin, 2002
Red pepper-sliced, hot air	60	225	-	Doymaz and Pala, 2002
Red pepper-shredded, hot air	50-70	3.72-9.96	56-61	Sanjuán et al., 2003
Red pepper-whole, hot air	50-70	0.44-1.10	44.0	Sanjuán et al., 2003
Red pepper-whole, hot air	50-65	37.9-55.4	24.5	Kaleemullah and Kailappan, 2005
Red pepper-whole, hot air	50-65	37.8-71.0	37.8	Kaleemullah and Kailappan, 2006
Red-bell pepper-sliced, hot air	50-80	32.0-112.0	39.7	Vega et al., 2007
Red-bell pepper-sliced, hot air	50-90	0.7-3.8	40.8	Vega-Galvez et al., 2008
Red pepper-sliced, hot air	20-50	5.0-8.3	23.4	Scala and Crapiste, 2008
Red bell-sliced, hot air	40-80	17.0-119.0	44.5	Taheri-Garavand et al., 2011
Red-bell pepper, oven	50-70	4.0-13.1	-	Arslan and Özcan, 2011
Red pepper-whole, hot air	60-80	9.6-23.7	44.5	Cao et al., 2016
Red pepper-whole, hot air	50-80	1.4-6.9	48.9	Deng et al., 2018

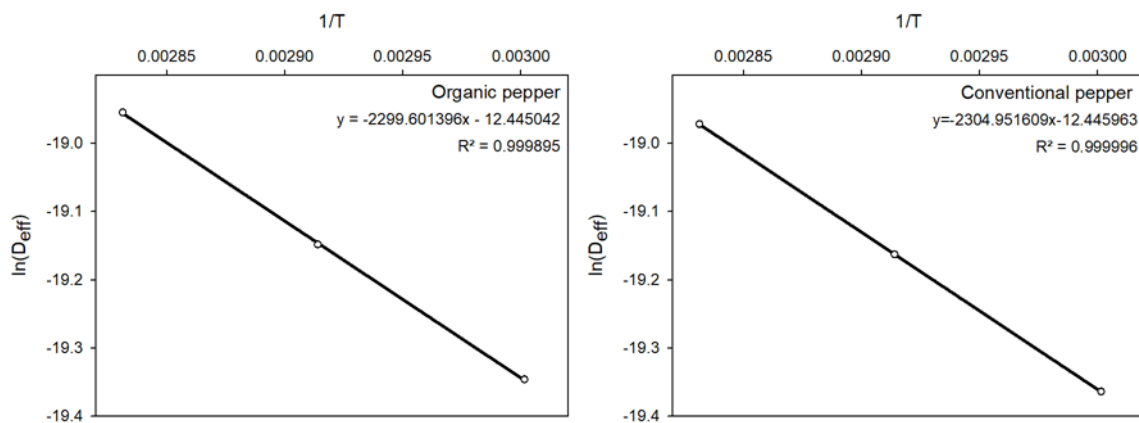


Figure 6. Arrhenius plot for the calculation of activation energy of organic and conventional red pepper samples

A major criterion used in the evaluation of the color quality of dried red peppers was reported as red color intensity (Kim et al., 2002; Topuz et al., 2011) which essentially originates from ketocarotenoids, capsanthin and capsorubin. In addition to this, red peppers with the color of higher brightness and redness and mild yellowness values were reported as more preferable products in view of color quality (Soysal et al., 2005; Ergunes and Tarhan, 2006). It was observed that the L^* values of both organic and conventional fresh samples were notably enhanced after hot-air drying process (p

<0.05). Beside this, except the a^* values of the CSRP samples dried at 60 and 80°C, the a^* and b^* values of the dried samples were significantly higher than the values of the fresh samples ($p < 0.05$). When compared to the values of fresh samples, the b^* values of pepper powders increased about two-fold while the increase in a^* values remained in very limited extent.

Regarding the changes in the color parameters of the powdered pepper samples, hot-air drying at 60°C resulted in the highest color difference values (ΔL^* , Δb^* and ΔE^*) which signifies a brighter orangish-red product

color (Table 7). On the other hand, hot-air drying at 70 and 80°C yielded the lowest ΔE^* and the highest Δa^* and a^*/b^* values for both OSRP and CSRP samples which means that these pepper powders had deeper red color

(Table 6, Table 7). Hence, hot-air drying at 70 and 80°C can be evaluated as the most suitable drying applications for both OSRP and CSRP because these treatments gave brighter and redder red pepper powders.

Table 6. Color data of the fresh and dried-powdered organic and conventional sweet red pepper samples

Product Type	Drying Temp. (°C)	Color Parameters			
		L*	a*	b*	a*/b*
Organic red pepper	Fresh	30.93±0.02 ^a	24.10±0.03 ^a	22.34±0.06 ^a	1.08±0.00 ^d
	60	61.42±0.93 ^c	28.42±0.97 ^c	41.36±0.96 ^e	0.69±0.02 ^b
	70	57.80±0.94 ^b	30.67±0.90 ^e	40.89±0.97 ^{de}	0.75±0.03 ^c
	80	58.24±0.92 ^b	29.77±0.94 ^d	40.42±0.89 ^{cd}	0.74±0.03 ^c
Conventional red pepper	Fresh	30.18±0.02 ^a	25.29±0.04 ^b	21.81±0.06 ^a	1.16±0.00 ^e
	60	65.04±0.7 ^e	25.77±0.97 ^b	39.78±0.98 ^c	0.65±0.02 ^a
	70	61.11±0.91 ^c	28.89±0.77 ^c	39.63±0.87 ^c	0.73±0.02 ^c
	80	62.55±0.92 ^d	26.04±0.24 ^b	37.26±0.89 ^b	0.70±0.02 ^b

Different letters in same column indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

Table 7. Effect of drying temperatures on the difference in color parameters of the powdered organic and conventional sweet red peppers

Product Type	Drying Temp. (°C)	Differences in Color Parameters			
		ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔE^*
Organic red pepper	60	30.48±0.93 ^b	4.32±0.97 ^b	19.02±0.96 ^c	36.21±0.77 ^b
	70	26.87±0.94 ^a	6.57±0.90 ^c	18.55±0.97 ^{bc}	33.32±1.06 ^a
	80	27.31±0.92 ^a	5.67±0.94 ^c	18.08±0.89 ^{bc}	33.25±1.21 ^a
Conventional red pepper	60	34.86±0.73 ^d	0.47±0.97 ^a	17.97±0.98 ^{bc}	39.24±0.64 ^c
	70	30.93±0.91 ^b	3.59±0.77 ^b	17.82±0.87 ^b	35.89±1.01 ^b
	80	32.37±0.92 ^c	0.75±0.24 ^a	15.45±0.89 ^a	35.89±0.85 ^b

Different letters in same column indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

CONCLUSIONS

The results of this research revealed that the entire hot air drying process for both organic (OSRP) and conventional pepper samples (CSRP) occurred mainly in falling rate period. Increasing the drying temperature decreased the drying time considerably. Except 60°C, significant difference was found between the drying times of OSRP and CSRP samples. Regarding the drying models, the Midilli model gave the best results for all data points for OSRP and CSRP samples. The value of the drying coefficient k increased with the increase in drying temperature.

A positive relationship was found between the drying temperature and effective moisture diffusivity (D_{eff}). The D_{eff} values of OSRP and CSRP samples were $39.62 \times 10^{-10} - 58.58 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ and $38.92 \times 10^{-10} - 57.59 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, respectively. There was no remarkable difference between the D_{eff} values of OSRP and CSRP samples dried at 60, 70 and 80°C. Beside this, the pre-exponential

factor of the Arrhenius equation (D_0) was found as almost identical for both OSRP and CSRP samples. Moreover, same trend was observed in the activation energy (E_a) values which were also almost same for the OSRP ($19.12 \text{ kJ mol}^{-1}$) and CSRP ($19.16 \text{ kJ mol}^{-1}$) samples. The trends in the characteristic drying curve profiles, D_{eff} and E_a values showed that the organic or conventional growing practice of the red pepper did not alter much of the structural features related to the heat transfer properties of the product.

Because the hot-air drying at 70 and 80°C gave brighter and redder pepper powders, these drying treatments can be suggested as the most suitable drying applications for both OSRP and CSRP samples. In addition, by using hot air drying at 80°C instead of 60°C, about 25% and 32% savings in drying times for CSRP and OSRP samples could be obtainable.

ÖZET

Amaç: Bu çalışma organik ve konvansiyonel olarak üretilen tatlı kırmızı biberlerin sıcak hava kurutma

kinetiklerini ve renk kalitesini karşılaştırmak için yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Biber örnekleri, sıcak hava kurutucuda 60, 70 ve 80°C'de kurutuldu. Kurutma kinetiği, efektif nem difüzyonu (D_{eff}), aktivasyon enerjisi (E_a) ve renk kalitesi incelenmiştir. Hem organik (OTKB) hem de konvansiyonel tatlı kırmızı biberler (KTKB) için kurutma işlemi temel olarak azalan hızlı kurutma periyodunda gerçekleşmiştir. Kurutma sıcaklığının arttırılması, kuruma süresini önemli ölçüde azaltmıştır. 60°C haricinde, OTKB ve KTKB örneklerinin kuruma süreleri arasında önemli bir fark bulunmuştur. Midilli modelinin biber tipleri için tüm veri noktalarına en uygun verileri sağladığı tespit edilmiştir. Kurutma sıcaklığı ve D_{eff} değerleri arasında (OTKB için 39.62×10^{-10} - $58.58 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ ve KTKB için 38.92×10^{-10} - $57.59 \times 10^{-10} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$) pozitif bir ilişki bulunmuştur. D_{eff} değerleri bakımından OTKB ve KTKB arasında dikkate değer bir fark bulunmamıştır.

Genel Yorum: Karakteristik sıcak hava kurutma eğrisi profilleri, D_{eff} ve E_a değerlerinin OTKB ve KTKB için benzer eğilimi izlediği ve kırmızı biberin yetiştirilme yönteminin ısı transferi ile ilgili yapısal özelliklerini önemli ölçüde değiştirmedeği görülmüştür. 70°C ve 80°C'de sıcak hava ile kurutma, daha parlak ve daha kırmızı biber tozları sağladığından bu uygulamalar renk kalitesi açısından yüksek kaliteli OTKB ve KTKB tozları üretmek için uygun kurutma uygulamaları olarak önerilmektedir. 60°C yerine 80°C kullanılarak KTKB ve OTKB örnekleri için kurutma sürelerinde yaklaşık %25 ve %32 tasarruf sağlanabilmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Organik üretim dünyada giderek artan bir eğilime sahiptir; ancak organik ürünlerin kurutma kinetikleri ve renk kalitesi ile ilgili araştırmalar çok sınırlıdır. Bu nedenle, bu çalışmada OTKB ve KTKB örneklerinin kurutma kinetiği ve ilgili parametreleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Organik kırmızı biber, sıcak hava kurutma kinetiği, modelleme, nem difüzyonu, aktivasyon enerjisi, renk.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank Dr. Yunus Emre Sekerli for his assistance during the experiments.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest for this study.

AUTHOR'S CONTRIBUTIONS

The contribution of the authors is equal.

REFERENCES

- Arslan, D, Ozcan, MM (2011). Dehydration of red bell-pepper (*Capsicum annuum* L.): Change in drying behavior, colour and antioxidant content. Food and Bioproducts Processing, 89: 504-513.
- Asami DK, Hong YJ, Barrett DM, Mitchell AE (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. J. Agri Food Chem. 51: 1237–1241.
- Bickel R, Rossier R (2015). Sustainability and quality of organic food. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) and the Organic Research Centre, Elm Farm (ORC).
- Brandt K, Leifert C, Sanderson R, Seal CJ (2011). Agroecosystem management and nutritional quality of plant foods: the case of organic fruits and vegetables. Crit. Rev. Plant. Sci. 30(1-2): 177-197.
- Cao Z, Zhou L, Bi J, Yi J, Chen Q, Wu X, Zheng J, Li S (2016). Effect of different drying technologies on drying characteristics and quality of red pepper (*Capsicum frutescens* L.): a comparative study. J. Sci. Food Agric. 96: 3596-3603.
- Chen G, Mujumdar AS (2007) Drying of herbal medicines and tea, In: Handbook of Industrial Drying (Ed. Mujumdar AS), CRC Press: Boca Raton, FL, pp. 635–646.
- Crank J (1975). Mathematics of Diffusion. 2nd ed. Oxford University Press, London, pp. 414.
- Darvishi H, Khoshtaghaza MH, Najafi G, Nargesi F (2013) Mathematical modeling of green pepper drying in microwave-convective dryer. J. Agric. Sci. Tech. 15: 457-465.
- Deng LZ, Yang XH, Mujumdar AS, Zhao JH, Qian DW, Zhang JW, Gao ZJ, Xiao HW (2018) Red pepper (*Capsicum annuum* L.) drying: Effects of different drying methods on drying kinetics, physicochemical properties, antioxidant capacity, and microstructure. Dry Tech. 36(8): 893-907.
- Diamente LM, Munro PA (1993). Mathematical modeling of the thin layer solar drying of sweet potato slices. Solar Energy, 51: 271-276.
- Doymaz I, Pala M (2002). Hot-air drying characteristics of red pepper. J. Food Eng. 55: 331–335.
- Doymaz I, Ismail O (2011) Drying characteristics of sweet cherry. Food and Bioproducts Processing, 89: 31–38.
- Ergunes G, Tarhan S (2006) Color retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. J. Food Eng. 76: 446–452.

- Ertekin C, Yaldiz O (2004). Drying of eggplant and selection of a suitable thin layer drying model. *J. Food Eng.* 63: 349-359.
- Fadhel A, Kooli S, Farhat A, Belghith A (2014) Experimental study of the drying of hot red pepper in the open air, under greenhouse and in a solar drier. *Int. J. Renew. Energy Biof.* Article ID: 515285, pp 14.
- FAOSTAT (2020). Crop statistics database. Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy. Retrieved April 13, 2020, from www.fao.org/faostat.
- Gomiero T (2018) Food quality assessment in organic vs. conventional agricultural produce: Findings and issues. *App. Soil. Ecol.* 123: 714–728.
- Hwang IM, Choi JY, Nho EY, Lee GH, Jamila N, Khan N, Jo CH, Kim KS (2017). Characterization of red peppers (*Capsicum annuum*) by high-performance liquid chromatography and near-infrared spectroscopy. *Analy. Letters*, 50(13): 2090-2104.
- Jain D, Pathare PB (2004) Selection and evaluation of thin layer drying models for infrared radiative and convective drying of onion slices. *Biosys. Eng.* 89: 289-296.
- Kaleemullah S, Kailappan R (2005) Drying Kinetics of Red Chillies in a Rotary Dryer. *Biosys. Eng.* 92(1): 15–23.
- Kaleemullah S, Kailappan R (2006) Modeling of Thin-Layer Drying Kinetics of Red Chillies. *J. Food Eng.* 76(4): 531–537.
- Kaymak-Ertekin F (2002) Drying and rehydrating kinetics of green and red peppers. *J. Food Sci.* 67(1): 168–175.
- Keskin M, Setlek P, Demir S (2017) Use of color measurement systems in food science and agriculture. *International Advanced Researches & Engineering Congress*. November 16-18, Osmaniye, Turkey. pp 2350-2359.
- Keskin M, Soysal Y, Arslan A, Sekerli YE, Celiktaş N (2018) Predicting drying temperature of infrared-dried pepper powders using FT-NIRS and chromameter. *International Conference on Energy Research*, November 1-2, Alanya, Turkey. pp 305-319.
- Keskin M, Soysal Y, Sekerli YE, Arslan A, Celiktaş N (2019). Assessment of applied microwave power of intermittent microwave-dried carrot powders from colour and NIRS. *Agronomy Research*. 17(2):466-480.
- Kim S, Park JB, Hwang IK (2002) Quality attributes of various varieties Korean red pepper powders (*Capsicum annuum* L.) and color stability during sunlight exposure. *J. Food Sci.* 67: 2957–2961.
- Kumar N, Sarkar BC, Sharma HK (2011) Effect of air velocity on kinetics of thin layer carrot pomace drying. *Food Sci. Tech. Int.* 17: 439–447.
- Lernoud J, Willer H (2019) Organic agriculture worldwide: Key results from the FiBL survey on organic agriculture worldwide Part 3: Organic agriculture in the regions. *Research Institute of Organic Agriculture (FiBL)*, Frick, Switzerland.
- Madamba PS, Driscoll RH, Buckle KA (1996) The thin-layer drying characteristics of garlic slices. *J. Food Eng.* 29(1): 75–97.
- Maskan A, Kaya S, Maskan M (2002). Hot air and sun drying of grape leather (pestil). *J. Food Eng.*, 54: 81-88.
- Midilli A, Kucuk H, Yapar Z (2002) A new model for single-layer drying. *Drying Tech.* 20: 1503-1513.
- Moraes ICF, Sobral PJA, Branco IG, Gomide CA (2013) Dehydration of “dedo de moça” pepper: kinetics and phytochemical concentration. *Cienc Tecnol. Aliment. Campinas*, 33(Supl.1): 134-141.
- Nasiroglu S, Kocabiyik H (2007) Thin-layer infrared radiation drying of red pepper slices. *J. Food Process Eng.* 33: 1-16.
- Ramesh MN, Wolf W, Tevini D, Jung G (2001) Influence of processing parameters on the drying of spice paprika. *J. Food Eng.* 49: 63–72.
- Rizvi SSH (1986) Thermodynamic properties of foods in dehydration, In *Engineering Properties of Foods* (Eds. Rao MA, Rizvi SSH), Marcel Dekker, New York, pp. 190-193.
- Sablani SS, Andrews PK, Davies NM, Walters T, Saez H, Bastarrachea L (2011) Effects of air and freeze drying on phytochemical content of conventional and organic berries. *Drying Tech.* 29:205–216.
- Sanjuan N, Lozano M, Garcia-Pascual P, Mulet A (2003) Dehydration kinetics of red pepper (*Capsicum annuum* L. var Jaranda). *J. Sci. Food Agric.* 83: 697–701.
- Saravacos GD (1986) Mass transfer properties of foods, In: *Engineering properties of foods* (Eds. Rao MA, Rizvi SSH), New York, Marcel Dekker Inc. pp 89-132.
- Scala DK, Carpiste G (2008) Drying kinetics and quality changes during drying of red pepper. *LWT*, 41: 789–795.
- Soysal Y, Ayhan Z, Eştürk O, Arıkan MF (2009) Intermittent microwave–convective drying of red pepper: Drying kinetics, physical (colour and texture) and sensory quality. *Biosys Eng.* 103(4): 455-463.
- Soysal Y, Keskin M, Arslan A, Sekerli YE (2018) Infrared drying characteristics of pepper at different maturity stages. *International Conference on Energy Research*, November 1-2, Alanya, Turkey. pp 293-304.
- Soysal Y, Oztekin S, Eren Ö (2006) Microwave drying of parsley: Modelling, kinetics, and energy aspects. *Biosys. Eng.* 93: 403-413.

- Soysal Y, Oztekin S, Isikber AA, Duman AD, Dayısoylu KS (2005) Assessing the colour quality attributes of Turkish red chilli peppers (*Capsicum annuum* L.) and colour stability during storage. Proceedings of the 9th International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture. September 27-29, Izmir, Turkey, pp. 99–104.
- Taheri-Garavand A, Rafiee S, Keyhani A (2011) Study on effective moisture diffusivity, activation energy and mathematical modeling of thin layer drying kinetics of bell pepper. Australian J. Crop. Sci. 5(2): 128-131.
- Thuwapanichayanan R, Prachayawarakorn S, Kunwisawa J, Sophonronarit S (2011) Determination of effective moisture diffusivity and assessment of quality attributes of banana slices during drying. LWT, 44(6): 1502-1510.
- TMAF (2020) Organic agriculture production statistics of year 2018. Turkish Ministry of Agriculture and Forestry (TMAF). Retrieved May 17, 2020, from: www.tarimorman.gov.tr
- Topuz A, Dincer C, Özdemir KS, Feng H, Kushad M (2011) Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicinoids of paprika (Cv., Jalapeno). Food Chem. 129: 860–865.
- Turhan M, Turhan KN, Sahbaz F (1997) Drying kinetics of red pepper. J. Food Process Preserv. 21: 209–223.
- TurkStat (2018) Organic crop production statistics - 2018. Turkish Statistical Institute (TurkStat).
- Vega A, Fito P, Andres A, Lemus R (2007) Mathematical modeling of hot-air drying kinetics of red bell pepper (var. Lamuyo). J. Food Eng. 79: 1460–1466.
- Vega-Galvez A, Lemus-Mondaca R, Bilbao-Sainz C, Yagnam F, Rojas A (2008) Mass transfer kinetics during convective drying of red pepper var. Hungarian (*Capsicum annuum* L.): mathematical modeling and evaluation of kinetic parameters. J. Food Process Eng. 31: 120–137.
- Verma LR, Bucklin RA, Endan JB, Wratten FT (1985) Effects of drying air parameters on rice drying models. Trans. ASAE, 28: 296-301.
- Wang CY, Singh RP (1978) A single layer drying equation for rough rice. Trans ASAE paper no. 3001.
- Wang Z, Sun J, Chen F, Liao X, Hu X (2007) Mathematical modeling on thin layer microwave drying of apple pomace with and without hot-air pre-drying. J. Food Eng. 80: 536-544.
- Winter CK, Davis SF (2006) Organic foods. J. Food Sci. 71(9): R117-R124.
- Yagcioglu A, Degirmencioglu A, Cagatay F (1999) Drying characteristics of laurel leaves under different drying conditions. Proceedings of 7th International Congress on Agricultural Mechanization and Energy in Agriculture, May 26-27, Adana, Turkey. pp 565-569.
- Zogzas, N.P., Maroulis, Z.B., Marinos-Kouris, D., 1996. Moisture diffusivity data compilation in foodstuffs. Dry. Technol. 14(10): 2225–2253.



Sinop Karasu Çayı fizikokimyasal özellikleri ve mikrobiyolojik kirliliğinin araştırılması

Assessment of Sinop Karasu Stream's physicochemical properties and microbiological pollution

Ayşe GÜNDOĞDU¹ , Uğur ÇARLI² 

¹Sinop University, Faculty of Fisheries, Department of Hydrobiology, Sinop, Turkey.

²Sinop University, Scientific and Technological Researches Center, Sinop, Turkey.

MAKALE BİLGİSİ / ARTICLE INFO

Makale tarihçesi / Article history:

DOI: [10.37908/mkutbd.690179](https://doi.org/10.37908/mkutbd.690179)

Geliş tarihi /Received:17.02.2020

Kabul tarihi/Accepted:29.06.2020

Keywords:

Coliform, creek, river, pollution, water quality, Karasu Stream, Black Sea.

✉ Corresponding author: Ayşe GÜNDOĞDU

✉: aysegundog57@sinop.edu.tr

Ö Z E T / A B S T R A C T

Aims: Increasing urbanization and socio-economic activities day by day cause pollution and degradation of natural resources in the universe. The study was carried out to determine the water quality of Karasu Stream, which originates from the Gündüzlü Forests of Küre Mountains in the Black Sea Region and flows from the Akliman coast to the Black Sea, 8 km west of Sinop.

Methods and Results: Karasu Stream's temperature, carbon dioxide, pH, alkalinity, dissolved oxygen, conductivity, oxidation-reduction potential, chloride, biological oxygen demand, ammonium nitrogen, hydrogen sulfide, organic matter, total suspended solids parameters, and total coliform and fecal coliform values were investigated. The seasonal condition was revealed by monitoring every month from May 2014 to April 2015. The total coliform and fecal coliform load of Karasu Stream was determined in the lowest winter season (station 2) and the highest summer season (station 1). The analysis of water samples showed that the mean values of BOI₅, NH₄⁺-N, OM, Toplam coliform ve Fekal coliform were statistically significant both between seasons and between stations ($P < 0.05$). Also, while temperature, CO₂, pH, DO, alkalinity and H₂S values were differed significantly from season to season ($P < 0.05$), there was no difference between stations ($P > 0.05$).

Conclusions: When the research results are compared with the Surface Water Quality Regulation, the classes of Total coliform (Class II-III) and Fecal coliform (Class II-III) load of river water are determined. It was determined that the water source's DO value was low and H₂S, F. Coliform values were high. This strengthens the likelihood that eutrophication may start or increase in the water supply.

Significance and Impact of the Study: In order to ensure the sustainability of water resources, it is necessary to prevent further deterioration of aquatic environments, and ensuring the protection of water resources may be possible by bringing the issue to the fore.

Atf / Citation: Gündoğdu A, Çarlı U (2020) Sinop Karasu Çayı Fizikokimyasal Özellikleri ve Mikrobiyolojik Kirliliğinin Araştırılması. *MKU. Tar. Bil. Derg.* 25(2) : 284-299. DOI: 10.37908/mkutbd.690179

GİRİŞ

Su, tüm canlı organizmalar için gerekli olan spesifik, doğal ve hem tüketilebilir hem de yenilenebilir bir kaynaktır. Çünkü belirli bir yerde ve zamanda

tüketildiğinde veya çok kirletildiğinde, miktarı ve kalitesi uygun koşullar altında geri kazanılabilir (Bogdal ve ark., 2016). Bugün, dünyadaki tüm su kaynakları kirlilik ve yok olma riskiyle karşı karşıyadır. Bu durum turizm faaliyetleri, evsel ve endüstriyel atıklar ile

ilişkilendirilebilir. Ayrıca, küresel ısınmanın getirdiği iklim değişiklikleri ve kuraklık nedenler arasında gösterilebilir. Bu olumsuz faktörlerin sonucu olarak, su kaynakları hızla azalmaktadır (Küçük, 2007). Bu nedenle, uygun su durumunun korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması giderek önem kazanmaktadır.

Yeryüzü sularının kalitesi doğal çevre ve insanlar için oldukça önemlidir ve suların spesifik fiziksel, biyolojik, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Kanownik ve Rajda, 2011; Napieralska ve Gołdyn, 2013). Ayrıca, yüzey ve yeraltı suyu yapısı için; ayrışma, hidrolizlenme, çözünme, adsorpsiyon, sedimentasyon, iyon değişimi, indirgeme ve oksidasyon prosesleri gibi kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar önemli kontrol faktörleridir (Wu ve ark., 2014). CO₂, ORP, PH, toplam askıda katı madde, alkalinite ve hidrojen sülfid, organik madde, amonyum ve nitrat gibi fizikokimyasal parametrelerin değerlendirilmesi, genellikle su kalitesinin yönetmelik ilkelerini belirlemede ve sınıflandırılmasında esas alınmaktadır (Anonymous, 1997a; Abreu-Acosta ve Vera 2011).

Sudaki indikatör mikroorganizmaların varlığı, suyun insanlardan veya başka bir sıcak kanlı hayvandan gelen fekal malzeme ile kontamine olduğunu açıklamaktadır. Bu tür bir kontaminasyon, hayvanların bağırsak sisteminde meydana gelen herhangi bir normal flora veya patojenik mikroorganizmaların da oluşturulabileceği anlamına gelmektedir (Al-Bahry ve ark., 2009; Hamzah ve ark., 2011; Mostafa ve ark., 2013; Singh ve ark., 2019). Yüzey sularındaki virüslerin yüksek yayılımı, kronik bir kirlilik probleminin ve insanlar için potansiyel risk oluşabileceğinin göstergesidir (Lipp ve ark., 2001). İndikatör mikroorganizmalar, koliform bakterilerdir ve F. koliform ve fekal olmayan koliform olarak ikiye ayrılır. Dışkı tipi, insan bağırsak sisteminde ve diğer sıcak kanlı hayvanlarda bulunan normal flora olan *Escherichia coli* türüdür. Fekal olmayan tip, doğada yaygın olarak bulunan ve bazen sıcak kanlı organizmaların bağırsak sisteminde bulunan *Enterobacter aerojenleri* içerir (Anonymous, 1997a; Al-Bahry ve ark., 2009; Abreu-Acosta ve Vera, 2011). Kirli su ortamında bulunan bağırsak bakterileri, göçmen balık türlerini, hareketli balık türlerini ve yerleşik kabukluları kirletebilirler. Çift kabuklular filtre besleyicilerdir, kanalizasyon kirliliğinden etkilenen sularda patojenik mikroorganizmaları dokularında yüksek sayıda konsantrasyon edebilirler (Ward ve Hackney, 1991; Kilinc ve Besler, 2014).

Su ekosisteminde bulunan mikroorganizmalar ya çeşitli yollarla suya karıştırılır ya da çevresel koşullarla oluşurlar. Mikroorganizmalar atmosferden ve topraktan doğal sulara gelebilir ve aynı zamanda endüstriyel ve

evsel atık kökenli olabilirler (Elmanama ve ark., 2006; Acehan, 2007; Elmacı ve ark., 2008). Bunlar arasına, *Spillillum*, *Pseudomonas*, *Chromobacter*, *Achromobacter*, *Vibrio*, *Micrococcus* ve *Sarcina'nın* çürükçül üyeleri *Bacillus*, *Enterobacteriaceae* ve *Streptomyces* gibi, *Esherichia coli*, *Salmonella* ve *Vibrio (virgül)*, *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfiringens* gibi patojenler dahil edilebilir. Bu tür mikroorganizmalar su kaynaklarının biyokimyasal yapısında değişikliklerin yanı sıra zararlı, tehlikeli ve hastalığa neden olabilirler (Aksu, 2004; Fakir, 2012; Ayaz, 2015). Genellikle toplam koliformlar, fekal koliformlar ve fekal streptokoklar su kalitesi çalışmalarında kullanılan en yaygın indikatör mikroorganizmalardır (Hamzah ve ark., 2011). *Escherichia* cinsinin üyeleri toplam koliformların % 60'ından fazlasını ve fekal koliformların % 90'ından fazlasını içerirler. En önemli koliform bakterilerden biri *Escherichia coli*'dir. Bu türün çeşitli türleri fırsatçı patojenlerdir ve hastalık nedeni olabilirler (Berber ve Avşar, 2014). Kanalizasyon bakterilerinin yüksek konsantrasyonları, kanalizasyonun çevreye nüfuz etmesi durumunda insan sağlığı için potansiyel bir tehdittir. Bağırsak bakterileri olarak, tifoya neden olanlar da dahil olmak üzere gram negatif bakteriler (*Salmonella*) özel patojenik özellik sergilemektedirler (Hagendorf ve ark., 2000; Sigua ve ark., 2010). Bu mikroorganizmalar ateş, bulantı, kusma, ishal gibi birçok soruna neden olabileceği gibi aynı zamanda ölüm nedeni olabilirler (Salyers ve Whitt, 2012; Augustyn ve ark., 2016).

Doğal sulara özellikle insan ve hayvan dışkılarıyla karışan virüsler ve patojen mikroorganizmalar önemli bir sağlık riski sorunu oluştururlar. Suların hijyenik açıdan kirlenmesinin en önemli nedeni olan virüsler, bakteriler ve diğer hastalık yapıcı organizmalardır. Genellikle hastalıklı veya hastalık taşıyıcı hayvan ve insanların dışkılarından kaynaklanırlar. Bu atıklarla doğrudan temasla veya atıkların karıştığı sulardan dolaylı yollardan bulaşıcı etki ortaya çıkabilir. Rekreatif kullanıma açık sularda ve içme suyu temininde mikrobiyolojik olmak üzere her türlü kirletici ile suların kirlenmesi önemli bir sorun oluşturmaktadır (Kolören ve ark., 2011). Fekal indikatör bakteriler, genellikle kendileri zararlı olmasa da, su kütlesindeki varlıkları diğer patojenik mikroorganizmaların olası varlığını gösterebilir (Burres, 2009). *E. coli* ve *Enterococci* gibi indikatör bakteriler sadece hafif enfeksiyonlara neden olsa da, bunların varlığı insan sağlığı için tehlike arz etmektedir (Majedul Islam ve ark., 2017). Bu nedenle patojenlerle kirlenmiş sular, çeşitli amaçlarla su kaynağı olarak potansiyel kullanımı sınırlar.

Çalışmamızın amacı, Karasu Çayı'nın fizikokimyasal özellikleri ile mikrobiyolojik kirlenmeyi oluşturan bileşenlerinin mevsimsel değişimlerinin gözlemlenmesi ve genel olarak hangi bölgelerde ve hangi mevsimde kirliliğe maruz kaldıklarını belirleyerek, bununla ilgili çözüm önerileri getirmektir. Ayrıca, Karasu Çayı'nın yüzey sularındaki T. koliform ve F. koliform bakteri miktarını değerlendirerek, su kalitesinin seçilen fizikokimyasal değişkenleri ile bu sularda test edilen bakteri gruplarının kantitatif oluşumu arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma Mayıs 2014 – Nisan 2015 tarihleri arasında aylık periyotlar halinde gerçekleştirilmiş olup, sonuçlar mevsimsel olarak hesaplanmıştır. Yerleşim alanlarının ve tarımsal arazilerin yoğun olduğu bölgelerde, özellikle deşarj noktaları dikkate alınarak dört istasyon (1, 2, 3 ve 4) belirlenmiştir. Su örnekleri, nehir boyunca belirlenen istasyonların her birinden; mikrobiyolojik analiz için steril kahverengi cam şişelerle (102 mL) ve fizikokimyasal analizler için mat plastik kaplarla (2.5 L) toplanmıştır. Alınan tüm numuneler güneş ışığından korunarak en kısa zamanda ve soğuk (4°C) zincir yardımı ile laboratuvara nakledilmiştir.

Çalışma Alanının Özellikleri

Karasu Çayı, Karadeniz Bölgesi'ndeki Küre Dağları'ndaki Gündüzlü Ormanlarından doğmaktadır. Güney-kuzey

yönünde hareket eden Karasu Çayı, Erfelek ilçesine kadar uzanmakta ve suları Sinop ilinin 8 km batısındaki Aklıman sahilinden Karadeniz'e boşalmaktadır. Çayın uzunluğu yaklaşık 80 km'dir ve geniş tabanlı bir vadide hareket etmektedir. Çakçak, Çatak, Hasan, Ramlı, Kınık ve Tasnak dereleri Karasu Çayı'nı beslemektedirler (Çarlı, 2015). Karasu Çayı üzerinde yer alan Tatlıca Şelalesi, Erfelek ilçe sınırları ve Tatlıca Köyü içerisinde yer almaktadır. Vadi boyunca merdiven basamakları şeklinde oluşmuş, irili ufaklı 28 adet şelaleden oluşmuştur (Uzun ve ark, 2005). Sinop ilinin içme suyu arıtma tesisi, suyu Karasu Çayı yönünde bulunan Tatlıca şelalesinden temin etmektedir. Karasu Çayı'nı temsil eden, farklı özelliklere sahip dört istasyon belirlenmiştir. 1.İstasyon (İst.): Karasu Çayı'nın denizle birleştiği bölgedir. Sinop şehir merkezindeki Aklıman yerleşim bölgesinde ve bölgenin etkisi altındadır. 2.İst.: Yerleşim alanının arkasında bulunmakta ve Sinop merkez köylerine yakın ve insan faaliyetlerinin yoğun olduğu bölgededir. Ayrıca son zamanlarda Aklıman bölgesi turizm açısından gelişmiş ve nüfus yoğunluğu artmıştır. 3.İst.: Sinop ili Ayancık yolu üzerindeki Karasu köprüsünün altındadır. Bu bölge tarım arazilerinin yoğun olduğu ve hastane atıklarının Karasu çayı'na karışma ihtimalinin olduğu alandır. 4.İst.: Mertoğlu köyü, Sinop merkezine 10 km uzaklıktadır. Tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bir bölgededir. Tarımda kullanılan kimyasalların sulama kanalları ve yağmur suyu ile Karasu Çayı'na ulaşma olasılığı dikkate alınmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Karasu Çayı (Sinop) çalışma alanı ve örnekleme istasyonları (1.İst.: 42°02'19.8"N, 35°02'44.1"E; 2.İst.: 42°01'47.6"N, 35°03'40.9"E; 3.İst.: 42°00'41.1"N, 35°03'29.4"E; 4.İst.: 42°00'41.1"N, 35°03'29.4"E).

Figure 1. Karasu Stream (Sinop) study area and sampling stations (1.İst.: 42°02'19.8"N, 35°02'44.1"E; 2.İst.: 42°01'47.6"N, 35°03'40.9"E; 3.İst.: 42°00'41.1"N, 35°03'29.4"E; 4.İst.: 42°00'41.1"N, 35°03'29.4"E)

Fizikokimyasal Parametreler

Çalışmada, sıcaklık (°C), karbondioksit (CO₂, miligram litre⁻¹; mg L⁻¹), pH, alkalinite (mg L⁻¹), çözülmüş oksijen

(ÇO, mg L⁻¹), iletkenlik (mikrosiemens santimetre⁻¹: µs cm⁻¹), Oksidasyon-Redüksiyon Potansiyeli (ORP: milivolt; mV), klorür (gram litre⁻¹; g L⁻¹), biyolojik oksijen ihtiyacı

(BOI₅, mg L⁻¹), amonyum azotu (NH₄⁺-N, mg L⁻¹), hidrojen sülfür (H₂S, mg L⁻¹), organik madde (OM, mg L⁻¹), toplam askıda katı madde (TAKM, mg L⁻¹) parametreleri seçilmiştir. Sıcaklık, ÇO, pH, ORP, iletkenlik ve klorür ölçümleri örnekleme alanlarında YSI marka çok parametrelili (Professional Plus model) cihazla yapılmıştır. BOI₅, NH₄⁺-N, H₂S, OM ve TAKM ölçümleri ve analizleri, sular için geçerli olan Standart Yöntemler uygulanarak laboratuvar koşullarında yapılmıştır. CO₂ (Bekleme süresi; Bs-1 gün), alkalinite, BOI₅ (Bs-24 saat; 1-5°C'de) ve H₂S (Bs-1hafta, 1-5°C'de, alınır alınmaz 2 mL çinko asetat çözeltisi ilâve edilir, pH ayarlanır) Titrimetrik yöntem, NH₄⁺-N (Bs-1 gün, numuneler yerinde filtre edilir) Spektrofotometrik yöntem (RAYLEIGH UV-726), OM (Bs-7 gün, pH 1-2'ye ayarlanır) ve TAKM (Bs- 2 gün, 1-5°C'de, pH 3'e ayarlanır) için Gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (APHA, 1999; Egemen ve Sunlu 1996; Anonim 2015b).

Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyal analizi için, su numuneleri istasyonlarda steril kaplarda toplanmıştır. Numune kapları, su yüzeyinden 20-30 cm derinliğe kadar baş aşağı batırılmış ve 45° eğimle doldurulmuş ve buzla soğutulmuş koşullar altında laboratuvara taşınmıştır. Mikrobiyal değerlendirme için toplam (T.) koliform ve fekal (F.) koliform (kob 100⁻¹ml⁻¹;100 mililitre'deki koloni sayısı) analizi yapılmıştır (Anonim 2015b). Numuneler 100 ml steril numune kaplarına alınarak 10⁻³ dilüsyon seyreltmesine inilerek 3 paralel olacak şekilde membran filtrasyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Vakum pompası yardımı ile por çapı 0.45 µm olan filtrelerden süzölmüş olup, besiyerlerine filtre kağıtları yerleştirilerek uygun sıcaklıklarda inkübasyona tabi tutulmuştur. Çalışmada T. koliform için ENDO Agar ve F. koliform için m-FC Agar nutrient ped sistemleri kullanılmıştır. Filtreleri içeren ortam; T. koliform için 37±0.1°C ve F. koliform için 44.5±0.1°C'de 24 saatlik bekleme süresinin sonunda değerlendirmeye alınmıştır. ENDO Agar üzerinde gelişen koyu kırmızı, metalik yeşil koloniler T. koliform ve m-FC Agar üzerinde gelişen mavi koloniler fekal koliform olarak belirlenmiştir (Halkman, 2005).

İstatistiksel Analizler

Su kalitesi parametrelerinin istatistiksel analizleri Minitab 18 paket programı ile yapılmıştır. Tüm parametrelerin istasyonlar ve mevsimler arasında farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için iki yönlü ANOVA (varyans analizi) testi uygulanmıştır. Anlamli farklılıkların hangi istasyonlarda ve mevsimlerde olduğunun belirlenmesi amacıyla da "Tukey testi"

uygulanmıştır. Ayrıca örneklerin bazı parametre konsantrasyonları arasındaki ilişkileri değerlendirmek için korelasyon matrisleri oluşturulmuştur. Fizikokimyasal parametreler ile koliform bakterileri arasındaki korelasyon katsayıları değerlendirilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Karasu Çayı koliform bakterileri ve bazı fizikokimyasal parametreler Çizelge 1-2'te gösterilmiştir. Akarsuyun mikrobiyolojik değerlendirmesinde T. koliform ve F. koliform bakterilerinin varlığı tespit edilmiştir. T. Koliform'un minimum ve maksimum değerleri 1.ist., 2.ist., 3.ist. ve 4.ist. istasyonlarında sırasıyla 52-882, 37-799, 50-689 ve 27-305 kob 100⁻¹ ml⁻¹ olarak bulunmuştur. F. koliformun minimum ve maksimum değerleri ise 1.ist., 2.ist., 3.ist. ve 4.ist. istasyonlarında sırasıyla 47-644, 24-568, 21-649 ve 19-213 kob 100⁻¹ ml⁻¹ olarak belirlenmiştir. Çalışmada mevsimlerin ve istasyonların BOI₅, NH₄⁺-N, OM, T. koliform ve F. koliform ortalama değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark (*P* <0.05) bulunmuştur.

Sıcaklık, CO₂, pH, ÇO ve H₂S değerleri mevsimler arası önemli ölçüde farklılık gösterirken (*P* <0.05), istasyonlar arası farklılık (*P* >0.05) olmamıştır (Çizelge 1). Ayrıca, iletkenlik, klorür ve askıda katı maddeler hem istasyonlarda hem de mevsimsel olarak istatistiksel farklılık göstermemiştir (*P* >0.05) (Çizelge 1). Fizikokimyasal parametreler ile koliform bakteriler arasındaki korelasyon katsayıları *P* <0.05, *P* ≤0.01 and *P* ≤0.001'e göre değerlendirilmiştir (Çizelge 3).

Karasu Çayı minimum ve maksimum sıcaklık değerleri sırasıyla 10.05°C (4. ist.) ve 27.17°C (1. ist.)'da belirlenmiştir. Su kaynağının sıcaklığının iklim, yüksekliğe, suyun akış hızına ve su kaynağının yatak yapısına, atmosfer koşullarına bağlı olarak değiştiği bilinmektedir (Cirik ve Cirik, 2008) Su kalitesi çalışmalarında ana parametrelerden biri olan sıcaklık, tek başına anlamsız görünse de, çözünmüş oksijen, biyolojik oksijen ihtiyacı, pH gibi diğer parametrelerle anlamlı bir bütünlük yaratmaktadır (Gürel, 2011). Tepe ve Mutlu (2004) Hatay Harbiye kaynak suyunda ortalama su sıcaklığının 15.70°C olduğunu bildirmişlerdir. Bir başka çalışmada Bulut ve ark. (2012) Kestel Deresi istasyonlarında optimum sıcaklık değerlerinin 11.31-12.05°C arasında değiştiğini, Yıldız (2013) Giresun ilinin Gelevera deresinin sıcaklığının 13.19°C olduğunu belirtmişlerdir. Farklı bölgelerde farklı zamanlarda yapılan bu çalışmaların sonuçlarımızla paralel olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Karasu Çayı fizikokimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi ($X \pm SH$), minimum-maksimum değerleri
Table 1. Seasonal variation of the Karasu Stream physicochemical parameters ($X \pm SD$), minimum-maximum values

	İst.	n	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Sıcaklık (°C)	1	12	25.47±0.57 ^{aA} (23.15-27.17)	12.81±0.89 ^{aB} (10.02-16.20)	11.36±0.46 ^{aB} (10.14-13.24)	16.55±0.40 ^{aC} (15.39-18.24)
	2	12	25.23±0.55 ^{aA} (23.00-26.89)	12.92±0.93 ^{aB} (10.11-16.60)	11.70±0.35 ^{aB} (10.70-13.15)	16.53±0.41 ^{aC} (15.23-18.10)
	3	12	22.78±0.73 ^{aA} (20.88-25.80)	12.99±0.86 ^{aB} (10.18-16.20)	11.52±0.42 ^{aB} (10.27-13.17)	16.70±0.28 ^{aC} (15.56±17.47)
	4	12	22.83±0.86 ^{aA} (20.59-26.30)	13.01±0.90 ^{aB} (10.15-16.45)	11.49±0.46 ^{aB} (10.05-13.33)	17.07±0.18 ^{aC} (16.30-17.60)
CO ₂ (mg L ⁻¹)	1	12	31.71±5.84 ^{aA} (15.30-54.33)	2.83±0.62 ^{aB} (1.60-5.30)	10.63±0.42 ^{aC} (4.30-20.30)	36.03±0.55 ^{aD} (26.90-41.40)
	2	12	27.75±5.70 ^{aA} (16.30-50.56)	2.10±0.45 ^{aB} (1.10-3.90)	10.53±0.39 ^{aC} (4.50-19.90)	26.84±0.38 ^{aD} (16.50-35.73)
	3	12	30.99±5.22 ^{aA} (19.26-51.80)	2.57±0.28 ^{aB} (1.90-3.70)	13.62±0.30 ^{aC} (6.30-25.66)	33.20±0.51 ^{aD} (26.50-41.40)
	4	12	13.14±1.97 ^{aA} (7.10-20.53)	2.87±0.13 ^{aB} (1.80-4.10)	14.73±0.40 ^{aC} (7.20-27.90)	38.31±0.60 ^{aD} (27.30-55.73)
pH	1	12	7.85±0.06 ^{aA} (7.65-8.14)	7.46±0.05 ^{aB} (7.23-7.67)	7.12±0.01 ^{aC} (7.08-7.20)	7.30±0.14 ^{aC} (6.75-7.74)
	2	12	7.70±0.03 ^{aA} (7.57-7.85)	7.54±0.05 ^{aB} (7.11-7.63)	7.14±0.01 ^{aC} (7.07-7.23)	7.24±0.12 ^{aC} (6.75-7.65)
	3	12	7.65±0.08 ^{aA} (7.30-7.89)	7.55±0.07 ^{aB} (7.27-7.78)	7.13±0.03 ^{aC} (7.02-7.29)	7.23±0.14 ^{aC} (6.67-7.59)
	4	12	7.81±0.06 ^{aA} (7.53-7.98)	7.41±0.07 ^{aB} (7.19-7.71)	7.15±0.01 ^{aC} (7.10-7.23)	7.37±0.10 ^{aC} (6.96-7.71)
Alkalinite (mg L ⁻¹)	1	12	521.55±12.06 ^{aA} 484.53-566.86	17.27±1.30 ^{aB} 12.16-20.74	63.44±12.89 ^{aC} 37.40-115.00	241.95±9.45 ^{aD} 204.96-267.13
	2	12	523.61±17.18 ^{aA} 483.66-592.00	11.34±1.31 ^{aB} 6.16-14.64	57.75±18.14 ^{aC} 11.59-129.32	240.49±10.78 ^{aD} 199.47-272.50
	3	12	554.25±24.78 ^{aA} 466.33-633.13	24.99±0.54 ^{aB} 23.13-26.84	70.35±8.86 ^{aC} 43.79-103.96	258.30±12.19 ^{aD} 214.11-298.26
	4	12	542.54±10.71 ^{aA} 519.30-585.33	43.18±2.54 ^{aB} 37.21-53.30	81.54±16.77 ^{aC} 40.99-148.11	254.16±7.82 ^{aD} 223.26-265.33
ÇO (mg L ⁻¹)	1	12	2.73±0.11 ^{aA} (2.20-3.40)	5.54±0.21 ^{aB} (4.60-6.50)	6.61±0.09 ^{aC} (6.20-7.10)	5.83±0.14 ^{aC} (5.20-6.60)
	2	12	3.46±0.48 ^{aA} (2.20-5.60)	5.78±0.11 ^{aB} (5.40-6.40)	6.47±0.08 ^{aC} (6.10-6.90)	5.57±0.17 ^{aC} (4.80-6.30)
	3	12	3.83±0.21 ^{aA} (3.10-4.60)	5.74±0.24 ^{aB} (4.60-6.60)	6.84±0.07 ^{aC} (6.50-7.20)	5.82±0.17 ^{aC} (5.20-6.60)
	4	12	4.64±0.25 ^{aA} (3.40-5.60)	5.87±0.12 ^{aB} (5.40-6.40)	6.77±0.07 ^{aC} (6.50-7.10)	5.95±0.15 ^{aC} (5.20-6.60)
İletkenlik (µs cm ⁻¹)	1	12	13.15±3.97 ^{aA} (3.04-28.88)	17.20±2.22 ^{aA} (8.25-22.12)	19.79±0.21 ^{aA} (19.01-20.60)	16.34±3.66 ^{aA} (1.70-24.59)
	2	12	11.81±2.53 ^{aA} (2.85-20.52)	10.49±0.63 ^{aA} (8.30-12.92)	9.09±0.22 ^{aA} (8.30-9.88)	15.41±3.59 ^{aA} (1.19-24.59)
	3	12	2.99±0.19 ^{aA} (2.1-3.49)	19.94±6.06 ^{aA} (6.80-44.30)	5.45±0.23 ^{aA} (4.50-6.15)	10.88±2.60 ^{aA} (0.79-18.24)
	4	12	2.45±0.21 ^{aA} (1.62-3.13)	18.57±6.45 ^{aA} (3.75-44.35)	6.14±0.26 ^{aA} (5.22-7.10)	16.96±5.07 ^{aA} (0.80-35.72)
ORP (mV)	1	12	254.50±2.50 ^{abA} (248.50-264.50)	282.02±2.18 ^{abB} (273.20-287.70)	289.51±0.68 ^{abB} (287.60-292.30)	284.80±0.69 ^{abB} (282.30-287.40)
	2	12	260.57±5.53 ^{abA} (248.50-282.90)	283.35±0.82 ^{abB} (280.00-285.60)	286.13±0.46 ^{abB} (284.20-287.40)	279.93±2.05 ^{abB} (272.30-286.90)
	3	12	286.13±0.46 ^{abB} (261.00-268.40)	279.93±2.05 ^{abB} (273.50-287.60)	286.13±0.46 ^{abB} (288.20-292.70)	279.93±2.05 ^{abB} (280.20-287.90)
	4	12	269.54±1.31 ^{aA} (264.10-272.70)	287.52±1.17 ^{aB} (283.20-291.90)	289.08±0.84 ^{aB} (287.20-292.80)	284.93±0.69 ^{aB} (282.50-287.70)

A, B, C harfleri mevsimler arası farklılıkları ($P < 0.05$), a, b, c harfleri istasyonlar arası farklılıkları ($P < 0.05$), Standart hata ($\pm SH$), n= Toplam örnekleme sayısı.

Çizelge 1'in devamı. Karasu Çayı fizikokimyasal parametrelerinin mevsimsel değişimi ($X \pm SH$), minimum-maksimum değerleri ve Sinop ili iklim verileri (Sıcaklık-Yağış)

Continuation of Table 1. Seasonal variation of the physicochemical parameters of Karasu Stream ($X \pm SD$), minimum-maximum values and Sinop province Climate data (Temperature-Precipitation)

	İst.	n	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
Klorür ($g L^{-1}$)	1	12	0.28±0.08 ^{aA} (0.02-0.63)	0.46±0.16 ^{aA} (0.14-1.42)	0.15±0.01 ^{aA} (0.14-0.17)	0.13±0.02 ^{aA} (0.01-.0.19)
	2	12	0.37±0.14 ^{aA} (0.01-0.99)	0.25±0.09 ^{aA} (0.03-0.71)	0.07±0.00 ^{aA} (0.04-0.09)	0.12±0.02 ^{aA} (0.01-0.19)
	3	12	0.13±0.05 ^{aA} (0.01-0.42)	0.15±0.04 ^{aA} (0.03-0.35)	0.04±0.01 ^{aA} (0.03-0.06)	0.08±0.02 ^{aA} (0.00-0.14)
	4	12	0.13±0.04 ^{aA} (0.01-0.35)	0.15±0.05 ^{aA} (0.03-0.35)	0.04±0.01 ^{aA} (0.03-0.05)	0.13±0.04 ^{aA} (0.00-0.29)
BOİS ($mg L^{-1}$)	1	12	0.85±0.08 ^{aA} (0.40-1.20)	2.03±0.69 ^{aB} (0.52-4.80)	0.33±0.04 ^{aA} (0.10-0.50)	0.53±0.08 ^{aA} (0.20-0.90)
	2	12	1.20±0.19 ^{abA} (0.60-2.20)	2.96±0.70 ^{abB} (1.00-5.80)	0.88±0.03 ^{abA} (0.70-1.10)	1.79±0.29 ^{abA} (1.00-3.00)
	3	12	1.46±0.21 ^{abA} (0.60-2.40)	2.44±0.60 ^{abB} (1.00-5.00)	0.93±0.04 ^{abA} (0.70±1.10)	0.94±0.18 ^{abA} (0.20-1.50)
	4	12	1.75±0.27 ^{ba} (0.60-2.80)	3.61±0.49 ^{bb} (2.40-5.80)	2.32±0.04 ^{ba} (2.10-2.50)	2.24±0.22 ^{ba} (1.20-2.90)
NH ₄ ⁺ -N ($mg L^{-1}$)	1	12	0.24±0.03 ^{ba} (0.09-0.32)	0.12±0.01 ^{bb} (0.09-0.16)	0.12±0.01 ^{bb} (0.08-0.19)	0.32±0.01 ^{ba} (0.26-0.35)
	2	12	0.25±0.03 ^{abA} (0.10-0.36)	0.10±0.01 ^{abB} (0.07-0.15)	0.09±0.01 ^{abB} (0.06-0.138)	0.28±0.01 ^{abA} (0.23-0.30)
	3	12	0.15±0.07 ^{abA} (0.00-0.46)	0.00±0.00 ^{abB} (0.00-0.01)	0.01±0.00 ^{abB} (0.00-0.05)	0.16±0.03 ^{abA} (0.03-0.27)
	4	12	0.09±0.04 ^{abA} (0.00-0.26)	0.01±0.00 ^{abB} (0.00-0.02)	0.02±0.01 ^{abB} (0.00-0.06)	0.15±0.03 ^{abA} (0.02-0.25)
H ₂ S ($mg L^{-1}$)	1	12	65.27±3.51 ^{aA} (1.70-188.29)	0.81±0.16 ^{ab} (0.42-1.70)	0.31±0.03 ^{ab} (0.12-0.42)	3.33±0.31 ^{ab} (2.13-4.86)
	2	12	68.44±3.14 ^{aA} (1.27-198.51)	2.21±0.48 ^{ab} (1.11-4.26)	0.63±0.11 ^{ab} (0.29-1.27)	2.69±0.17 ^{ab} (2.13-3.83)
	3	12	65.93±3.34 ^{aA} (0.85-192.12)	3.33±0.48 ^{ab} (2.03-5.53)	1.28±0.17 ^{ab} (0.42-1.70)	1.27±0.12 ^{ab} (0.79-1.70)
	4	12	76.77±3.47 ^{aA} (2.13-224.50)	1.87±0.40 ^{ab} (0.42-3.83)	0.34±0.08 ^{ab} (0.04-0.85)	1.52±0.06 ^{ab} (1.27-1.70)
OM ($mg L^{-1}$)	1	12	147.39±0.89 ^{aA} 115.7-202.98	20.11±3.09 ^{aB} 13.63-32.46	36.05±6.70 ^{aB} 26.49-45.27	77.13±7.07 ^{aB} 59.23-88.66
	2	12	165.15±1.63 ^{abA} 147.60-189.56	45.29±0.55 ^{abB} 43.13-46.69	32.8±4.78 ^{abB} 28.01-36.56	55.8±5.86 ^{abB} 32.38-68.01
	3	12	105.95±4.93 ^{bcA} 79.90-157.00	15.79±0.87 ^{bcB} 12.71-18.73	23.55±3.63 ^{bcB} 10.46-41.93	38.27±4.99 ^{bcB} 23.05-57.06
	4	12	95.79±1.41 ^{cA} 78.33-110.49	66.19±0.97 ^{cB} 62.36-68.66	28.69±5.65 ^{cB} 26,20-30,73	41.00±6.19 ^{cB} 25.31-65.43
TAKM ($mg L^{-1}$)	1	12	0.264±0.124 ^{aA} (0.004-0.770)	0.036±0.009 ^{aA} (0.001-0.100)	0.065±0.015 ^{aA} (0.030-0.140)	0.130±0.015 ^{aA} (0.010-0.300)
	2	12	0.298±0.143 ^{aA} (0.010-0.880)	0.077±0.033 ^{aA} (0.010-0.300)	0.237±0.135 ^{aA} (0.020-1.200)	0.371±0.186 ^{aA} (0.010-1.400)
	3	12	0.190±0.081 ^{aA} (0.006-0.540)	0.027±0.009 ^{aA} (0.005-0.070)	0.041±0.017 ^{aA} (0.010-0.14)	0.069±0.024 ^{aA} (0.002-0.164)
	4	12	0.174±0.079 ^{aA} (0.001-0.500)	0.051±0.009 ^{aA} (0.023-0.095)	0.062±0.012 ^{aA} (0.012-0.137)	0.094±0.035 ^{aA} (0.009-0.150)
Sıcaklık (°C)	1936 -		21.83	16.20	7.60	10.90
Yağış (mm)	2016		36.13	79.20	71.60	41.83
Sıcaklık (°C)			2014 yılı ortalaması		15.7	15.1
Yağış (kg m ⁻²)					703.6	691.5

A, B, C harfleri mevsimler arası farklılıkları ($P < 0.05$), a, b, c harfleri istasyonlar arası farklılıkları ($P < 0.05$), Standart hata ($\pm SH$), n= Toplam örnekleme sayısı. Sıcaklık ve Yağış (Anonim, 2015b -2016a).

Çalışmamızda serbest CO₂ değerleri çözülmüş oksijen değerleri ile ters orantılı olduğu saptanmıştır. Karasu Çayı serbest CO₂ değerlerinin 1.10-55.73 mg L⁻¹ aralığında olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 1). Karbondioksit suda çok kolay çözünür. Su kaynaklarına havadan geçebildiği gibi organik moleküllerin ayrışması ya da organizma faaliyetlerinin artmasıyla solunum olaylarının daha fazla olması CO₂ oranının artış nedeni olmaktadır. Gedik ve ark. (2010), Rize Fırtına Deresi'nde yapmış oldukları çalışma sonucu 0.88-4.10 mg/L aralığında saptamıştır. Çalışmamız değerlerinin bu çalışma ile farklılık göstermesi su kaynaklarının farklı olmasındandır. CO₂ korelasyon değerlerinin alkalinite, NH₄, OM, TAKM ile doğru orantılı olduğu (sırasıyla r=0.663, r=0.733, r=0.476, r=0.464), BOI₅ ters orantılı (r=-0.485) olduğu saptanmıştır (P ≤ 0.001; Çizelge 3). Karasu Çayı pH değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde; minimum değer ilkbahar mevsiminde

6.67 ile 3.ist.'da ve maksimum değer yaz mevsiminde 8.14 ile 1.ist.'da olduğu saptanmıştır. pH değerleri sudaki karbonat (CO₃²⁻), bikarbonat (HCO₃⁻) ve serbest karbondioksit (CO₂) miktarına bağlı olarak değişebilir, ancak bu değişiklikler birçok faktörden kaynaklanabilmektedir. Öner ve Çelik (2001), Şengün (2013) ve Dinçer (2014) pH değerlerini sırasıyla 7.60 (Gediz Nehri'nde), 7.42 (Giresun Aksu Deresi'nde) ve 7.92 (Giresun İli Çanakçı Deresi'nde) olduğunu bildirmişlerdir. pH korelasyon değerlerinin alkalinite, H₂S, OM ile doğru orantılı olduğu (sırasıyla r=0.674, r=0.825, r=0.719), ÇO, ORP ile ters orantılı (sırasıyla r=-0.877, r=-0.853) olduğu saptanmıştır (P ≤ 0.001; Çizelge 3). Karasu Çayı pH değeri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ile karşılaştırıldığında I.-II. Sınıf Kalitededir (Çizelge 4).

Çizelge 2. Karasu Çayı Toplam Koliform ve Fecal Koliform değerlerinin istasyonlara göre mevsimsel değişimi (X±SH), minimum-maksimum değerleri

Table 2. Seasonal change of Karasu Stream Total Coliform and Fecal Coliform values (X±SD), minimum-maximum values

	İst.	n	Yaz	Sonbahar	Kış	İlkbahar
T. Koliform (kob 100 ⁻¹ ml ⁻¹)	1	12	721.22±32.19 ^{ba} (525-882)	360.44±16.12 ^{bb} (262-441)	73.00±3.68 ^{bc} (52-89)	328.66±14.55 ^{bb} (238-400)
	2	12	676.33±26.11 ^{ba} (525-799)	337.88±13.07 ^{bb} (262-399)	47.16±1.88 ^{bc} (37-57)	268.77±10.49 ^{bb} (210-315)
	3	12	542.88±36.87 ^{ba} (405-689)	271.22±18.46 ^{bb} (202-344)	67.55±4.64 ^{bc} (50-85)	285.22±19.35 ^{bb} (213-362)
	4	12	257.88±14.26 ^{aa} (201-305)	165.66±6.64 ^{ab} (135-190)	32.88±1.33 ^{ac} (27-38)	131.88±7.12 ^{ab} (105-163)
F. Koliform (kob 100 ⁻¹ ml ⁻¹)	1	12	627.33±4.11 ^{ca} (612-644)	317.55±2.16 ^{cb} (305-327)	48.88±0.97 ^{cc} (47-53)	270.22±2.83 ^{cb} (253-282)
	2	12	539.11±5.78 ^{ca} (520-568)	306.00±9.09 ^{cb} (258-337)	36.88±2.42 ^{cc} (24-47)	218.66±7.17 ^{cb} (187-248)
	3	12	519.66±34.43 ^{bca} (405-649)	229.11±7.48 ^{ccb} (202-267)	32.55±2.17 ^{bcc} (21-41)	235.66±11.92 ^{bcb} (205-305)
	4	12	197.88±2.77 ^{aba} (185-213)	128.44±5.12 ^{abb} (105-148)	24.88±0.99 ^{abc} (19-29)	111.33±5.60 ^{abb} (87-143)

A, B, C harfleri mevsimler arası farklılıkları (P < 0.05), a, b, c harfleri istasyonlar arası farklılıkları (P < 0.05), Standart hata (±SH), n= Toplam örnekleme sayısı.

Akarsularda alkalinite; jeolojik yapı, kaya, toprak, tuz, bitki aktivitesi ve endüstriyel atık salınımından etkilenmektedir (Anonymous, 1997b). Toplam alkalinite genel olarak mg CaCO₃ L⁻¹ şeklinde ifade edilir ve bikarbonat, karbonat ve hidroksit bileşenlerinden meydana gelmektedir. Alkalinite suyun asitleri nötralize edebilme kabiliyeti veya tamponlama miktarının bir ölçüsüdür. Doğal sularda alkalilik, 20-300 mg CaCO₃ L⁻¹

arasında olmaktadır. Alkalinitesi <20 mg/L olanlar düşük alkali sular, >300 mg L⁻¹ olanlar ise yüksek alkali sular şeklinde kabul edilmektedir. Sucul organizmalar için alkalinite değeri 75-150 mg L⁻¹ arasında değişmektedir (Boyd, 1995). Çalışmada, Karasu Çayı'nın alkalinite değerleri 11.34-554 mg L⁻¹ aralığında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Yapılan diğer çalışmalarda ise; Küçük (2007) Büyük Menderes Nehri'ndeki çalışmasında

alkaliniteyi 200-500 mg/L değer aralığında, Dinçer (2014) Çanakçı Deresi'nde ortalama olarak alkaliniteyi 39-45 mg L⁻¹ değer aralığında, Tepe ve arkadaşları (2006) Hatay Erzin Hasan Çayı'nda yapmış oldukları çalışmada ortalama alkaliniteyi 141,42 mg L⁻¹, Giresun ili Aksu Deresi'nde Şengün (2013) 115,47 mg L⁻¹ ve Gelevera Deresi'nde Yıldız (2013) 33 mg L⁻¹ olarak tespit etmişlerdir. Alkalinite korelasyon değerlerinin NH₄, OM, TAKM ile doğru orantılı olduğu (sırasıyla r=0.543, r=0.908, r=0.857, r=0.621; P ≤0.001), ÇO, iletkenlik, ORP ile ters orantılı (sırasıyla r=-0.839, r=0.435, r=-0.868; P ≤0.001) olduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

Karasu Çayı ÇO değerlerinin mevsimsel değişimleri incelendiğinde, minimum değer yaz mevsiminde 2.20 mg L⁻¹ ile 1. ve 2. istasyonlarda ve maksimum değer kış mevsiminde 7.10 mg L⁻¹ ile 4. istasyonda ölçülmüştür. ÇO değerlerinin, mevsimsel hava ve su sıcaklıklarının değişimden etkilendiği belirlenmiştir. Bu durum, gazların çözünürlüğünün sıcaklık ile ters orantılı olduğunu göstermektedir. Oksijen gazı suda çözünen en önemli gazlardan biridir. Oksijenin sudaki çözünürlüğü sıcaklığa, tuzluluğa, fotosentetik aktivitelere ve atmosfer basıncına bağlı olarak değişmektedir (Gündoğdu, 1995; Tayhan, 2012). Karasu Çayı ÇO değerlerinin mevsimsel değişimleri Kitaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre incelendiğinde (Anonim, 2016), su kalitesi II. ve IV. Sınıftır (Çizelge 4). Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) verilerine göre, nehir sularının ÇO değeri ≥5 mg L⁻¹ olmalıdır. Elde edilen ÇO konsantrasyonlarının yaz mevsiminde WHO standartlarının altında, diğer mevsimlerde ise üstünde bulunmuştur (Anonim, 2018). Avrupa Birliği'nin Su Çerçeve Direktifi'ne göre, 2-6 mg L⁻¹ aralığında ÇO değeri yetersiz olarak belirtilmektedir (Anonymous, 2000). Çalışmamız sonucunda elde edilen ÇO değerleri 2.20 - 7.20 mg L⁻¹ aralığında olduğu saptanmıştır. Bu durum, su kaynağının ÇO değerlerinin zaman zaman düşük olduğu ve su ekosistemini olumsuz etkileyebileceği fikrini oluşturmaktadır. ÇO konsantrasyonu suyun kirlilik potansiyeli, içerisindeki OM miktarı ve suyun kendi kendini temizleme derecesi hakkında fikir sahibi olmamıza yardımcı olmaktadır (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Asi Nehri'nde Taşdemir ve Göksu tarafından yapılan çalışmada (Taşdemir ve Göksu, 2001), ÇO miktarı 2.6 ile 9.9 mg L⁻¹ arasında belirlenmiştir. Hatay Karamanlı Göleti (Tepe ve ark., 2004) ve Trabzon İyidere Nehri'nde (Verap ve ark., 2005) yapılmış çalışmalarda, ortalama ÇO konsantrasyonu sırasıyla 9.31 mg L⁻¹ ve 11.10 mg L⁻¹ bulunmuştur. Çalışmamızdan elde edilen ÇO değerleri önceki araştırmalardan farklıdır ve bölgesel farklılıkların etkili olduğu düşünülmüştür. Ayrıca sonuçlarımız Karasu Çayı'nda çevresel etkilerin yüksek olduğu ve kirlilik sorunu ile karşı karşıya olduğunu göstermektedir.

Minimum iletkenlik 1.62 µs cm⁻¹ olmasına rağmen, maksimum iletkenlik değeri 44.35 µs cm⁻¹ bulunmuş olup, her iki değer de 4.ist.'da olduğu saptanmıştır. iletkenlik değerleri genellikle 1000 µs cm⁻¹ 'nin altında değişim göstermiştir (Çizelge 1). WHO standartlarına göre nehir sularında iletkenliğin maksimum 1000 µs cm⁻¹ olduğu bildirilmiştir (Leong ve ark., 2018). iletkenliğin 1000 µs cm⁻¹'yi aşan su kaynaklarında kirliliğin olduğu kabul edilmektedir (Kara ve Çömlekçioğlu, 2004). Elektrik iletkenliğinin suda çözünen tuzlara, yoğunluklarına ve su sıcaklığına bağlı olarak değiştiği bilinmektedir (Er, 2014). Karasu Çayı'nın mevsimsel iletkenlik değerleri incelendiğinde, İstatistik olarak farklılık önemli bulunmamakla birlikte istasyonların homojen bir dağılım göstermediği belirlenmiştir. Bunun nedeni; öncelikle iklim koşullarındaki fark, su kaynağının deniz suyuyla zaman zaman birleşmesi, mevsimsel sıcaklık farklılıkları, yağış değişkenliğinin olması ve su kaynağının diğer kollarının varlıkları gösterilebilir. Çalışmalarda, iletkenlik değerleri Emiralem Deresi'nde (Sukatara ve ark., 2006), 239 - 322 µs cm⁻¹ ve Trabzon ili nehirlerinde (Gültekin ve ark., 2012), 28 - 450 µs cm⁻¹ arasında belirlenmiştir. Bir başka çalışmada ise Ordu Ulugöl'ün iletkenlik değeri 187.46 µs cm⁻¹ olduğu gösterilmiştir (Taş ve ark., 2010).

ORP, redoks potansiyelidir ve suyun kalitesini belirleyen parametrelerden birisidir. ORP (milivolt:mV)'nin pozitif değer alması suyun oksidasyon özelliğini, bozucu, paslandırıcı etkisini, negatif değer alması ise bozulmayı paslanmayı engelleyici özellik taşıdığını ifade etmektedir (Yıldız, 2013; Dinçer, 2014). Karasu Çayı'nın ortalama ORP değerleri 254.50±2.50 mV (1.ist., Yaz) ve 289.80±0.84 mV (4.ist., Kış) arasında olduğu bulunmuştur (Çizelge 1). Farklı bölgelerde yapılmış çalışmalarda ORP değerleri Giresun ili Çanakçı Deresinde -94.18 mV (Dinçer, 2014), Aksu Deresinde -93.1 mV (Şengün 2013) olduğu tespit edilmiştir. ORP bir çözeltinin veya su ortamının oksitleme ve indirgeme gücünü milivolt (mV) olarak belirleyen bir ölçümdür (Sigg, 2000; James ve ark., 2004). ORP değeri pozitif ise suyun okside olabileceğini ve çürütücü (bozucu) etkilerinin olduğunu, negatif ise suyun engelleyici özellikte ve antioksidan güce sahip olduğunu gösterir. Doğal sular pozitif ORP değerine sahiptir. Sedimanlarda anaerobik koşullar oluştuğunda, mikroorganizmaların farklı grupları sırasıyla elektron alıcılarını (O₂, NO₃⁻, Mn⁺⁴, Fe⁺³, SO₄⁻² ve CO₂) kullanırlar. Bu elektron alıcılarını kullanan mikroorganizmalar yumuşak zeminlerdedir ve ard arda meydana gelen bir dizi reaksiyonlar sediman yataklarının derinliklerinde sıklıkla tekrarlanır (Guo ve ark., 1997). Karasu Çayı ORP (248.50 - 292.80 aralığında) değerinin mevsimsel değişimlerinde çok büyük değişimler olmamakla beraber tüm mevsimlerde pozitif değerlerde saptanmıştır. Sonuçların pozitif olması su kaynağının

çürütücü yani bozucu ya da paslandırıcı özelliğe sahip olmasıyla açıklanabilir. Ayrıca mevsimsel değişimlerdeki farklılıkların su kaynağının çözünmüş oksijen değerlerindeki değişime bağlı olarak yükseltgenme indirgenme olaylarının gerçekleştiğini göstermektedir. Klorür iyonu konsantrasyonu doğal sularda genel olarak düşüktür ve su kaynaklarına çözünme yolu ile ya da tuzlu su kaynaklarının tatlı su kaynaklarına karışması sonucu artış göstermektedir. Su kaynaklarında farklı bileşikler halinde özellikle sodyum klorür, kalsiyum ve magnezyum klorür şeklindedir (Geldiay ve Kocataş, 1988; Şengül ve Türkman, 1998). Tuzlu su girişinin ve kirlenmenin olmadığı su kaynaklarında klorür konsantrasyonu 10-20 mg L⁻¹ arasında değişiklik gösterir (Çağlar ve Saler, 2014). Çalışmada, Karasu Çayı'nın Klorür iyonu konsantrasyonu minimum kış mevsiminde 0.04 g L⁻¹ ile 4. istasyonda ve

maksimum sonbahar mevsiminde 0.46 g L⁻¹ ile 1. İstasyonda belirlenmiştir (Çizelge 1). En yüksek değer 1.istasyonda belirlenmesi, istasyonun deniz ile bağlantısının olmasındandır. Ayrıca su kaynağının mevsimsel Klorür değerlerinde dalgalanmalar, su sıcaklığının artması ile kar sularının erimesi ve mevsimsel yağış miktarlarındaki artışlardan kaynaklanmaktadır. Daha önce gerçekleştirilen çalışmalarda; Çağlar ve Saler (2014), Erzincan Koçan Şelalesinde Klorür derişimini 0.90-1.11 mg L⁻¹ aralığında olduğunu; Günşen ve ark. (2000), Uludağ'daki su kaynakları ile ilgili çalışmada Klorür derişiminin ortalama 7.02 mg L⁻¹ olduğunu; Çiçek ve Ertan (2012), Antalya Köprüçay Nehri'nde yapmış oldukları çalışmada Klorür derişimini 68.52 mg L⁻¹ olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 3. Karasu Çayı koliform bakterileri ile fizikokimyasal parametre değerleri arasındaki korelasyon

Table 3. Correlation between Karasu Stream coliform bacteria and physicochemical parameter values

	T.Koliform	F.Koliform	Sıcaklık	CO ₂	pH	Alkalinite	ÇO
F.Koliform	0.994***						
Sıcaklık	0.824***	0.804***					
CO₂	0.381**	0.375**	0.607***				
pH	0.794***	0.791***	0.789***	0.086			
Alkalinite	0.697***	0.683***	0.968***	0.663***	0.674***		
ÇO	-0.939***	-0.932***	-0.930***	-0.397	-0.877***	-0.839***	
İletkenlik	-0.049	-0.067	-0.300*	-0.115	-0.165	-0.435**	0.170
ORP	-0.903***	-0.892***	-0.941***	-0.402**	-0.853***	-0.868***	0.986***
Klorür	0.648***	0.632***	0.320*	-0.145	0.548***	0.136	-0.530***
BOI₅	-0.142	-0.120	-0.237	-0.485***	0.187	-0.329*	0.122
NH₄⁻-N	0.579***	0.558***	0.575***	0.733***	0.197	0.543***	-0.497***
H₂S	0.720***	0.706***	0.911***	0.310*	0.825***	0.908***	-0.878***
OM	0.819***	0.787***	0.912***	0.476***	0.719***	0.857***	-0.896***
TAKM	0.489***	0.466**	0.627***	0.464***	0.297*	0.621***	-0.579***
	İletkenlik	ORP	Klorür	BOI₅	NH₄⁻-N	H₂S	OM
ORP	0.265						
Klorür	0.318*	-0.475***					
BOI₅	0.139	0.194	0.108				
NH₄⁻-N	0.154	-0.484***	0.299*	-0.492***			
H₂S	-0.487***	-0.913***	0.292*	-0.194	0.293*		
OM	-0.222	-0.894***	0.376**	-0.220	0.567***	0.865***	
TAKM	-0.186	0.633***	0.120	-0.308*	0.675***	0.523***	0.652***

P ≥ 0.05; (*)P ≤ 0.05; (**)P ≤ 0.01; (***)P ≤ 0.001

BOI₅, bakterilerin aerobik koşullar altında OM'yi ayrıştırmak için kullandığı oksijen miktarıdır (Egemen ve Sunlu, 1996), değeri farklı bölgelerdeki birçok araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Verap ve ark. (2005), Dinçer (2014) ve Gedik ve ark. (2010) tarafından BOI₅ değerleri sırasıyla; Trabzon İyidere'de ortalama 2.40 mg L⁻¹, Rize fırtına Deresi'nde 1.85 mg L⁻¹ ve Giresun Çanakçı Deresi'nde 3.83 mg L⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Karasu Çayı BOI₅ değeri minimum 0.33 mg L⁻¹ (1.ist) ve maksimum 3.61 mg L⁻¹ (4.ist.) belirlenmiş olup,

bulgularımız ile yapılan diğer akarsu çalışmalarda değerler arasında paralellik bulunmaktadır. Ayrıca BOI₅ açısından Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ile karşılaştırıldığında I.-II. Sınıf olarak değerlendirilmiştir. Derenin mevsimsel BOI₅ değerleri incelendiğinde, BOI₅ değerlerinin yaz aylarında düşük ve sonbaharda yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, gazların çözünürlüğünün sıcaklık ile ters orantılı olduğu ve sıcaklık arttıkça ÇO değerinin azaldığının göstergesi olarak yorumlanabilir. Yaz aylarında yüksek sıcaklıklar

nedeniyle, ÇO değerindeki azalma ve aerobik ortamda çalışan bakterilerin azalması veya organik parçalanma sürecinin yavaşlaması ve azalması neden olarak gösterilebilir. Sonbaharda BO_5 değerlerindeki artış; su sıcaklığındaki azalma ve yağıştaki artış nedeniyle artan ÇO miktarı ile açıklanabilir. Su sıcaklığı, suda yaşayan organizmaların optimal yaşam koşullarını ve birçok biyokimyasal süreci etkileyen bir parametredir. Ayrıca çözünmüş oksijeni ve su ortamlarındaki birçok fizikokimyasal özelliği doğrudan değiştirmektedir (Hasançavuşoğlu ve Gündoğdu, 2019).

Karasu Çayı NH_4^+ -N değerleri incelendiğinde; minimum değer (0.000 mg L^{-1}) sonbaharda 3.ist.'da, maksimum değer (0.32 mg L^{-1}) ilkbaharda 1.ist.'da bulunmuştur. Amonyum, sucul ortamda yaşamın sürekliliğini sağlayan besinlerden biridir. Buna rağmen, su kaynaklarında aşırı miktarda bulunduğu takdirde besin kirliliğine neden olmaktadır. Sudaki alglerin çoğalmasını ve büyümesini sağlamanın yanı sıra, su ekosistemindeki ÇO miktarını azaltarak, sucul canlılar için olumsuz koşulların ve etkilerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Hasançavuşoğlu ve Gündoğdu, 2019). Su kaynağındaki NH_4^+ -N değerlerinin sonbahar ve kış mevsimlerinde düşük olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni; düşük su sıcaklıkları sebebiyle ÇO miktarı artmakta ve nitrifikasyon olayları hızlanmaktadır. NH_4 bu mevsimlerde oksitlenerek NO_2^- ve NO_3^- 'e dönüşmektedir. Bu döngüde NH_4 kullanıldığından azalma eğilimi göstermektedir. Kıvrak ve ark. (2012) tarafından Afyon Akarçay'da yapılan çalışmada $0.11-20.04 \text{ mg L}^{-1} NH_4^+$ -N; Taşdemir ve Göksu (2001) tarafından Asi Nehri'nde yapılan çalışmada ise $0.02-1.98 \text{ mg L}^{-1} NH_4^+$ -N konsantrasyonları belirlenmiştir. Bu sonuçların çalışmamızdaki NH_4^+ -N sonuçları ile uyumlu olduğu bulunmuştur. Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri ile Karşılaştırıldığında (Çizelge 4), Karasu Çayı'nda su kalitesi NH_4^+ -N değerleri açısından I.-II. Sınıf (yüksek kaliteli su) bulunmuştur (Anonim, 2016).

H_2S , normal koşullar altında renksiz, toksik, uçucu ve yanıcı bir gazdır. Su kaynaklarındaki SO_4^{2-} iyonu, anaerobik ortamlarda sülfat azaltıcı mikroorganizmalar tarafından oksijen kaynağı olarak kullanılır ve biyokimyasal reaksiyonların sonucu olarak S^{2-} iyonu oluşur. S^{2-} iyonu, H_2S gazı oluşturmak için su içindeki hidrojen ile reaksiyona girer. Çalışmada, su kaynağındaki H_2S değerleri incelendiğinde, yaz aylarında değerlerin yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Bunun nedeni, su sıcaklıklarındaki mevsimsel artışın ÇO miktarını azaltmasıdır. Bu nedenle oksijensiz ortamda organik bozunma, anaerobik bakteriler tarafından gerçekleştirilir ve dolayısı ile oksijensiz ürünlerin oluşumu artmaktadır (Egemen ve Sunlu, 1996; Öztürk, 2006). Diğer

mevsimlerde H_2S değerlerinin daha düşük olmasının nedeni sıcaklıkla ilişkilendirilebilir. Bu durum su sıcaklığındaki değişiklikler nedeniyle ÇO değerinin artması ve aerobik koşullarda oksijenli ürünlerin meydana gelmesi ile açıklanabilir. S^{2-} döngüsünün son aşaması SO_4^{2-} olduğundan, sülfürün büyük bir kısmının, çözünmüş oksijenin artmasıyla sülfata dönüşmesi mümkündür. H_2S korelasyon değerlerinin sıcaklık, NH_4 ve OM ile doğru orantılı (sırasıyla $r=0.911$, $r=0.293$; $P \leq 0.05$; $r=0.865$, $P \leq 0.001$), ÇO, iletkenlik ve ORP ile ters orantılı (sırasıyla $r=-0.878$, $r=-0.487$, $r=-0.913$; $P \leq 0.001$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Araştırma sonuçları dikkate alındığında OM'nin minimum değerlerinin sonbahar, kış aylarında ve maksimum değerlerinin yaz aylarında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Akarsuyun OM değerleri $0.27-481.33 \text{ mg L}^{-1}$ arasında değişmektedir. Gedik ve ark.'nın (2010) Rize Fırtına Deresi'nde ve Dinçer'in (2014) Giresun Çanakçı Deresi'nde yapmış oldukları çalışmadan elde ettikleri OM değerlerinin, Karasu Çayı'nda bulduğumuz sonuçlardan farklı olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızdaki OM miktarlarındaki dalgalanmalar ve diğer araştırmalarla benzerlik göstermemesi mevsimsel sıcaklık farklılıklarının olmasıyla, pH, yağış değişiklikleri ve bölgesel farklılıklarla açıklanabilir. OM korelasyon değerleri incelendiğinde (Çizelge 3), sıcaklık, pH, NH_4 ve TAKM ile doğru orantılı olduğu (sırasıyla $r=0.912$, $r=0.719$, $r=0.567$ ve $r=0.652$) ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur ($P \leq 0.001$).

Askıda katı maddeler sular için önemli bir parametredir; sudaki katı madde miktarı arttıkça, suyun geçirgenliği azalır ve katı maddeler sudaki organizmalar için olumsuz koşullara neden olmaktadır (Dihkan ve ark., 2011). TAKM, suda çözünen ve çözünmeyen katıların toplamı olarak bilinir. Genellikle koloidal organik maddeler, tortu malzemeleri, çamur veya kil minerallerinden oluşmaktadır (Uslu ve Türkman, 1987). Taşdemir ve Göksu (2001) Asi Nehri'nde TAKM değerini mg L^{-1} değerleri arasında, Tepe ve Mutlu (2004) Hatay Harbiye Kaynak suyunda TAKM değerini ortalama 1.75 mg L^{-1} olarak bulmuşlardır. Çalışmamızda TAKM değerleri literatür çalışmalarına göre daha düşük değerlerde belirlenmiştir (Çizelge 1). İstatistik olarak farklılıklar önemli olmamakla birlikte TAKM değerleri mevsimsel değişikliklerde artış ve azalış göstermiş olup, bunun su akış hızı ve yağış miktarı ile bağlantılı olduğu sonucuna varılmıştır. Yaz mevsiminde TAKM değerlerinin diğer mevsimlere göre daha yüksek olması buharlaşmanın ve kentsel atık su girdisinin yüksek olmasıdır. TAKM 'nin korelasyon değerlerinin ÇO ile ters orantılı olduğu ($r=-0.579$, $P \leq 0.001$) ve sıcaklık, NH_4 , pH, ile doğru orantılı olduğu (sırasıyla $r=0.627$, $r=0.675$; $P \leq 0.001$; $r=0.297$; $P \leq 0.01$) bulunmuş olup, istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Kıtaçi Yerüstü Su Kaynaklarının

Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre; akarsuyun TAKM değerleri I. Sınıf (Çizelge 4) su kalitesindedir (Anonim, 2016).

Koliformlar çok çeşitli bakteri türleridir. *Enterobacteriaceae* familyasındaki koliform grubu; çubuk şeklinde, spor oluşturmeyen, laktozun 48 saatte 35°C'de fermantasyonuyla gram negatif gaz üreten bakterilerdir. Koliform bakterileri en çok hayvanların bağırsaklarında, ayrıca bitkilerde ve toprakta görülmektedir (Halkman 2005; Şengül ve Türkman, 1998). Su kaynaklarında F. koliform bakterilerinin varlığı, suyun dışkı atıklarıyla temas halinde olduğunu göstermektedir. Bu durum su kaynaklarının birçok zararlı, tehlikeli ve hastalığa neden olan bakteri, protozoa, parazit ve virüslerle kirlendiğinin göstergesidir

(Halkman, 2005). Karasu Çayı T. koliform ve F. koliform'un minimum değerleri sırasıyla 32.88 ve 24.88 kob 100^{-1} ml^{-1} ile 4.ist.'da ve maksimum değerleri sırasıyla 721.22 ve 627.33 kob 100^{-1} ml^{-1} ile 1.ist.'da tespit edilmiştir. Dicle nehri'ndeki koliform miktarı 2.10-4.02 log₁₀ kob 100^{-1} ml^{-1} (Vural ve Erkan, 2006) olarak bulunmuş olup, Bitlis ilinin içme suyunda koliform ve E. coli miktarının 501-5000 100^{-1} ml^{-1} aralığında olduğu hesaplanmıştır (Alemdar ve ark., 2009). Çanakkale Sarıçay Deresi ve Kahramanmaraş Aksu Deresi'nde Çolakoğlu ve Çakır (2003) ve Toroğlu ve ark. (2006) tarafından F. koliform yükü $>1100 \text{ } 100^{-1} \text{ ml}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Koliform değerlerinin diğer çalışmaların sonuçlarından farklı olması yer ve zaman farkından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 4. Karasu Çayı Su Kalite Parametrelerinin Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine göre değerlendirilmesi

Table 4. Evaluation of Karasu Stream Water Quality Parameters according to the Surface Water Quality Regulation

Parametreler	Su Kalitesi Sınıfları			
	I.	II.	III.	IV.
Sıcaklık	X			X
pH	X	X		
ÇO		X		X
İletkenlik	X			
Klorür	X			
BOI ₅	X	X		
NH ₄ ⁻ -N	X	X		
H ₂ S				X
OM	X			X
TAKM	X			
T.Koliform	X	X		
F.Koliform		X	X	

Sınıf I: Temiz. Sınıf II Az kirli. Sınıf III: Kirli ve Sınıf IV: Çok kirli.

F. koliform'un mevsimsel değişiminin T. koliform ile paralel olduğu belirlenmiştir. T. koliform'ların çoğunun genellikle sularda gözlenmesi istenmeyen F. koliformlardan oluştuğu görülmektedir. Bu durum derenin yıl boyunca insan ve hayvan dışkısı ile temas halinde olduğunun bir göstergesidir. Akarsu'daki T. koliform ve F. koliform yükünün yaz aylarında diğer mevsimlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Koliform konsantrasyonlarının artmasının nedenleri; mevsimsel sıcaklık değişimi, mikroorganizmalar için uygun üreme ortamının oluşumu, mevsimsel yağış miktarının azalması ve turizm nedeni ile nüfus artışına paralel olarak kanalizasyonlardaki atık yükünün artışıdır. Yazdan kışa geçişte, T. koliform ve F. koliform değerlerindeki azalmaya; su sıcaklığındaki düşüş, atık yüklerindeki azalma ve yağışlardaki artış neden olmuştur. T. koliform ve F. koliform değerinin tüm mevsimlerde 1.ist.'da maksimum olduğu bulunmuştur. Bunun nedeni 1.ist.'un hayvanların güzergahının

üzerinde olmasıdır. T. Koliform korelasyon sonuçları değerlendirildiğinde ÇO ve ORP ile ters orantılı olduğu ($r=-0.939$ ve $r=-0.903$), F. Koliform, sıcaklık, pH, NH₄, H₂S, OM ve TAKM ile doğru orantılı olduğu (sırasıyla $r=0.994$, $r=0.824$, $r=0.794$, $r=0.579$, $r=0.720$, $r=0.819$ ve $r=0.489$) belirlenmiş olup ($P \leq 0.001$), istatistiksel açıdan oldukça önemli olduğu tespit edilmiştir. Çizelge 3'te görüldüğü üzere F. Koliform korelasyon değerlerinin parametrelerle aynı doğrultuda istatistiksel açıdan bağlantılı olduğu saptanmıştır. Fiziksel parametrelerin ve koliformların ortalama değerleri "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği" Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri'ne göre değerlendirildiğinde, Karasu Çayı'nın ÇO bakımından az ya da çok kirli (II.-IV. Sınıf), H₂S açısından çok kirli (IV. Sınıf), T. koliform (I.-II. Sınıf) ve F. koliform açısından az kirli-kirli (II.-III. Sınıf) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4; Anonim, 2015a; Anonim, 2016).

Gelişen dünyada çevreye olan duyarlılığın artmasına bağlı olarak su kirliliği konusunda gereken önlemler alınmaya çalışılsa da yeterli olmadığı bilinmektedir. Su kaynaklarının kalite ve kirlilikleri üzerinde yapılan çalışmaların artması ve su kaynaklarının şu anki durumları ile kirletici kaynaklarının belirlenmesi çok önem arz etmektedir. Karasu çayı sularını denize ulaştırana kadar yerleşim yeri ve tarım arazilerinden geçmektedir. Su kaynağının su kalite parametrelerinin mevcut durumlarının iyileştirilmemesi, korunamaması ve ilerleyen yıllarda kirlilik yükünün artması sonucu ekosisteminde ve su havzasında sucül yaşam ile insan sağlığını etkileyecek durumların ortaya çıkması mümkündür.

Çalışmada elde edilen veriler değerlendirildiğinde, su kaynağının ÇO değerinin düşük ve H₂S, T. Koliform ve F. Koliform değerlerinin yüksek değerlerde seyrettiği belirlenmiştir. Bu durum su kaynağında ötrofikasyonun başlamasına ya da artışına sebep olabileme ihtimalini güçlendirmektedir. Su kaynağındaki çözünmüş oksijen değerlerinin düşük çıkmasında, askıda katı madde miktarının, sıcaklığın, organik madde yükünün ve diğer kirleticilerin etkisi olduğu düşünülebilir. Bu parametrelerin kontrol altına alınması ve sürekli izlenmesi çözünmüş oksijen değerinin de doğal olarak normal değerlere geri dönebileceği ihtimalini desteklemektedir. Çalışmamızda ortaya çıkan kirlilik türlerinden biri olan Hidrojen sülfür kirliliği için alınabilecek önlemlerin başında su kaynakları çevresindeki yerleşim bölgelerinin kanalizasyon alt yapılarının düzeltilmesi ve atık suların su kaynaklarına verilmeden önce organik madde yükünün azaltılmasına yönelik tedbirlerin alınması gerekmektedir. Koliform kirliliğinin temel kaynağı kanalizasyon kökenli atık sular oluşturmaktadır. Bu bakteriler insan sağlığı için ciddi boyutları olan hastalıklara sebep olabilmektedir. Su kaynağının Koliform yükünün sürekli izlenmesi ve kanalizasyon deşarj sistemlerinin kurulması ile kirliliğin önlenmesinde etkili olabileceği söylenebilir. Karasu çayı'nın mevcut durumunun periyodik aralıklarla izlenmesi, iyileştirilmesi ve korunması için gereken tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bunun yanında su kaynağının çevresindeki yerleşim bölgelerinden ve tarım arazilerinden su kaynaklarına giriş yapan askıda katı madde yükünün artmasına sebep olabilecek maddelerinde kontrol altında tutulması gerekmektedir. Su kaynaklarının sürdürülebilirliklerini sağlayabilmek; sucül ortamların daha fazla bozulmalarının engellenmesi ve iyileştirilmeleri, su kaynaklarının uzun vadeli korunarak kullanımlarının sağlanması, konunun ciddiyetinin ve öneminin daha fazla ön plana çıkarılmasıyla mümkün olabilir. Avrupa birliği su çerçeve

direktifinin ana hedefi olan, nehir havzası bazında yönetim kavramının yaygınlaştırılması sağlanmalıdır. Sucül canlılar için yaşam kalitesi ve neslin sürdürülebilirliği doğal suların kaliteli ve temiz olması ile mümkün olacaktır.

ÖZET

Amaç: Kentleşmenin ve sosyoekonomik faaliyetlerin her geçen gün artması, evrende doğal kaynakların kirlenmesine ve bozulmasına neden olmaktadır. Çalışma, Karadeniz Bölgesi'ndeki Küre Dağları'nın Gündüzlü Ormanlarından doğan ve Sinop'un 8 km batısındaki Akliman sahilinden Karadeniz'e dökülen Karasu Çayı'nın su kalitesini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Yöntem ve Bulgular: Karasu Çayı'nın sıcaklık, karbondioksit, pH, alkalinite, çözünmüş oksijen, iletkenlik, oksidasyon-redüksiyon potansiyeli, klorür, biyolojik oksijen ihtiyacı, amonyum azotu, hidrojen sülfür, organik madde, toplam askıda katı madde parametreleri ile Toplam koliform ve Fekal koliform değerleri Mayıs 2014'ten Nisan 2015'e kadar her ay takip edilerek mevsimsel durumu ortaya konulmuştur. Karasu Çayı'nın Toplam koliform ve Fekal koliform yükü en düşük kış mevsiminde (4. istasyon), en yüksek yaz mevsiminde (1. istasyon) tespit edilmiştir. Su örneklerinin analizi BOI₅, NH₄⁺-N, OM, Toplam koliform ve Fekal koliform ortalama değerlerinin mevsimler ve istasyonlar arasında istatistiksel farklılıkları anlamlı ($P < 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca sıcaklık, CO₂, pH, ÇO, alkalinite ve H₂S değerleri mevsimler arası önemli ölçüde farklılık gösterirken ($P < 0.05$), istasyonlar arası farklılık ($P > 0.05$) olmamıştır.

Genel Yorum: Araştırma sonuçları Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği ile karşılaştırıldığında nehir suyunun Toplam koliform (I.-II. Sınıf) ve Fekal koliform (II.-III. Sınıf) yükünün sınıfları belirlenmiştir. Su kaynağının ÇO değerinin düşük ve H₂S, F. Koliform değerlerinin yüksek değerlerde seyrettiği belirlenmiştir. Bu durumun su kaynağında ötrofikasyonun başlamasına ya da artışına sebep olabileme ihtimalini güçlendirmektedir.

Çalışmanın Önemi ve Etkisi: Su kaynaklarının sürdürülebilirliklerini sağlayabilmek için, sucül ortamların daha fazla bozulmalarının engellenmesi gerekmekte ve su kaynaklarının korunmasının sağlanması, konunun ön plana çıkarılmasıyla mümkün olabilir.

Anahtar Kelimeler: Koliform, dere, nehir, kirlilik, su kalitesi, Karasu Çayı, Karadeniz.

TEŞEKKÜR

Çalışma, “Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi’nde Bazı Fiziko-Kimyasal ve Mikrobiyolojik Parametrelerin Araştırılması” adlı Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tez verilerinden üretilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMA BEYANI

Yazarlar çalışma konusunda çıkar çatışmasının olmadığını beyan etmektedir.

ARAŞTIRMACILARIN KATKI ORANI BEYANI

Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Abreu-Acosta N, Vera L (2011) Occurrence and removal of parasites, enteric bacteria and faecal contamination indicators in wastewater natural reclamation systems in Tenerife- Canary Islands, Spain, Ecological Engineering, 37: 496-503.
- Acehan G (2007) İçme Sularının Mikrobiyolojik Kirlenme Potansiyelinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üni. Fen Bil. Ens., Adana, 235s.
- Aksu H (2004) İçme Suyu Kaynaklı Mikrobiyolojik Risklerin Değerlendirilmesi. İstanbul ve Su Sempozyumu: Tartışmalar ve Forum, Ocak 8-9, İstanbul, Türkiye.
- Al-Bahry S, Mahmoud IY, Al-Belushi KIA, Elshafie AE, Al-Harthy A, Bakheit CK (2009). Coastal sewage discharge and its impact on fish with reference to antibiotic resistant enteric bacteria and enteric pathogens as bio-indicators of pollution. Chemosphere, 77: 1534–1539.
- Alemdar S, Kahraman T, Ağaoğlu S, Alişarlı M (2009) Bitlis İli İçme Sularının Bazı Mikrobiyolojik ve Fizikokimyasal Özellikleri. Ekoloji, 19 (73): 29-38.
- Anonymous (1997a) Guidelines For Drinking Water Quality. Health Criteria and Other Supporting Information, Second ed., World Health Organization (WHO), Geneva, 2: 65.
- Anonymous (1997b) Volunteer Stream Monitoring: A Methods Manual. United States Environmental Protection Agency (USEPA), Office of Water 4503F, EPA 841-B-97-003, Washington.

- Anonymous (2000) Directive 2000/60/EC (European Commission) of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000. Establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities I. 327: 1-73. http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF (Erişim Tarihi: 20 Ekim 2017).
- Anonim (2015a) Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (YSKY). Resmi Gazete: 29327. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm> (Erişim Tarihi: 04 Nisan 2018)
- Anonim (2015b) Yer Üstü Suları, Yer Altı Suları ve Sedimentten Numune Alma ve Biyolojik Örneklemeye Tebliği. Resmi Gazete: 29274. [https://kms.kaysis.gov.tr/\(X\(1\)S\(zcngcuacmhulefyexuka4c0\)\)/Home/Goster/44298?AspxAutoDetectCookieSupport=1](https://kms.kaysis.gov.tr/(X(1)S(zcngcuacmhulefyexuka4c0))/Home/Goster/44298?AspxAutoDetectCookieSupport=1) (Erişim Tarihi: 24 Haziran 2020).
- Anonim (2015c) Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (YSKY). Resmi Gazete: 29327. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm> (Erişim Tarihi: 04 Nisan 2018).
- Anonim (2016a) T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Sinop Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Sinop İli 2015 Yılı Çevre Durum Raporu (2016). <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/editordosya/Sinop2015.pdf> (Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2020).
- Anonim (2016b) Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY). Resmi Gazete Sayı: 29797. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160810-9.htm> (Erişim Tarihi: 22 Nisan 2018).
- Anonim (2018) World Health Organization (WHO). Diarrhoeal Disease. <http://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/diarrhoeal-disease> (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2018).
- APHA (1999) American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (Eds. Rice EW, Baird RB, Eaton AD, and Clesceri LS). 20th ed. American Public Health Association, American Water Works, Association and the Water Environment Federation. Washington, DC.
- Augustyn L, Babula A, Joniec J, Stanek-Tarkowska J, Hajduk E, Kaniuczak J (2016) Microbiological Indicators of the Quality of River Water, Used for Drinking Water Supply. Polish J. Environ. Studies, 25(2): 511-519.

- Ayaz E (2015) Samsun ve Giresun İllerinden Alınan Su Örneklerinde *Cryptosporidium parvum*'un Moleküler Teknikler Kullanılarak Tespit Edilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üni., Fen Bil. Ens., Ordu. 155 s.
- Berber İ, Avşar C (2014) Investigating Some Microbial Pollution Parameters of Seawater and Mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) of Sinop. Black Sea Coastal Zone, Turkey. Sains Malaysiana, 43(12), 1835–1842.
- Bogdal A, Kowalik T, Ostrowski K, Skowron P (2016) Seasonal variability of physicochemical parameters of water quality on length of Uszwica river. J. Eco. Engin. 17(1): 161–170.
- Boyd CE (1995) Bottom Soils, Sediment and Pond Aquaculture, Chapman & Hall, New York, USA.
- Bulut C, Akçimen U, Uysal K, Küçükkara R, Savaşer S, Tokatlı C, Öztürk GN, Köse E (2012) Kestel Deresi (Burdur) Su Kalitesinin Belirlenmesi ve Alabalık Yetiştiriciliği Açısından Değerlendirilmesi. Dumlupınar Üni., Fen Bil. Ens. Derg. 28: 1-10.
- Burres E (2009) Surface water ambient monitoring program using IDEXX for fecal indicator bacteria monitoring. SWRCB-Clean Water Team, Canada.
- Cirik S, Cirik Ş (2008) Limnoloji. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 166s.
- Çağlar M, Saler S (2014) Koçan Şelalesi (Erzincan)'nin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Su Kalitesi Özellikleri. Yunus Araştırma Bülteni, 3: 37-42.
- Çarlı U (2015) Karasu Çayı ve Sırakaraağaçlar Deresi'nde bazı fiziko-kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üni., Fen Bil. Ens. Sinop, 136s.
- Çiçek NL, Ertan ÖO (2012) Köprüçay Nehri (Antalya)'nin Fiziko-Kimyasal Özelliklerine Göre Su Kalitesinin Belirlenmesi. Ekoloji, 21(84): 54-65.
- Çolakoğlu FA, Çakır F (2003) Sarıçay Akarsuyunun Mikrobiyolojik Kalitesi, Çanakkale Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, 305-312.
- Dihkan M, Karslı F, Güneroğlu A (2011) Karadeniz Kıyı Sularında Askıda Katı Madde Dağılımının Haritalanması. TMMOB Harita ve Kadastro Müh. Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara.
https://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/61a784657319a26_ek.pdf (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2018).
- Dinçer S (2014) Çanakçı Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Giresun Üni. Fen Bil. Ens., Giresun, 73s.
- Egemen Ö, Sunlu U (1996) Su Kalitesi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir, 153s.
- Elmacı A, Teksoy A, Topaç FO, Özengin N, Başkaya HS (2008) Uluabat Gölünün Mikrobiyolojik Özelliklerinin Mevsimsel Değişiminin İzlenmesi. Uludağ Üni. Mühendislik-Mimarlık Fak. Derg. 13 (1): 93-103.
- Elmanama AA, Afifi S, Bahr B (2006) Seasonal and spatial variation in the monitoring parameters of Gaza Beach during 2002-2003, Environ. Res. 101, 25-33.
- Er CB (2014) Kilis İçme Sularının Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, Yüksek lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üni. Fen Bil. Ens., Kilis, 50s.
- Fakir Y (2012) Denizli içme suyu şebekesindeki su kalitesi parametrelerinin zamana ve konuma göre değişiminin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üni., Fen Bil. Ens., İnşaat Müh. ABD, Denizli. 142s.
- Gedik K, Verep B, Ertuğrul T, Fevzioğlu S (2010) Fırtına Deresi (Rize)'nin Fiziko-Kimyasal Açından Su Kalitesinin Belirlenmesi, Ekoloji, 19(76): 25-35.
- Geldiay R, Kocataş A (1988) Deniz Biyolojisine Giriş. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, İzmir, 459.
- Guo T, Delaune RD, PatrickJr WH (1997). The Effect of Sediment Redox Chemistry on Solubility/Chemically Active Forms of Selected Metals in Bottom Sediment Receiving Produced Water Discharge. Spill, Science&Technology Bulletin, 4 (3): 165-175.
- Gültekin F, Ersoy AF, Hatipoğlu E, Celep S (2012) Determination of Water Quality Parameters in Wet Season of Surface Water in Trabzon. Ecology, 21(82): 77-88.
- Gündoğdu A (1995) Sinop İli Sahilinde Anyonik Deterjan Kirliliğinin Araştırılması. Yüksek lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Su Ürünleri Yüksek Okulu, Samsun, 60s.
- Günşen U, Anar Ş, Gündüz H (2000) Uludağ'daki Su Kaynaklarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi, 7 (2): 21-24.
- Gürel E (2011) Porsuk Çayı Su Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 70s.
- Hagendorf U, Diehl K, Feuerpfeil I, Hummel A, Szwedzyk R (2000) Retention of microbiological organisms in constructed wetlands. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Wetland Systems for Water Pollution Control., Gainesville: IWA and University of Floryda, pp 391.
- Halkman AK (2005). Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları (Food Microbiology Applications, Başak Typography (Merck., Ed: A. K. Halkman, Başak Matbaacılık), Ankara, Türkiye, 89-124: 358.
- Hamzah, A, Kipli SH, Ismail SR, Una R, Sarmani S (2011) Microbiological study in coastal water of Port Dickson. Sains Malaysiana, 40(2), 93-99.

- Hasançavuşoğlu, Z, Gündoğdu A (2019) Investigation of Anionic Detergent Pollution in Sarıkum Lake (Sinop). Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(11): 1825-1833.
- James CN, Copeland RC, Lytle DA (2004). American Water Works Association, WQTC Conference, 13.
- Kanownik W Rajda W (2011) Samooczyszczanie wody potoku Pychowickiego. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 561: 81–91.
- Kara C, Çömlekcioglu U (2004) Karaçay (Kahramanmaraş)'ın Kirliliğinin Biyolojik ve Fiziko-Kimyasal Parametrelerle İncelenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(1): 7.
- Kıvrak E, Uygun A, Kalyoncu, H (2012) Akarçay'ın (Afyonkarahisar) Su Kalitesini Değerlendirmek İçin Diyatome İndekslerinin Kullanılması. AKÜ FEBİD, 12, 27-38.
- Kilinc B, Besler A (2014) The occurrence of enteric bacteria in marine environment and pollution. Marine Science and Technology Bulletin, 3(2): 39-43.
- Kolören Z, Elif Demirel E, Taş B (2011) Ulugöl (Ordu, Türkiye)'de Fekal Kirlilik İndikatörü Bakterilerin Tespiti. Biyoloji Bil. Araş. Derg. 4(2): 151-156.
- Küçük S (2007) Büyük Menderes Nehri Su Kalite Ölçümlerinin Su Ürünler açısından İncelenmesi. Adnan Menderes Üni. Zir. Fak. Derg. 4(1-2): 7 – 13.
- Leong SS, Ismail J, Nurdiyana A, Denil NA, Shahru, R, Sarbini SR, Wafri Wasli W, Debbie A (2018) Microbiological and Physicochemical Water Quality Assessments of River Water in an Industrial Region of the Northwest Coast of Borneo. Water, 10, 1648.
- Lipp EK, Farrah SA, Rose JB (2001) Assesment and Impact of Microbial Fecal Pollution and Human Enteric Pathogens in a Coastal Community. Marina Pollution Bulletin, 42(4): 286-293.
- Majedul Islam MM, Hofstra N, Atikul Islam Md. (2017) The Impact of Environmental Variables on Faecal Indicator Bacteria in the Betna River Basin, Bangladesh. Environ. Process, 4:319–332.
- Mostafa AH, Al-Wasify, RS, Sayed AM, Haroun BM (2013) Microbiological and physicochemical evaluation of groundwater in Egypt. Int. J. Environ. Sustainability, 2: 1-10.
- Napieralska A, Gołdyn R (2013) Sanitary Analyses of Runoff Water a River. Polish J. Environ. Studies, 22(2): 481–486.
- Öner O, Celik A (2001) Investigation of some pollution parameters in water and sediment samples collected from the lower Gediz river basin. Ecology, 20(78): 48-52.
- Öztürk M (2006) Kanalizasyonda Hidrojen Sülfür Gazı Oluşumu ve Sağlık Üzerine Etkileri. Çevre Orman Bakanlığı, Ankara, 13. www.gaosbitfaiye.org/images/fc747691-795c-413d-a07f-74775e252c5dh2s.pdf (Erişim Tarihi: 04 Nisan 2018).
- Salyers AA, Whitt DD (2012) Microbes and a human in imbalance: infectious diseases. In: Microbiology. Diversity, pathogenicity and environment. (Eds. Salyers A, Dixi W) PWN, Warsaw, [In Polish].
- Sigua GC, Palhares JCP, Kich JD, Mulinari MR, Mattei RM, Klein JB, Müller S, Plieske G (2010) Microbiological Quality Assessment of Watershed Associated with Animal-Based Agriculture in Santa Catarina, Brazil. Water, Air & Soil Pollution, 210: 307.
- Singh AK, Das S, Singh S, Pradhan N, Gajamer VR, Kumar S, Lepcha YD Tiwari HK (2019) Physicochemical Parameters and Alarming Coliform Count of the Potable Water of Eastern Himalayan State Sikkim: An Indication of Severe Fecal Contamination and Immediate Health Risk. Front. Public Health, 7: 174.
- Sigg L (2000) "Redox Potantial Measurements in Natural Waters: Signifigance, Concepts, and Problems" Redox Fundamaentals, Processes and Aplications. (Eds: Schüring J, Schulz HD, Fischer WR, Böttcher J, Duijnsveld MHW). Springer, Berlin, 1-12.
- Sukatar A, Yorulmaz B, Ayaz D, Barlas M (2006) Emiralem Deresi'nin (İzmir-Menemen) Bazı Fiziko-Kimyasal ve Biyolojik (Bentik Makroomurgasızlar) Özelliklerinin İncelenmesi. SDÜ Fen Bil. Ens. Derg. 10 (3): 328-333.
- Şengül F, Türkman A (1998) Su ve Atıksu Analizleri. TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, İzmir, 152s.
- Şengün E (2013) Aksu Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üni. Fen Bil. Ens., Giresun, 66s.
- Taş B, Yavuz Candan A, Can Ö, Topkara S (2010) Ulugöl (ORDU)'nün Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri. J. Fisheries Sci. 4 (3): 254-263.
- Taşdemir M, Göksu ZL (2001) Some Water Quality Criteria of Asi River (Hatay). E.U. J Fisheries and Aquatic Sci. 18(1-2): 55-64.
- Tayhan N (2012) Uzunçayır Baraj Gölünün (Tunceli) Fizikokimyasal Su Kalitesinin Periyodik İzlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Tunceli Üni. Fen Bil. Ens., Tunceli, 79s.
- Tepe Y, Mutlu E (2004) Hatay Harbiye Kaynak Suyunun Fizikokimyasal Özellikleri. Dumlupınar Üni., Fen Bil. Ens. Derg. 6: 77-88.
- Tepe Y, Mutlu E, Ateş A, Başusta N (2004) Samandağ Karamanlı Göleti (Hatay) Su Kalitesi. Türk Sucul Yaşam Dergisi . 2(3): 408-414.

- Tepe Y, Ateş A, Mutlu E, Töre Y (2006) Hasan Çayı (Erzincan-Hatay) Su Kalitesi Özellikleri ve Aylık Değişimleri. E.Ü. Su Ürünleri Derg. 23 (1/1): 149-154.
- Toroğlu E, Toroğlu S, Alaeddinoğlu F (2006) Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) Akarsu Kirliliği. Coğrafi Bil. Derg. 4 (1): 93-103.
- Uslu O, Türkman A (1987) Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları Eğitim Dizisi, 364s.
- Uzun S, Uzun A, Yılmaz C, Zeybek Hİ (2005) Erfelek Waterfalls, Sinop. 10(14): 331-348. <http://e-dergi.atauni.edu.tr/ataunidcd/article/view/1021006265/1021005969> (Erişim Tarihi: 22 Temmuz 2018)
- Verp B, Serdar O, Turan D, Şahin C (2005) Determination of Water Quality in terms of Physico-Chemical Structure of the River Iyidere (Trabzon). Ecology, 14(57): 26-35.
- Vural A, Erkan ME (2006) Diyarbakır Kenti'ndeki Dicle Nehri Balıklarında Mikrobiyolojik Kalite Parametreleri. Dicle Tıp Derg. 33 (3): 153-156.
- Ward DR Hackney C (1991) Microbiology of marine food products. Published by Van Nostrand Reinhold, New York, pp 443.
- Wu J, Li P, Qian H, Duan Z, Zhang X (2014) Using correlation and multivariate statistical analysis to identify hydrogeochemical processes affecting the major ion chemistry of waters: a case study in Laoheba phosphorite mine in Sichuan, China. Arabian Journal of Geosciences 7: 3973–82.
- Yıldız İ (2013) Gelevera Deresi Su Kalitesi ve Kirlilik Düzeyinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Giresun Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Giresun, 92s.