



Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Journal of Agricultural Faculty of Ege University (EJAR)



Yıl (Year) : 2021

Cilt (Volume) : 58

Sayı (Number) : 2

EÜ Ziraat Fakültesi Adına Sahibi (Director):

Prof. Dr. Nedim KOŞUM

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekan
(Dean, Faculty of Agriculture - Ege University)

Baş Editör (Editor-in-Chief):

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Yardımcı Editör (Associate Editor)

Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Yabancı Dil Editörleri (Foreign Language Editors)

Prof. Dr. Necip TOSUN

Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU

İndeks Editörü (Index Editor)

Doç. Dr. Gülfem ÜNAL

Teknik Editör (Technical Editor)

Araş. Gör. Dr. Çağrı KANDEMİR

ISSN 1018-8851

e-ISSN 2548-1207

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi; CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, EBSCO Clarivate Analysis ve Zoological Record, DOAJ tarafından taranan uluslararası hakemli bir dergidir.

The Journal of Ege University Faculty of Agriculture is abstracted and indexed in CAB Abstracts, FAO AGRIS, NAL Catalog (AGRICOLA), TÜBİTAK/ULAKBİM, EBSCO, Clarivate Analysis Master Journal List, Zoological Record and DOAJ

Dergimize yaptığınız atıflarda **"Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg."** kısaltması kullanılmalıdır.

The title of the journal should be cited as **"Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg."**

Konu Editörleri (Section Editors)

Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI

Prof. Dr. Zümrüt AÇIKGÖZ

Doç. Dr. Cem KARAGÖZLÜ

Doç. Dr. Murat KILIÇ

Doç. Dr. Zerrin KENANOĞLU BEKTAŞ

Doç. Dr. Emine MALKOÇ TRUE

Doç. Dr. Deniz EROĞUL

Doç. Dr. Arzu YAZGI

Doç. Dr. Ali Rıza ONGUN

Doç. Dr. Sıdıka EKREN

Bitki Koruma

(Plant Protection)

Zootekni

(Animal Science)

Süt Teknolojisi

(Dairy Technology)

Tarımsal Yapılar ve Sulama

(Agricultural Structures & Irrigation)

Tarım Ekonomisi

(Agricultural Economics)

Peyzaj Mimarlığı

(Landscape Architecture)

Bahçe Bitkileri

(Horticulture)

Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği

(Agricultural Machinery & Technologies)

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

(Soil Science & Plant Nutrition)

Tarla Bitkileri

(Field Crops)

Yayın Tarihi: 30.06.2021

Yazışma Adresi

(Correspondence Address)

Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığı, 35100 Bornova, İzmir, TÜRKİYE

e-mail: ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr – ziraatbasinyayin@gmail.com

Baskı: Ege Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, Bornova – İZMİR, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Sertifika No: 18679

Danışma Kurulu
(Advisory Board)

Nedim KOŞUM, Ege University, TURKEY
Uygun AKSOY, Ege University, TURKEY
Eftal DÜZYAMAN, Ege University, TURKEY
Tanay BİRİŞÇİ, Ege University, TURKEY
Vedat CEYHAN, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
Belgin ÇAKMAK, Ankara University, TURKEY
Vedat DEMİR, Ege University, TURKEY
Fikret DEMİRCİ, Ankara University, TURKEY
Mehmet Rüştü KARAMAN, Ankara University, TURKEY
Orhan KURT, Ondokuz Mayıs University, TURKEY
Barbaros ÖZER, Ankara University, TURKEY
Banu YÜCEL, Ege University, TURKEY

Uluslararası Danışma Kurulu
(International Advisory Board)

Boris BILCIK, Slovak Academy of Sciences, SLOVAKIA
Alexander S. KONSTANTINOV, USDA National Museum of Natural History, USA
Lenka KOURİNSKA, Czech University of Science, PRAGUE
Timur MOMOL, University of Florida, USA
Mirela Mariana NICULESCU, University of Craiova, ROMANIA
Janusz PIECHOCKI, Warmia and Mazury University in Olsztyn, POLAND
Anne Alison POWELL, University of Aberdeen, SCOTLAND
Roman ROLBIECKI, University of Technology and Life Sciences in Bydgoszcz, POLAND
Evangelia N. SOSSIDOU, National Agricultural Research Foundation, GREECE
Ajit SRIVASTAVA, Michigan State University, USA
Dietrich STEFFENS, Justus-Liebig-Universität Gießen, GERMANY
Barbara SZULCZEWSKA, Warsaw University of Life Sciences, POLAND
Terrence THOMAS, North Carolina A&T State University, USA

İÇİNDEKİLER (CONTENTS)

ARAŞTIRMA MAKALELERİ (RESEARCH ARTICLES)

The effects of some biofertilizers on yield, chlorophyll index and sugar content in sugar beet (*Beta vulgaris var. saccharifera* L.)

Bazı biyogübrelerin şeker pancarında (*Beta vulgaris var. saccharifera* L.) verim, klorofil indeksi ve şeker içeriğine etkisi

Volkan Mehmet ÇINAR, Aydın ÜNAY163

Modeling biomass-based biofuel production and developing a reference energy system for the agricultural sector in Turkey

Biyokütle bazlı Biyoyakıt üretiminin modellenmesi ve Türkiye'de tarım sektörü için referans enerji sisteminin geliştirilmesi

Mehmet ŞAHBAZ, Egemen SULUKAN171

Evaluation of the sufficiency of urban green spaces: Nigde city example

Kentsel yeşil alanların yeterliliklerinin değerlendirilmesi : Niğde kenti örneği

Gülden SANDAL ERZURUMLU181

Determination of late spring frost effects on Monroe peach cultivars in different training systems, planting intervals and height of flower

'Monroe' şeftali çeşidinde farklı terbiye sistemleri, dikim sıklıkları ve ağaç yüksekliklerinde ilkbahar geç donlarının etkilerinin belirlenmesi

Melike ÇETİNBAŞ, Hasan Cumhur SARISU, Sinan BUTAR193

Antimicrobial activity of oak honey (*Quercus spp.*) on the biofilm microorganisms

Meşe balının (*Quercus spp.*) biyofilm mikroorganizmaları üzerindeki antimikrobiyal aktivitesi

Aslı ÖZKIRIM, Aygün SCHIESSER, Billur KÜÇÜKÖZMEN, Kadriye SORKUN203

Determining the tolerance of various Turkish hazelnut cultivars (*Coryllus avellane* L.) against *Xanthomonas arboricola pv. corylina*

Türk fındık çeşitlerinin (*Coryllus avellana* L.) bakteriyel yanıklık hastalığına (*Xanthomonas arboricola pv. corylina*) karşı toleranslarının belirlenmesi

Melekşen AKIN, Ahmet AYGÜN211

The effect of cumin essential oil on the fermentation quality, aerobic stability, and *in vitro* digestibility of vetch-oat silages

Kimyon uçucu yağının fiğ-yulaf silajlarının fermantasyon kalitesi, aerobik stabilitesi ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkisi

Yiğit AKINCI, Sibel SOYCAN ÖNENÇ217

Üniversite öğrenci ve çalışanlarının çevre duyarlılığının saptanması: Akdeniz Üniversitesi (Antalya) örneği

Determination of environmental sensitivity of undergraduate and university personnel's: case study of Akdeniz University (Antalya)

Sibel MANSUROĞLU, Veysel DAĞ229

Güney Marmara Bölgesi kabakgil üretim alanlarında cucumber mosaic virus enfeksiyonunun tespiti ve kılıf protein gen diziliminin filogenetik analizi

Detection and phylogenetic analysis of coat protein gene region of cucumber mosaic virus Infecting cucurbit plants in South Marmara Region of Turkey

Ali KARANFİL, Savaş KORKMAZ239

Bornova üniversite caddesi yol ağaçlarının hava kalitesi üzerine etkisi

Air quality effects of Bornova university street trees

Çiğdem COŞKUN HEPCAN, Aybüke CANGÜSEL247

Tüketicilerin gıda israfının önlenmesine yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi: İzmir ili örneği

Determination of consumers' attitude and behavior on food waste prevention: The case of İzmir

Harun DAYSAL, Nevin DEMİRBAŞ253

Yem formunun yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi yöntemiyle süt sığırcı karma yemlerinin besin madde değerlerine etkisinin belirlenmesi

Determination of the effect of feed form on nutrient values of dairy cattle mixed feeds by near-infrared reflectance spectroscopy method

Orçun ELBİRLİK, Mürsel ÖZDOĞAN263

Suriyeli göçmenlerin açık ve yeşil alanlardan talep ve eğilimlerinin belirlenmesi

Determining the demands and trends of Syrian immigrants from open and green areas

Şeyma YİĞİT, Mustafa ATMACA273

Van Gölü havzası tuzlu sularının su kalitesi özellikleri ve ağır metal kirlilik indeksinin belirlenmesi

Water quality properties and heavy metal pollution index of saline waters in Van Lake basin

Ataman Altuğ ATICI, Ahmet SEPİL, Fazıl ŞEN285

DERLEMELER (REVIEWS)


Metamorfoz hormonları, oluşumları ve böcek başkalaşımındaki rolleri

Metamorphosis hormones formations and roles of insect metamorphosis

Neşe KESKİN, Ferit TURANLI295

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):163-170
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.714633>

Volkan Mehmet ÇINAR^{1*} 

Aydın ÜNAY² 

¹ Aydın Adnan Menderes University,
Graduate School of Natural and Applied
Sciences, Aydın/Turkey

² Aydın Adnan Menderes University,
Agricultural Faculty, Field Crops
Department, Aydın/Turkey

* Corresponding

author: vmcinar@gmail.com

Keywords: Bio-fertilizers, chlorophyll index,
plant growth-promoting rhizobacteria, sugar
beet, sugar content.

Anahtar sözcükler: Biyogübreler, bitki
büyüme teşvik edici rizobakteri, şeker
pancarı, şeker içeriği.

The effects of some biofertilizers on yield, chlorophyll index and sugar content in sugar beet (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.)

Bazı biyogübrelerin şeker pancarında (*Beta vulgaris*
var. *saccharifera* L.) verim, klorofil indeksi ve şeker
içeriğine etkisi

Received (Alınış): 04.04.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 09.06.2020

ABSTRACT

Objective: The study was conducted to investigate the effects of commercial bio-fertilizers such as BM-Root-Pan, BM-Megaflu and BM-Coton-Plus on the yield, quality and chlorophyll content of sugar beet.

Material and Methods: The experiment was carried out in Karapınar-Konya in the 2017 sugar beet growing season. The experimental design was a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Bio-fertilizers were applied to soil twice at the stage of BBCH 16-19 and BBCH 35.

Results: The differences among control, BM-Root-Pan, BM-Megaflu and BM-Coton-Plus for root weight, root length, root diameter, per plant sugar yield and root yield were significant. The highest root weight, root length, root diameter and per plant sugar yield recorded in BM-Megaflu with *Bacillus megaterium*, *Pantoea agglomerans* and *Pseudomonas fluorescens*.

Conclusion: Bio-fertilizers containing plant growth-promoting rhizobacteria had capable of increasing sugar beet yield.

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, BM-Root-Pan, BM-Megaflu ve BM-Coton-Plus gibi bazı ticari biyogübrelerin, şeker pancarının verim, kalite ve klorofil içeriğine etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Deneme 2017 yılı şeker pancarı yetiştirme sezonunda Konya İli Karapınar İlçesinde yürütülmüştür. Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Biyogübreler, şeker pancarının BBCH 16-19 ve BBCH 35 büyüme dönemlerinde iki kez olmak üzere topraktan uygulanmıştır.

Araştırma Bulguları: Yumuru ağırlığı, yumru uzunluğu, yumru çapı, bitki başına şeker verimi ve kök yumru verimi yönünden kontrol ile birlikte BM-Root-Pan, BM-Megaflu ve BM-Coton-Plus uygulamaları arasında önemli farklılıklar saptanmıştır. En yüksek yumru ağırlığı, yumru uzunluğu, yumru çapı ve bitki başına şeker verimi *Bacillus megaterium*, *Pantoea agglomerans* ve *Pseudomonas fluorescens* bakterilerini içeren BM-Megaflu uygulamasından elde edilmiştir.

Sonuç: Bitki büyüme teşvik edici bakteriler içeren biyogübrelerin şeker pancarı verimini artırabileceği kanısına varılmıştır.

INTRODUCTION

Sugar beet (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L., $2n = 18$) is one of the most important sugar crops worldwide and accounts for approximately 25% of global sugar production. Root yield and sugar content are two major economic traits of the sugar beet (Wang et al., 2019).

In the world, sugar beet planting area, root yield and production during 2018/19 were 4.82 million hectares, 57 tonnes ha⁻¹ and 275.5 million tonnes, respectively (FAO, 2020). The sugar beet planting area was 310 thousand hectares and produced root was 18.1 million tonnes and the mean root yield per area was 58 tonnes ha⁻¹ in Turkey (TUIK, 2020). Also, granulated sugar was produced from the sugar beet about 2.7 million tonnes in the 2016/17 growing season. According to the granulated sugar data, digestion rate (sugar content) has been estimated as 14% countrywide (Anonymous, 2017).

Fertilizer management is one of the most factor affecting sugar beet productivity because of the very nutrient responsibility of high yielding cultivars (Zengin et al., 2009; Hergert, 2010). In recent years, the application of bio-fertilizers gained importance to alleviate for reducing natural deterioration as fertilizer used in crop production are mostly chemicals that cause environmental problems (Döbereiner, 1997; Parlakova and Dursun, 2019). The bio-fertilizers has identified as products based on beneficial microorganisms of proven efficacy that live in association or symbiosis with plants and naturally help their nutrition and growth. These preparations contained living cells of efficient nitrogen-fixing, P-solubilizing microorganisms (Chesti et al., 2013). The bio-fertilizers containing bacteria used for these purposes are species mainly belonging to genera *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Burkholderia*, *Herbaspirillum*. (Rosenblueth and Martinez, 2006).

The bio-fertilizer such as BM-Coton-Plus, BM-Root-Pan and BM-Megaflu are mixed microbial fertilizer containing *Bacillus megaterium*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Paenibacillus azotofixans* with functions such as nitrogen fixation, phytohormones production, solubilization of phosphorus, and increase in micronutrient uptake (Abdulla, 2018). Moreover, many researchers revealed their roles both directly and indirectly on plant growth promotion (Klopper, 1992; Höflich et al., 1994; Lazarovits and Nowak, 1997; Glick, 2012).

Bacillus spp. inoculants positively affected root and shoot growth, biomass and yield in wheat (Rana et al. 2012), cluster bean (Yadav and Tarafdar, 2012), dry beans (Tozlu et al., 2012), rice (Beneduzia et al, 2008). Also, it was addressed that *Pseudomonas* had P-solubilization and IAA production roles in pearl millet (Misra et al., 2012) and wheat (Hussain and Hasnain, 2011). Bioformulations with different bacteria ingredients achieved promising results such as root and sugar yield in field condition of sugar beet (Cakmakci et al., 2001; Jorjani et al., 2011).

Our research aimed to study the effects of commercial products which include different bacteria on yield, chlorophyll and sugar content of sugar beet in field conditions.

MATERIAL and METHODS

The experiment was carried out under the condition of a farmer in Karapınar-Konya (37°44'20.4"N longitude and 33°25'32.1"E latitude) in 2017. Central Anatolia type of continental climate with semi-arid summer is dominant in the region. The mean temperatures of the growing season exhibited that July, August and September exceeds the long term mean temperatures while precipitations of the month viz., April, May, June, September and October were higher than that of the long term mean precipitations. There were no precipitations in July and September (Figure 1).

The soil characteristics of the experiment were loamy sand having pH 8.0 (slightly alkali), organic matter 2.06% (medium), available P₂O₅ 95.4 kg ha⁻¹ (high) and available K₂O 1441 kg ha⁻¹ (very high). Also, the experiment area has lime content 48.5 (very high), medium Fe (4.21 ppm) and high Zn (1.93 ppm).

The sugar beet hybrid cultivar, Aranka (from KWS Company), was used in the study. The general characteristics of a cultivar are genetic monogerm, tolerant to *Cercospora beticola*, high yielding, ample sugar content and NZ type. Bio-fertilizers used in the study were commercial products such as BM-Coton Plus, BM-Root-Pan and BM-Megaflu (from BIOMARKET Company of Turkey). The list of bacteria contents belong to products is given in Table 1.

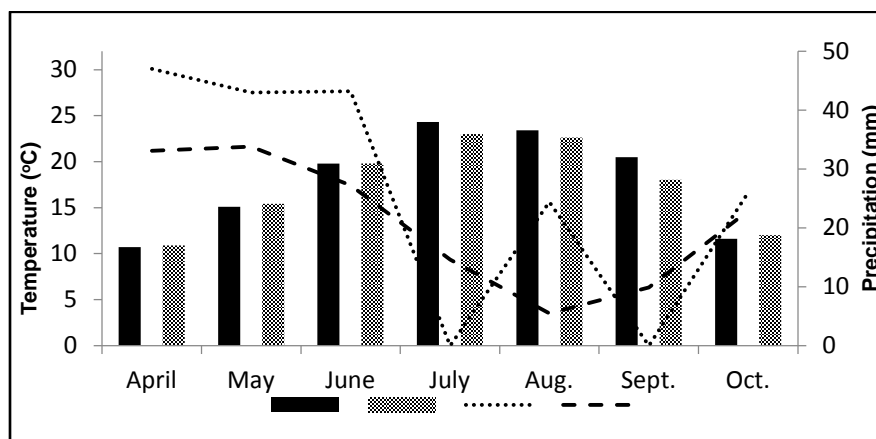


Figure 1. Precipitation (mm) and temperature (°C) values in Karapınar in 2017 and the long-term.

Şekil 1. Karapınar'a ait 2017 yılı ve uzun dönem sıcaklık ortalamaları ve yağış miktarı.

Table 1. The list of bacteria content of bio-fertilizers

Çizelge 1. Biyogübrelerin bakteri içerikleri

Commercial Name	Live Organisms Name			Number of Live Organisms (number of organisms/ml)	
BM-Root-Pan	<i>Bacillus megaterium</i> RCK-869	<i>Paenibacillus polymyxa</i> RCK-540	<i>Pantoea agglomerans</i> RK-120	<i>Bacillus subtilis</i> RCK-561	1,7x10 ⁷
BM-Megafllu	<i>Bacillus megaterium</i>	<i>Pantoea agglomerans</i>	<i>Pseudomonas fluorescens</i>		2,1x10 ⁸
BM-Coton-Plus	<i>Bacillus subtilis</i> PA1	<i>Paenibacillus azotofixans</i> PA2		2,2x10 ⁷	

The experiment was arranged in a "Randomized Complete Blocks Design" with 3 replications. Seeds were sown on April 17, 2017. Plots were 12 rows of 6.0 m x 5.4 m (32.4 m²). The distance between rows and within rows were 0.45 m and 0.20 m, respectively. Plant density was approximately 110 thousand plants per hectare.

Two hundred kg of N, one hundred kg of P and 80 kg of K were applied per hectare before planting time. An additional 50 kg ha⁻¹ of N was given with the first irrigation. Two hoeing and two herbicide (Betanal maxxPro from BAYER; 47 g/L Desmedipham+75 g/L Ethofumesate+27 g/L Lenacil+60 g/L Phenmedipham) were applied for weed control. The recommended application dose of biofertilizers was 100 ml da⁻¹. They were sprayed twice with the tractor pulverization at the BBCH 16-19 (6-8 leaves unfolded) and BBCH 35 (leaves cover 50% of the ground). Experimental plots were irrigated 7 times by sprinkler irrigation system.

After technologically maturity, sugar beet plants were harvested by hand on 16th October 2017. Root weight (kg), root length (cm), root diameter (cm), number of forking (number plant⁻¹), dry matter (%) and sugar rate (%), were determined from randomly ten plants of each parcel. Also, the whole of parcels which leaving the outside rows as borders were harvested for yield calculate. The dry matter and sugar rate was determined using HANNA HI 96801 Refractometer. The chlorophyll content index (CCI) was determined by using APOGEE CCM-200 plus. CCI data were collected weekly from June and October in 10 randomly selected plants of each parcel.

All data were analyzed using TARIST statistical Package Program (Acikgoz et al., 1994). The differences between the means were compared by the least significant difference (LSD) at the 5% level (Steel and Torrie, 1980). The curve fitting for chlorophyll content was computed by the Microsoft Office Excel program and the most meaningful regression equation was obtained by the highest R².

RESULT and DISCUSSION

The variance analysis revealed the significant differences among the biofertilizers for all observed characteristics except the number of forking features (Table 2). Root weight, one of the most important characteristics in sugar beet, was between 0.81 and 1.08 kg while the highest values were recorded in BM-Megaflu (1.08 kg) and Control (0.95 kg). The root weight of BM-Coton-Plus (0.89 kg) and BM-Root-Pan (0.81 kg) had the lowest value in the same statistical group. Unlike other biofertilizers, BM-Megaflu contains *Pseudomonas*. In parallel with our findings, some researchers reported that *Bacillus megaterium*, *Pantoea agglomerans* and *Pseudomonas fluorescens* of within BM-Megaflu have increased the root weight (Jorjani et al., 2011; Kumar et al., 2014).

Root length ranged from 20.8 cm (Control) to 25.8 cm (BM-Megaflu). As for that other fertilizers, BM-Root-Pan 21.1 cm and BM-Coton-Plus 22.8 cm had root length. It can be seen clearly that all biofertilizers applications positively affected root length compared with control. Loper and Schroth (1986) stated that root length was shortened by species of *Pseudomonas*. But, Dal Cortivo et al (2017) reported that PGPR which applying as spraying to the leaf were increased the root length.

Table 2. Mean values regarding root and sugar yield with yield components.

Çizelge 2. Verim bileşenleri ile kök ve şeker verimine ait ortalama değerler.

Bio-fertilizers	Root Weight (kg)	Root Length (cm)	Root Diameter (cm)	No. of Forking (No. of plant)	Sugar Yield Per Plant (g)	Root Yield (t ha ⁻¹)
BM-Root-Pan	0.81 b	21.1 c	10.97 b	1.50	0.126 b	75.11 b
BM-Megaflu	1.08 a	25.3 a	12.35 a	1.53	0.182 a	89.14 a
BM-Coton-Plus	0.89 b	22.8 b	11.43 ab	1.97	0.153 ab	86.48 a
Control	0.95 ab	20.8 c	12.35 a	1.50	0.158 a	83.56 a
LSD (0.05)	0.16	1.45	1.02		0.031	7.13

The same letters in a column are not significantly different at the 0.05 probability levels.

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark ($P \leq 0,05$) yoktur.

In terms of root diameter, BM-Megaflu (12.35 cm) and Control (12.35 cm) treatment had the highest values while BM-Coton-Plus (11.43 cm) and BM-Root-Pan (10.97 cm) treatment had the lowest in the root diameter. Under the conditions of Bursa, Canigenis (2012) was recorded root diameter 13.2 – 19.2 cm; Arslan (1994) found the root diameter 6.3 – 7.1 cm under Van conditions. The results in our study were different determined to be those found by the researchers. Unlike, it is similar to by Akcin et al (1992). According to these different results, it is thought that root length and root diameter may show high variation depending on the material and climatic conditions. The effect of bio-fertilizers on the number of forking per m² was non-significant. The higher values were recorded in BM-Coton-Plus (1.97) and BM-Megaflu (1.53). BM-Root-Pan (1.50 no. of fork) and Control (1.50 no. of fork) were the lowest treatments.

The root yield in our study was ranged between 75.11 t ha⁻¹ (BM-Root-Pan) and 89.14 t ha⁻¹ (BM-Megaflu). Root yield of BM-Megaflu (89.14 t ha⁻¹), BM-Coton-Plus (86.48 t ha⁻¹) and control (83.56 t ha⁻¹) were statistically higher than that of BM-Root-Pan (75.11 t ha⁻¹) (Fig. 2). Sahin et al (2004) and Karagoz et al (2018) reported the increasing the root yield by plant growth-promoting bacteria as similar to our study results. Also, Cakmakci et al (2011) stated that PGPR has increased the yield approximately at a rate 18%. As for our study, PGPR was increased the sugar beet yield in rate 7% as maximum (BM-Megaflu). According to these results, it is concluded that the positive effects of PGPR were changed depending on ecological conditions, soil characteristics and bacteria species.

The highest dry matter content in our study was obtained as 21.42% from BM-Coton-Plus application while the lowest dry matter content was determined from 20.52% BM-Root-Pan, 20.49% BM-Megaflu and 19.52% control applications, respectively (Figure 2). The dry matter mentioned are in parallel with Celikel (1989) and Kurtcebe (1999) but higher than 16.4 – 17.6% found by Turgut (2012). Also, Mrkovacki et al (1997) reported that N₂-fixing bacteria were increased the dry matter and these bacteria efficacy changed depending on different factors.

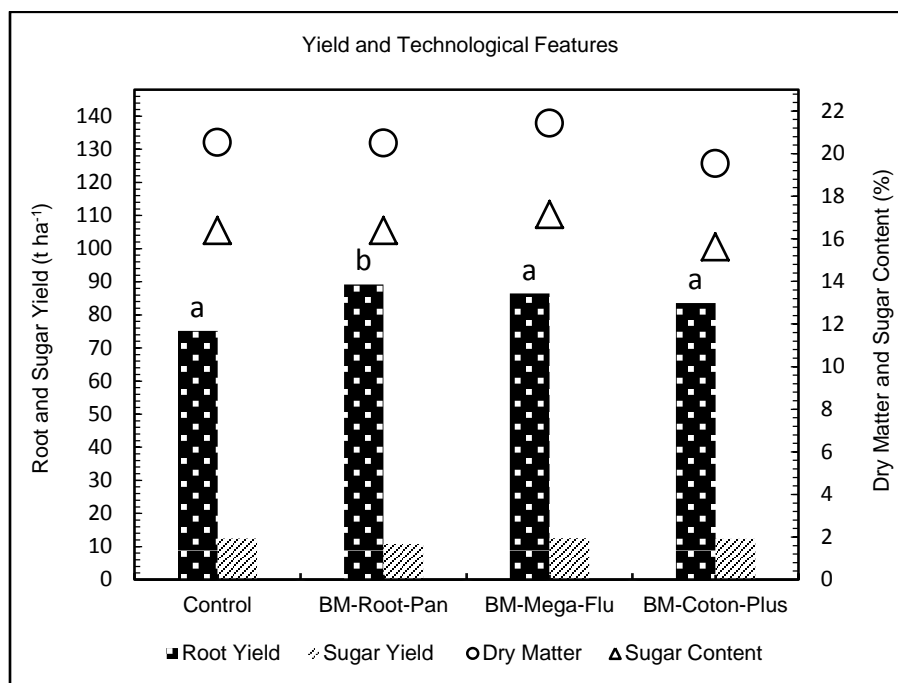


Figure 2. Yield and technological features.

Şekil 2. Verim ve teknolojik özellikler.

No significant differences among biofertilizers were determined for sugar content. The highest value was found in BM-Coton-Plus (17.14%). This result was followed by BM-Root-Pan (16.39%), BM-Megaflu (16.39%) and Control (15.62%) (Figure 2). The sugar contents determined in our study were similar to those found by Johari et al (2008) and Rahimi et al (2016). On the contrary of our results, Canigenis (2012) and Erciyes et al (2016), recorded the sugar content as an average of 18%. But, the sugar content determined in our study higher than found from 14.21 – 15.63% values reported by Kulan et al (2016). These different results showed that the effect of the cultivar and soil characteristics, climatic differences and harvest time is important in determining sugar content.

Sugar yield per plant was between 0.13 and 0.18 g. The highest sugar yield per plant was recorded from BM-Megaflu (0.18 g) and Control (0.16 g). The sugar yield per plant was increased at the rate of 13% compared to the control. These results were followed by BM-Coton-Plus (0.15 g) and BM-Root-Pan (0.13 g) in the same statistical group (Table 2). Some researcher declared that *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium*, *Paenibacillus polymyxa*, *Pantoea agglomerans* and *Pseudomonas fluorescens* of within BM-Megaflu were increased the root weight (Sahin et al 2004; Cakmakci et al 2005). The sugar yield per plant mentioned is in parallel with these researchers but lower than 18.7 – 22.8% found by Cakmakci et al (2011). Carter et al (1985) and Saglam et al (1996) emphasized that it is the crucial importance of the cultivar and soil characteristics, sowing time, use of nitrogen, precipitation amount and harvest stage for sugar yield per plant. Sugar yield ranged from 10.75 tonnes ha⁻¹ (BM-Megaflu) to 12.44 tonnes ha⁻¹ (BM-Coton-Plus). These values were followed by BM-Root-Pan (12.34 tonnes ha⁻¹) and Control (12.31 tonnes ha⁻¹). The sugar yield referred are in parallel with Johari et al (2008) and Canigenis (2012) but lower than 12.63 – 15.50 tonnes ha⁻¹ found by Kulan et al (2016).

As can be seen in Figure 3, chlorophyll content index (CCI) increased from day 60 to day 113, whereas it decreased as the sugar beet aged (technological maturity). Although the effects of biofertilizers on CCI were not remarkable, the quadratic response was observed in CCI across the growing stages. These results were parallel to Yang and Lee (2001) and Liu et al. (2019). This change meant that assimilates produced in leaves more allocation to root. Also, Soler Rovira et al (2009) reported that not meant the excessive more increasing chlorophyll content the more yield.

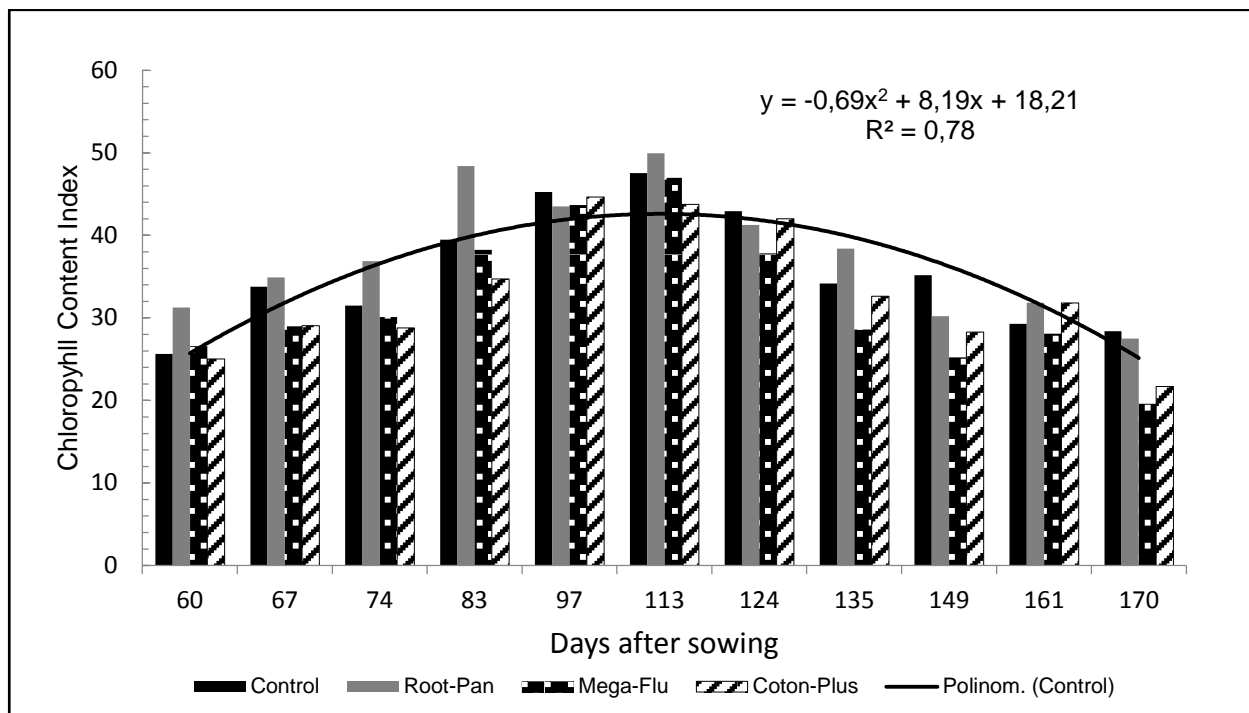


Figure 3. Chlorophyll Content Index.

Şekil 3. Klorofil İçerik İndeksi.

CONCLUSION

The plants in BM-Megaflu applied parcels can be defined as taller and larger root, lower forking rate, high root and sugar yielding. The difference of BM-Megaflu from others is that it contains *Pseudomonas fluorescens* with a high number of live organisms. It can be speculated that the high performance of BM-Megaflu can come from these characteristics.

REFERENCES

- Abdulla, D.O. 2018. The effect of biofertilizers on cotton development, yield and technological properties. Siirt University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Master of Science Thesis, Siirt.
- Acikgoz N., M.E. Akbas, A. Moghaddam & K. Ozcan. 1994. Turkish data based statistics programmer for PC. 1st Turkey Field Crops Congress, Ege University Press: 264–267, İzmir.
- Akcin, A., M. Mulayim, B. Yildirim, B. Sade, A. Tamkoc & M. Onder. 1992. The effects of cultivar and sowing time on yield, yield components and quality in sugar Beet. Journal of Nature Agriculture and Forestry (Current Name: Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 16(4): 73-743.
- Anonymous. 2017. World, European Union and Turkey Sugar Statistics Report. Ankara. Url: <http://pankobirlik.com.tr/istatistikler.pdf>. Date of Access: 05.03.2020.
- Arslan, B. 1994. The effects of harvest date on yield and quality in sugar beet (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* L.) cultivars in Van Province. Yüzüncü Yıl University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Doctoral Dissertation, Van.
- Beneduzia A, D. Peresa, L.K. Vargasb, M.H. Bodanese-Zanettinia & L.M.P. Passaglia. 2008 Evaluation of genetic diversity and plant growth promoting activities of nitrogen-fixing bacilli isolated from rice fields in South Brazil. Applied Soil Ecology, 39: 311–320.


- Cakmakci, R., A. Piskin, R. Kotan, M. Erman, H. Inan, K. Karagöz, F. Dadasoglu, M. Kutlu & J. Dabiri. 2011. The effects of plant growth-promoting bacteria inoculation and fertilizer applications on yield and quality in sugar beet. 9st Turkey Field Crops Congress, 12-15 September, Volume 2, Industrial Crops, Biotechnology, 833-838, Bursa.
- Cakmakci, R., F. Donmez, M. Canbolat & F. Sahin. 2005. The effects of plant growth-promoting bacteria on plant growth and soil characteristics in glasshouse and different field conditions. 6st Turkey Field Crops Congress, 5-9 September, Volume (1): 45-50, Antalya.
- Cakmakci, R., F. Kantar and F. Sahin. 2001. Effect of N₂-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164(5): 527-531.
- Canigeniş, T. 2012. The effects of different nitrogen doses on root yield and quality of N and NZ type sugar beet varieties. Bursa Uludağ University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Master of Science Thesis, Bursa.
- Carter, J.N., W.D. Kemper & D.J. Traveller. 1985. Yield and quality as affected by early and late fall and spring harvest of sugar beets. *Journal of The American Society of Sugar Beet Technologists*, 23(1): 8-27.
- Celikel, B. 1989. A research on yield and yield components in sugar beet cultivars. Trakya University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Master of Science Thesis, Edirne.
- Chesti M.H., T. Qadri, A. Hamid, J. Qadri, M. Azooz & P. Ahmad. 2013. Role of bio-fertilizers in crop improvement. In: Hakeem K., P. Ahmad and M. Ozturk. (eds) *Crop Improvement*. Springer, Boston, MA.
- Dal Cortivo, C., G. Barion, G. Visioli, M. Mattarozzi, G. Mosca, & T. Vamerali. 2017. Increased root growth and nitrogen accumulation in common wheat following PGPR inoculation: Assessment of plant-microbe interactions by ESEM. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 247: 396-408.
- Döbereiner, J. 1997. Biological nitrogen fixation in the tropics: social and economic contributions. *Soil Biology and Biochemistry*, 29(5-6): 771-774.
- Erciyes, H., S. Bulut & M. Arslan. 2016. Yield and quality characteristics of sugar beet cultivars under continental climatic condition. *Current Trends in Natural Sciences*, 5(9): 152-157.
- FAO, 2020. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. Url: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Date of Access: 20.03.2020
- Glick B.R. 2012. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. *Scientifica*, 2012: 1-15.
- Hergert, G.W. 2010. Sugar beet fertilization. *Sugar Tech*, 12(3-4): 256-266.
- Höfllich, G., W. Wiehe & G. Kühn. 1994. Plant growth stimulation by inoculation with symbiotic and associative rhizosphere microorganisms. *Experientia*, 50(10): 897-905.
- Hussain A. & S. Hasnain. 2011. Phytostimulation and biofertilization in wheat by cyanobacteria. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 38(1): 85-92.
- Johari, M., H. Maralian & A. Aghabarati. 2008. Effects of limited irrigation on root yield and quality of sugar Beet (*Beta vulgaris var. saccharifera* L.). *Asian Journal of Biotechnology*, 7(24): 4475-4478.
- Jorjani, M., A. Heydari, H.R. Zamanizadeh, S. Rezaee & L. Naraghi. 2011. Development of *pseudomonas fluorescens* and *bacillus coagulans* based bioformulations using organic and inorganic carriers and evaluation of their influence on growth parameters of sugar beet. *Journal of Biopesticides*, 4(2): 180-185.
- Karagoz, H., R. Cakmakci, A. Hosseinpour & S. Kodaz. 2018. Alleviation of water stress and promotion of the growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants by multi-traits rhizobacteria. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(5): 6801-6813.
- Kloepper, J.W. 1992. Plant growth-promoting rhizobacteria as biological control agents. *Soil Microbial Ecology*, F.B. Jr., Metting, ed., Marcel Dekker inc., N.Y., pp.255-273.
- Kulan, E.G., M.D. Kaya & E. Karas. 2016. The performance of some sugar beet cultivars in Eskisehir conditions. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 25(Special Edition-2): 67-70.
- Kumar, A., E. Rangaswamy, S. Khanagoudar & K.R. Sreeramulu. 2014. Effect of microbial inoculants on the nutrient uptake and yield of beetroot (*Beta vulgaris var. saccharifera* L.). *Current Agriculture Research Journal*, 2(2): 123-130.

- Kurtcebe, S. 1999. The determine of suitable monogerm sugar beet cultivars to region of lakes. Suleyman Demirel University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Master of Science Thesis, Isparta.
- Lazarovits, G. & J. Nowak. 1997, Rhizobacteria for improvement of plant growth and establishment. HortScience, 32: 188-192.
- Liu, C., Y. Liu, Y. Lu, Y. Liao, J. Nie, X. Yuan & F. Chen. 2019. Use of a leaf chlorophyll content index to improve the prediction of above-ground biomass and productivity. PeerJ, 6: e6240.
- Loper, J. E. and M.N. Schroth. 1986. Influence of bacterial sources of indole-3-acetic acid on root elongation of sugar beet. Phytopathology, 76(4): 386-389.
- Misra, N., G. Gupta & P.N. Jha. 2012. Assessment of mineral phosphate-solubilizing properties and molecular characterization of zinc-tolerant bacteria. Journal of Basic Microbiology, 52(5): 549-558.
- Mrkovacki, N., S. Mezei, I. Veresbaranji, M. Popovic, Z. Saric & L. Kovacev. 1997. Associations of sugar beet and nitrogen-fixing bacteria in vitro. Biologia Plantarum, 39(3): 419-425.
- Parlakova, F. & A. Dursun. 2019. Effects of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria on growth and bulbs production of tulip cultivars. Journal of Agriculture Faculty of Ege University, 56(2): 241-248.
- Rahimi, A., N. Arslan & I.R. Chiyaneh. 2016. A research on quality criteria in different cultivars of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Journal of Field Crops Central Research Institute, 25(Special Edition-2): 77-82.
- Rana, A., B. Saharan, L. Nain, R. Prasanna & Y.S. Shivay. 2012. Enhancing micronutrient uptake and yield of wheat through bacterial PGPR consortia. Soil Science and Plant Nutrition, 58(5): 573-582.
- Rosenblueth, M. & E. Martínez-Romero. 2006. Bacterial endophytes and their interactions with hosts. Molecular Plant-Microbe Interactions, 19(8): 827-837.
- Saglam, G. 1996. A research on some agronomic and quality characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in four different sowing areas of Burdur province through the vegetation period. Akdeniz University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Master of Science Thesis, Antalya.
- Sahin, F., R. Cakmakci & F. Kantar. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil, 265: 123-129.
- Soler Rovira, J., J.M. Arroyo Sanz, H. Conde Marcos, C. Sanz Zudaire & A. Mesa Moreno. 2009. Chlorophyll content variability in different sugar beet crop cultivars. Department of Agronomy, Madrid Technical University.
- Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A Biometrical Approach. Second Edition. McGraw-Hill, New York, USA.
- Tozlu, E., K. Karagöz, G.E. Babagil, T. Dizikisa & R. Kotan. 2012. Effect of some plant growth promoting bacteria on yield, yield components of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Aras 98). Atatürk University Journal of Agricultural Faculty, 43: 101-106.
- TUIK, 2020. Turkey statistic institute: crop production statistics. Url: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>. Date of access: 15.03.2020
- Turgut, T., 2012. Researching the effects of differences in variety and location conditions on the yield and quality characteristics of sugar beet (*Beta vulgaris saccharifera* L.). Namık Kemal University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Field Crops, Master of Science Thesis, Tekirdağ.
- Wang, M., Y. Xu, W. Wang, Z. Wu, W. Xing & H. Zhang. 2019. Quantitative trait locus (QTL) mapping of sugar yield-related traits in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Sugar Tech, 21(1): 135-144.
- Yadav, B.K. & J.C. Tarafdar. 2012. Efficiency of *Bacillus coagulans* as P biofertilizer to mobilize native soil organic and poorly soluble phosphates and increase crop yield. Archives of Agronomy and Soil Science, 58(10): 1099-1115.
- Yang, C.M. & Y.J. Lee. 2001. Seasonal changes of chlorophyll content in field-grown rice crops and their relationships with growth. Proceedings of the National Science Council, Republic of China. Part B, Life sciences, 25(4): 233-238.
- Zengin, M., F. Gokmen, M.A. Yazici & S. Gezgin. 2009. Effects of potassium, magnesium, and sulphur containing fertilizers on yield and quality of sugar beets (*Beta vulgaris* L.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33(5): 495-502.

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):171-180
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.731470>

Mehmet ŞAHBAZ¹ 

Egemen SULUKAN² 

¹ Karamanoğlu Mehmetbey University,
Engineering Faculty, Mechanical
Engineering Department, Karaman/Turkey

² National Defense University, Turkish
Naval Academy, Mechanical Engineering
Department, Tuzla-İstanbul/Turkey

* Corresponding author:
mehmetsahbaz@kmu.edu.tr

Modeling biomass-based biofuel production and developing a reference energy system for the agricultural sector in Turkey

Biyokütle bazlı Biyoyakıt üretiminin modellenmesi ve Türkiye'de tarım sektörü için referans enerji sisteminin geliştirilmesi

Received (Alınış): 03.05.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 02.07.2020

ABSTRACT

Objective: In this study, a reference energy system was developed, and biomass-based biofuel production was modeled for the agricultural sector in Turkey. This was aimed at supplying the entire energy requirement of the agricultural sector using agricultural biomass.

Material and Methods: In the generated model, domestically produced sugar beet, and canola plants were selected as the energy-producing resources. A market allocation model was generated by interfacing the ANSWER software with all of the relevant import and export components.

Results: The reference energy system was developed in six columns, including energy resources and demands. As a result of the use of domestic resources, the dependence on energy to foreign countries will be reduced and a new source of employment will be generated in this sector. Furthermore, the production and consumption of biofuels are more appropriate both in terms of cost and in terms of greenhouse gas emissions than fossil fuels.

Conclusion: The energy demand for the entire agricultural sector is met by the energy supplied from domestic bio-sources produced using part of the agricultural land.

Keywords: Biofuel, Energy modelling, MARKAL, RES, Turkey

Anahtar kelimeler: Biyoyakıt, Enerji modelleme, MARKAL, RES, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada Türkiye'nin tarım sektörü için biyokütle bazlı biyoyakıt üretimi modellenmiş ve referans enerji sistemi geliştirilmiştir. Böylece, tarımsal biyokütle kullanılarak tarım sektörünün tüm enerji gereksiniminin karşılanması amaçlanmıştır.

Material ve Yöntem: Geliştirilen modelde, yurt içinde üretilen şeker pancarı ve kanola bitkileri enerji temin edilecek biyokaynaklar olarak belirlenmiştir. Pazar tahsisi modeli ise, ANSWER yazılımı aracılığıyla tüm girdi ve çıktıların birleştirilmesiyle oluşturulmuştur.

Araştırma Bulguları: Referans enerji sistemi, enerji kaynakları ve talepler de dâhil olmak üzere altı sütun halinde geliştirildi. Yerli kaynakların kullanımı sonucu enerjide dışa bağımlılık azaltılacak ve bu sektörde yeni bir istihdam kaynağı oluşturulacaktır. Ayrıca, biyoyakıtların üretimi ve tüketimi, fosil yakıtlara kıyasla hem maliyet açısından hem de sera gazı salınımı açısından daha uygundur.

Sonuç: Tarım arazisinin bir kısmı kullanılarak üretilen yerli biyo-kaynaklardan sağlanan enerji ile tüm tarım sektörü için gerekli enerji talepleri karşılanmaktadır.

INTRODUCTION

The search for alternative energy sources and the efficient utilization of energy is gaining importance with the gradual depletion of fossil fuel reserves. When the environmental impacts are also considered, renewable energy sources are preferred among other alternatives. Apart from solar and wind energy, biofuel production from biomass is seen as an important work area in terms of the relatively low costs and low greenhouse gas emissions. Biofuel production from domestic biomass also reduces Turkey's foreign energy dependency while contributing to agricultural development (Türkecul, 2007). Biofuel usage instead of fossil fuels brings a partial solution to global warming and the depletion of energy sources as the two most essential priorities in international environmental policy. A full replacement of fossil fuels is not currently possible, as the availability of arable land limits production. However, using biofuels at a certain percentage as an additive to fossil fuels should allow reductions in the consumption of fossil fuels and the emission of greenhouse gases (Halleux et al., 2008). Since 2013, a directive published by the Turkish government imposes a minimum of 2% addition of biofuel to the fuels used for road transport consumption. Following this, the percentage was extended to 3% in 2014. Despite the advantages mentioned above of biofuel, its production from biomass can cause various problems in supplying essential agricultural products to the domestic market. For example, based on the legal obligation for a 2% addition of biofuel to fuels, 52000 m³ of bioethanol is required. To produce this quantity of biofuel, 612000 tons of sugar beets must be processed, while the production of 1 kg of biodiesel, 2.2 kilograms of canola is consumed in the conversion process. Under these circumstances, the detection of raw material and the quantity of produced biofuel and obtained energy stand out as being significant issues in this sector. Developing a reference energy system (RES) and modeling the production of biofuel from biomass is seen as a very useful method for the agricultural sector to visualize agriculture-based energy subsectors and to identify the major components and relevant dynamics from an "energy system analysis" point of view (Karatas et al., 2018; Sulukan et al., 2017a, 2017b).

From this perspective, an enhanced RES was developed specifically for the agricultural sector; domestic sugar beets and canola were specified as the main inputs to biofuel production, considering the total energy needed for agricultural demands. Then, a market allocation (MARKAL) energy–economy–ecology integrated model was generated, which included agricultural irrigation and all the country's agricultural demand for biofuels: biodiesel production from canola and bioethanol from sugar beets.

The MARKAL model generator is currently being developed by the Energy Technology System Analysis Programme (ETSAP), which is already an ongoing multinational program under the International Energy Agency (IEA) (Remme, 2021). The model is also used for scenario analyses in World Energy Outlook reports, which are annually published by the IEA. The MARKAL model of energy balance has been generated for entire countries and specific regions of a country. Tsai and Chang used MARKAL modeling for the reduction of greenhouse gas emissions in Taiwan through nine long-term pathways to the year 2050 (Tsai & Chang, 2015). Spearrin and Triolo generated a MARKAL model for natural gas-based transportation in the United States (Spearrin & Triolo, 2014). It was aimed at the utilization of natural gas as fuel in light- and heavy-duty vehicles instead of oil; an economic evaluation and policy implications of the topic were scripted over a 40-year time horizon based on MARKAL. Ma *et al.* developed a MARKAL model to show the impacts of coal use as an energy supplier on Shanghai's energy and environment (Ma et al., 2015). Hou *et al.* modeled the urban energy system of China using MARKAL to decrease domestic energy consumption (Hou et al., 2010).

In this study, the model consisted of six columns in which domestic canola and sugar beets were used as resources, and biomass-based power plants and biofuel production processes were specified in the system as the main conversion and process technologies. Electricity, biodiesel, bioethanol, biohydrogen, biogas, and glycerin were also specified in the model as final energy carriers. Meanwhile, electricity and biodiesel-consuming irrigation pumps, tractors, and agricultural transporters were identified as demand technologies. The generated energy met the main demands of agricultural irrigation, whereas land preparation, agricultural transportation, agricultural fertilizers, agricultural chemicals, and liquid carbon dioxide represented other products of the system and other demands in this area.

From the modeled energy balance system, it was intended that all agricultural energy requirements would be supplied from biomass-based agrarian products. Most of the energy consumption in agriculture can be categorized as agrarian irrigation, land preparation, transportation, fertilizers, or pesticides. The total energy requirement for these categories was produced from sugar beets and canola using energy conversion and other process technologies. Finally, a comparison was made between fossil fuels and biofuel utilization to meet agricultural energy demands in terms of their emissions and energy-saving levels (Çoşar & Engindeniz, 2011).

MATERIAL and METHODS

Many kinds of plants are available to produce biofuel and sugar-based plants are used in the production of bioethanol, whereas oil-based plants are used in the production of biodiesel. The most preferred plant types for bioethanol production are sugar cane, sugar beets, potatoes, cassava, maize, rice, barley, wheat, sweet sorghum, and bagasse (Balat & Öz, 2008). In biodiesel production (Özçelik, 2017), the generally preferred plants are rapeseed (canola), soybean, oil palm, sunflower, peanut, safflower, cotton, and avocado. Among these raw materials, sugar beets and canola are widely grown in different regions of Turkey and are used in biofuel production (Eryilmaz et al., 2016). Therefore, these two plants were identified as significant energy resources in the agricultural sector from which to obtain electricity and biodiesel/bioethanol-based fuel. In this way, an autonomous RES was designed. This state was desired for the agriculture sector to supply its total energy demand from domestic production, using both of these plants as resources. In order to make the model more realistic, it was deemed appropriate to supply all energy sources from raw materials rather than bio-waste. Bioethanol production from beet waste or biodiesel production from canola waste or waste oil was not included in the model. Because the efficiency of the energy obtained from waste materials will vary according to the region where the product is grown. Together with this, the raw materials sugar beet and canola are referred to below as agricultural waste (AGRW) in the RES model and analysis.

To oversee the general situation of the agricultural sectoral activities, a detailed energy network scheme, namely the reference energy system, has been developed. RES contains the current and the future perspectives of the agricultural sector in terms of energy carriers and related technologies. An energy–economy–ecology balance system was modeled using the MARKAL-ANSWER software, which has various applications in the literature.

ANSWER is a user-friendly Windows interface, specially developed for working with the MARKAL energy system model. The MARKAL model generators were developed by the Energy Technology Systems Analysis Program (ETSAP) of the IEA.

The ANSWER interface allows the energy modeler to enter, edit, and browse the data to execute a model run and obtain the relevant results within the optimized energy system architecture. The phases of ANSWER operation can be summarized as follows:

- Initially, a database is constructed.
- Then the data is entered into this database through the ANSWER interface.
- A reference energy system is obtained by identifying the interrelations in the focused energy system, and an energy network flow chart is handled.
- The technology sets utilized in energy production and consumption are entered into this energy system model, including the user-defined constraints.

In this energy modeling study, the general energy balance data for the year 2010 were used as reference values of the Turkish National Committee. First, the RES was developed based on six main columns: resources, primary energy carriers, conversion and process technologies, final energy carriers, end-use technologies, and demand. The sub-headings of these columns were determined by the modeler and added under the six major column headings of the RES. Then, the relevant connections were made between sub-headings using links, and the main framework of the RES was generated.

As a second step, the generated RES scheme was regenerated in the ANSWER software (as shown in Figure 1), and the required data was entered into a model obtained from official statistics (Figure 2).

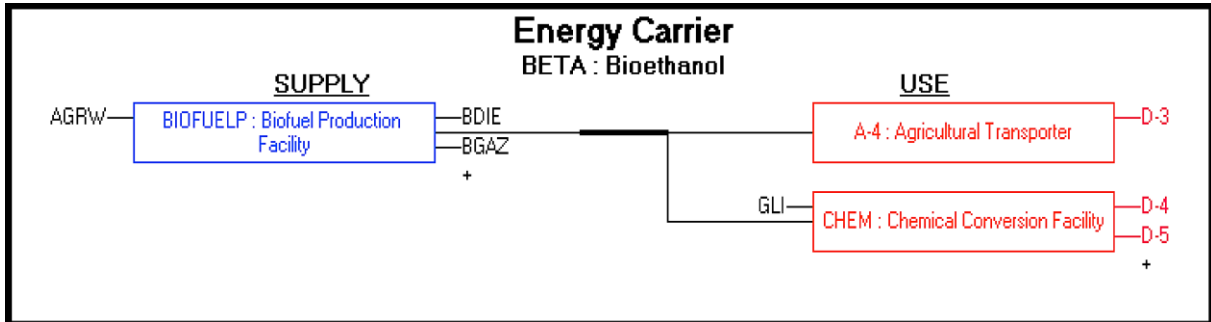


Figure 1. The bioethanol-centered part of the RES generated by the ANSWER software.

Şekil 1. ANSWER yazılımı ile üretilen RES'in biyoetanol merkezi parçası.

As an example, the process of bioethanol production from agricultural waste (AGRW) in a biofuel production facility and the produced bioethanol were linked to agrarian transportation and the chemical conversion facility as end-use technologies.

2015 termproject_MS - ANSWER-MARKAL Energy Modelling

File Edit View Run Tools Functions Help

Edit Data Regions... Items: All Scenarios: All

Global Energy Material Demand Emission Technology Constraint Tax/Subsidy Stochastic Parameter Trade

Subset Items: *All Technologies (TCH+SRCENCP)

Name	Region	Description
A-1	REGION1	Agricultural Elect. Pump
A-2	REGION1	Agrimotor (Tractor)
A-3	REGION1	Agricultural Diesel Pump
A-4	REGION1	Agricultural Transporter
BIOFUELP	REGION1	Biofuel Production Facility
BPP	REGION1	Biomass Power Plant
CHEM	REGION1	Chemical Conversion Facility
EST	REGION1	Esterification

Subset Parameters: *C Technology, Specific

Scenario	Parameter	Region	Technology	Commodity	Bound	2010	2015
BASE	CF	? REGION1	A-1	-	-	0,3000	0,4000
BASE	EFF	? REGION1	A-1	-	-	0,7000	0,6000
BASE	ENV_CAP	? REGION1	A-1	CO2	-	1,0000	0,0100
BASE	FIXOM	? REGION1	A-1	-	-	100,0000	100,0000
BASE	INVCOST	? REGION1	A-1	-	-	5,000,0000	5,000,0000
BASE	MA(ENT)	? REGION1	A-1	ELC	-	1,0000	1,0000
BASE	OUT(DM)	? REGION1	A-1	D-1	-	1,0000	1,0000
BASE	VAROM	? REGION1	A-1	-	-	1,0000	1,0000

Figure 2. ANSWER software interface showing all technologies and data of the model.

Şekil 2. ANSWER yazılımının ara yüzü modelin tüm teknolojilerini ve verilerini gösteriyor.

This case gave the required final energy related to the demands (D3–D5). As shown above, in Figure 1, part of the RES was explicitly focused on the bioethanol production-consumption phases and illustrated the bioethanol-related path in the energy system. Figure 2 shows the technologies screen with the data entered into the software.

Reference energy system

Figure 3 schematically shows the energy generation from resources, energy carriers and technologies, and agricultural energy demands supplied in this model. This main body is known as the RES (described previously).

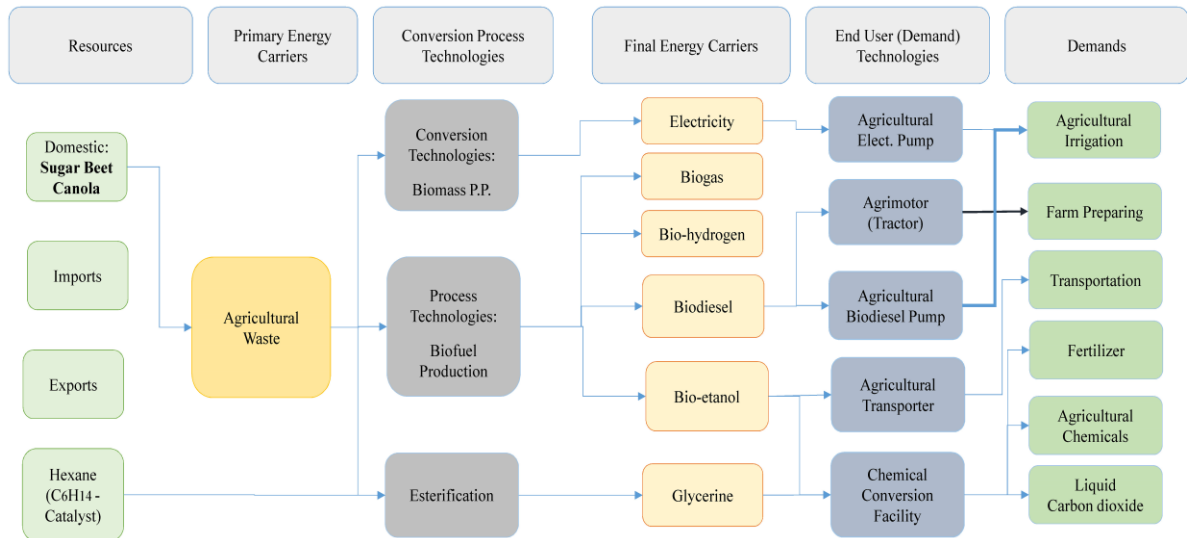


Figure 3. Reference energy system for biomass-based biofuel production.

Şekil 3. Biyokütle bazlı biyoyakıt üretimi için referans enerji sistemi.

Resources

Generally, the RES contained three types of resources, which are domestic, imports, and exports; stocks can also be grouped under this classification. The RES of the Turkish agricultural sector included only domestic resources as sugar beets, canola, and hexane. This structure could be altered depending on variations in fuels or technologies. The specified resources are described below.

Sugar beets: A sugar beet is a plant that consists of a root and long, green leaves. High concentrations of sucrose, formed by photosynthesis in the leaves, are stored in the root. A sugar beetroot has almost 1 kg of mass, which is composed of 20% sugar, 75% water, and 5% pulp. Sugar beets are generally grown for sugar production, although in recent years they have also been used in bioethanol production.

Canola: Canola, also known as rapeseed, is used to in the production of canola oil from its seed. It is also used as a biomass source in biodiesel production (Dupont et al., 1989).

Hexane (C₆H₁₄) catalyst: Hexane is a straight-chain alkane and is the most important component of gasoline. It is odorless, colorless and has a liquid form at room temperature. It is widely used in laboratories as an oil solvent and the industry as an organic solvent.

Imports: No imports were identified in this reference energy system because agricultural product importation is still not more cost-effective than fossil fuel importation.

Exports: Currently, there is no exportation from Turkey of biofuel or any other type of agricultural raw material for biofuel production. However, biofuel or the related raw materials could be exported in the future based on the country's high potential for agricultural production.

Primary energy carriers

Agricultural waste: The primary energy carriers were classified under one title as 'agricultural waste' to simplify the modeling process. These included sugar beet and canola wastes, which are used in biofuel and electricity production. These products can be produced alternatively from various raw materials.

Conversion process technologies

Conversion technologies (Biomass power plant): Biomass power plants are used to generate electricity from biomass; agricultural wastes were used as biomass in electricity generation in our RES. In this model, the electricity generated from biomass-based power plants was used mostly in electrical pumps for agricultural irrigation purposes.

Process technologies (Biofuel production): Biofuel production is process technology, and after some processing biodiesel, bioethanol, biogas, and bio-hydrogen are produced as end products. Biodiesel is generally produced from the plants' oils of canola, corn, and cotton. Also, bioethanol is produced, mostly from the syrup of sugar beets and sugar cane by following some processes, as seen in Figure 4 (Hansdah & Murugan, 2016). The hexane catalyst is added as a solvent to the raw material when producing biodiesel in the biofuel production process.

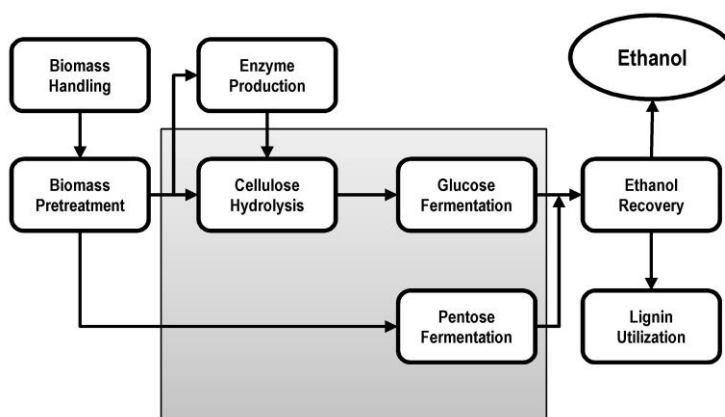


Figure 4. Bioethanol production process.

Şekil 4. Biyoetanol üretim süreci.

Esterification: Glycerin can be obtained through an esterification process by adding hexane catalyst to biofuel raw material. Many types of fertilizers and chemicals can be produced from glycerin or the esterification process.

Final energy carriers

In the generated reference system, six types of final energy carriers are used. Electricity, biodiesel, and bioethanol are used for demands, and others can be used in energy production. The energy carriers are listed as electricity, biogas, bio-hydrogen, biodiesel, bioethanol, and glycerin.

Electricity is used directly to run electrical pumps for agricultural irrigation. Biodiesel is also used for agricultural irrigation by diesel pumps and tractors. It is also used in tractors for various phases of land preparation. Bioethanol is used for vehicles to carry agricultural materials and products. Glycerin is used to produce fertilizer and agricultural chemicals, such as pesticides used in agricultural spraying.

End-use (demand) technologies

All kinds of fuels produced by conversion and process technologies are utilized in end-user (demand) technologies. These technologies provide energy and materials to satisfy various demands in agricultural activities. The identified end-use technologies in the RES were listed as agricultural electrical pumps, agrimotors (tractors), agricultural biodiesel pumps, agricultural transporters, and chemical conversion facilities.

Demands

From the demand side point of view, the primary objective of this study was to construct a supply-demand equilibrium to supply the energy required for agricultural irrigation from agricultural waste. Therefore, the first demand of this RES was determined as agricultural irrigation. Apart from this, the remainder of the produced energy was identified to be utilized in land preparation and transportation. In the RES, the number of by-products was specified to meet other agricultural demands, such as fertilizing, agricultural spraying, and liquid carbon dioxide. The main demands of the RES were agricultural irrigation, land preparation, transportation, fertilizers, agricultural chemicals, and liquid carbon dioxide.

Agricultural irrigation: The surface area of Turkey is 78 million hectares, and its agricultural area is 28 million hectares, which is nearly one-third of the total area of the country. The irrigated area is almost five million hectares (Sayin et al., 2005).

The agricultural sector consumes 3.5% of the total energy, which was 113.9 PJ in 2010. In the same year, the total energy consumption in Turkey was 3255.1 PJ. Agricultural irrigation consumes 1.5% of this total (49.64 PJ). In summary, 19.8 PJ of energy is consumed as electricity, whereas 29.84 PJ of energy is consumed as oil fuel products ("IEA-ETSAP," 2019).

Fertilizer and agricultural chemicals: Some agricultural chemicals and fertilizers can be obtained as by-products of biofuel production, which can be summarized as follows:

- Glycerin and its derivatives
- Vegetable-sourced liquid organic fertilizers containing amino acids
- Liquid organic fertilizers containing zinc (Zn), boron (B), iron (Fe), sulphur trioxide (SO₃) and manganese (Mn)
- Spreaders and binders to increase the efficiency of fertilizers

Liquid carbon dioxide: Liquid carbon dioxide, a waste product of bioethanol production, can be used as a raw material in sugar mills at a very low cost owing to its high productivity and quality in ultra-climate greenhouses.

The liquid carbon dioxide can also be exported and is used in the fizzy beverage industry; grain, fig and pulse storehouses; the freezing of meat, meat products, fish and sea products; the freezing of fruits and vegetables; cooling biscuit dough; dry ice production; plastic industry; sponge and Styrofoam production; iron and steel production; fire extinguishers; and as a cushion in the transfer of hazardous liquids (Yuksel & Ozturk, 2017).

RESULTS

The RES determines the energy flows, respective components, interactions, and reflects the current structure of the agricultural sector in Turkey. Additionally, RES and its database may be enriched by the additional energy carrier and technology options for future analysis requirements. The agricultural sector in Turkey supplies energy mainly by using sugar beets and canola. The primary outcome of this study was the construction of an agricultural sector-focused RES using the MARKAL modeling platform. This analysis has been a breakthrough for the country as the first energy modeling application in the agricultural sector, while

no energy system analyses had been conducted so far in this sector. The respective calculations and the developed RES showed that the generated energy is sufficient for the significant aims of agricultural irrigation, and additional energy and materials were also appraised in the same sector.

Energy Production from Bioethanol

One hectare of land produces nearly 50 tons of sugar beets, and 11 tons of sugar beets can produce one ton of bioethanol. In other words, 4.6 tons of bioethanol is produced from a one-hectare field. By using one-tenth of the agricultural area (0.45 million hectares), 2.07 million tons (2836 million liters) of bioethanol can be produced, which would address an energy production requirement of 60.35 PJ/year (Balat et al., 2008; Bayrakci Ozdingis & Kocar, 2018). The specific energy and energy densities of the fuels are given with the chemical formula in Table 1 ("Green Econometrics Analysis," 2008) to make a comparison between them.

Table 1. Specific energy, energy density and CO₂

Çizelge 1. Özgül enerji, enerji yoğunluğu ve CO₂

Fuel	Specific Energy kJ/g	Energy Density kWh/gal	Chemical Formula
Propane	50.4	28.8	C ₃ H ₈
Ethanol	29.7	24.7	C ₂ H ₅ OH
Gasoline	46.5	36.6	C ₇ H ₁₆
Diesel	45.8	40.6	C ₁₂ H ₂₆
Biodiesel	39.6	35.0	C ₁₈ H ₃₂ O ₂
Methane	55.8	27.0	CH ₄
Oil	47.9	40.5	C ₁₄ H ₃₀
Wood	14.9	11.3	approx. weight
Coal	30.2	22.9	approx. weight
Hydrogen	141.9	10.1	H ₂

Energy Production from Biodiesel

Canola is harvested at a rate of 2.5 tons from a one-hectare field, and 0.33 tons of canola oil is produced from one ton of canola. Furthermore, one ton of biodiesel is produced from one ton of canola oil (0.83 tons of biodiesel). As a result, 830000 tons of biodiesel can be produced by using one-fifth of the irrigated area of Turkey, which is one million hectares. Finally, 830000 tons of biodiesel equals one million liters biodiesel, which addresses the requirement of 33.21 PJ/year (Eryilmaz et al., 2016). In order to present and to compare the emission of the fuels, Table 2 (Halleux et al., 2008) is given below. Therefore, biofuels are can be accepted as more environmentally friendly than their fossil-derived counterparts.

Table 2. Energy consumption and exhaust emissions of vehicles

Çizelge2. Araçların Enerji tüketimi ve egzoz emisyonları

	Petrol	Diesel	Bioethanol	Biodiesel (RME)
Consumption (MJ/100 km)	223.5	183.1	223.5	183.1
CO ₂ (fossil) (kg/100 km)	16.6	13.4	0	0.74
CH ₄ (mg/100 km)	2.4	7.6	2.4	7.6
N ₂ O (mg/100 km)	0.129	0.0645	0.129	0.0645
NO _x (mg/100 km)	10.2	25.6	6.35	28.2
Particulates (mg/100 km)	0.5	3.56	0.5	1.89
NMVOG (mg/100 km)	2.53	9.59	6.36	3.17

CONCLUSION

Firstly, the development of a comprehensive energy-technology database, namely the RES is the main output of this analysis. The RES may be altered to contain future energy carriers (i.e.: hydrogen) or respective technologies to be utilized in the Turkish agricultural sector. In addition to these issues, it is seen that most of the energy demand in the agricultural sector is for irrigation. By this study, a total of required energy (93.56 PJ) can be generated by harvesting sugar beets and canola from an area of 1.45 million hectares. Also, the other demands such as land preparation, agricultural transportation, fertilizing and agricultural spraying can be supplied entirely from this energy through biofuel utilization.

1. This production capacity also creates employment in the agricultural sector and gives higher importance to excess production and plant wastes.
2. Also, biofuel-based fuels result in lower greenhouse gas emissions than fossil fuels: one liter of bioethanol prevents the release of 2.9 kg of carbon dioxide from the time a sugar beet is planted to its use as energy.
3. Sugar beets produce three times more oxygen than other plants in the same area, and when E10 fuel is used in vehicles instead of gasoline, the greenhouse gas emissions are decreased by nearly 3–4%, whereas using E85 (85% bioethanol + 15% gasoline) instead of 100% gasoline decreases emissions by up to 75% (Bayrakci Ozdingis & Kocar, 2018).

ACKNOWLEDGMENTS

The authors sincerely thank the Editor for considering the paper for publication in this reputed journal. The authors also sincerely thank the reviewers for their valuable suggestions for improving the manuscript.

REFERENCES

- Balat, M., H. Balat, & C. Öz, 2008. Progress in bioethanol processing. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34(5): 551–573. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2007.11.001>
- Bayrakci Ozdingis, A. G., & G. Kocar, 2018. Current and future aspects of bioethanol production and utilization in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81: 2196–2203. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.031>
- Çoşar, G. Ö., & S. Engindeniz, 2011. Tarım Arazilerinin Değerlemesinde Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanma Olanakları. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 48(3): 283–290. <https://doi.org/10.20289/eüzfd.37475>
- Dupont, J., P. J. White, K. M. Johnston, D. H. Alexander Heggveit, B. E. McDonald, S. M. Grundy, & A. Bonanome, 1989. Food Safety and Health Effects of Canola Oil. *Journal of the American College of Nutrition*, 8(5): 360–375. <https://doi.org/10.1080/07315724.1989.10720311>
- Eryilmaz, T., M. K. Yesilyurt, C. Cesur, & O. Gokdogan, 2016. Biodiesel production potential from oil seeds in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58: 842-851. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.172>
- Green Econometrics Analysis. 2008. Economic analysis and analytics for sustainability and process improvement. (Web page; <http://greenecon.net/page/3>) (Data accessed: June 2021)
- Halleux, H., S. Lassaux, R. Renzoni, & A. Germain, 2008. Comparative life cycle assessment of two biofuels: Ethanol from sugar beet and rapeseed methyl ester. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(3): 184–190. <https://doi.org/10.1065/lca2008.03.382>
- Hansdah, D. & S. Murugan, 2016. Comparative studies of a bioethanol fuelled DI diesel engine with a cetane improver. *International Journal of Oil, Gas and Coal Technology*, 11(4): 429–450. <https://doi.org/10.1504/IJOGCT.2016.075088>
- Hou, W., J. Sun, L. Fu, & L. Liu, 2010. “Urban energy system analysis by markal model in China, 211–217”. ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition (IMECE), Book of Proceedings, British Columbia, Canada, Vol: 5, 211 pp. <https://doi.org/10.1115/IMECE2010-37417>

- IEA-ETSAP, 2021. The Energy Technology Systems Analysis Program, International Energy Agency, (Web page; <https://iea-etsap.org/>) (Data accessed: June 2021)
- Karatas, M., E. Sulukan, & I. Karacan, 2018. Assessment of Turkey's energy management performance via a hybrid multi-criteria decision-making methodology. *Energy*, 153(15): 890-912. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.04.051>
- Ma, X., M. Chai, L. Luo, Y. Luo, W. He, & G. Li, 2015. An assessment on Shanghai's energy and environment impacts of using MARKAL model. *Journal of Renewable and Sustainable Energy*, 7(1):1-14 <https://doi.org/10.1063/1.4905468>
- Özçelik, A. E. 2017. Common-Rail Dizel Motorda Aspir Biyodizeli ile Eurodizel Karışımlarının Motor Performansı ve Emisyonlarına Etkisinin İncelenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(1): 9–16. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.297905>
- Remme, U. 2012. "Capacity Building through Energy Modelling and Systems Analysis", *Developments in Energy Education: Reducing Boundaries, Workshop (9-12 May 2012), Copenhagen, Denmark*
- Sayin, C., M. Nisa Mencet & B. Ozkan, 2005. Assessing of energy policies based on Turkish agriculture: Current status and some implications. *Energy Policy*, 33(18): 2361–2373. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.05.005>
- Spearrin, R. M. & R. Triolo, 2014. Natural gas-based transportation in the USA: Economic evaluation and policy implications based on MARKAL modeling. *International Journal of Energy Research*, 38(14): 1879–1888. <https://doi.org/10.1002/er.3199>
- Sulukan, E., M. Sağlam & T. S. Uyar, 2017a. "Energy–Economy–Ecology–Engineering (4E) Integrated Approach for GHG Inventories". In: *Carbon Management, Technologies, and Trends in Mediterranean Ecosystems*. (Eds. S. Erşahin, S. Kapur, E. Akça, A. Namlı & H. Erdoğan) Vol: 15, Springer, Cham. 88 pp. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45035-3_7
- Sulukan, E., M. Sağlam & T. S. Uyar, 2017b. "Technical Efficiency Improvement Scenario Analysis for Conversion Technologies in Turkey". In: *Towards 100% Renewable Energy*. Springer Proceedings in Energy, (Eds. Uyar T), Springer, Cham. 129 pp, https://doi.org/10.1007/978-3-319-45659-1_12
- Tsai, M. S. & S. L. Chang, 2015. Taiwan's 2050 low carbon development roadmap: An evaluation with the MARKAL model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49: 178–191. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.153>
- Türkecul, B. 2007. Türkiye'de Enflasyon-Büyüme İlişkisi: Tarım Sektörü İtibariyle Ekonometrik Bir Analiz. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(1): 163–175.
- Yuksel, Y. E. & M. Ozturk, 2017. Energy and exergy analysis of renewable energy sources-based integrated system for multi-generation application. *International Journal of Exergy*, 22(3): 250–278. <https://doi.org/10.1504/IJEX.2017.083170>

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):181-191
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.740080>

Gülden SANDAL ERZURUMLU¹ 

¹ Ömer Halisdemir University, Architecture
Faculty, Landscape Architecture
Department, Niğde/Turkey

* Corresponding author:
gpeyzaj@gmail.com

Evaluation of the sufficiency of urban green spaces: Nigde city example

Kentsel yeşil alanların yeterliliklerinin değerlendirilmesi :
Niğde kenti örneği

Received (Alınış): 20.05.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 03.07.2020

ABSTRACT

Objective: In this study, the numerical values that will guide the planner and the manager depending on the accessibility, adequacy and effective service areas of the Niğde urban green areas (GA) have been obtained.

Material and Methods: The usage of GA of Niğde City is examined as children's playground, park and sports areas. The data was obtained from ASTER, Landsat 7-ETM and SPOT satellite images, the Niğde Development Plan (2017) with a scale of 1/1000 and ArcGIS software was used in spatial competence and accessibility analyzes of green spaces.

Results: Active GA of Niğde city center is distance between neighborhood centers and percentages are calculated for each neighborhood. There are sport areas only in 4 parks in 61 neighborhood. 91% of the neighborhood and district parks are below 1 ha, while 9% are between 0.001-0.004 ha. Sports areas, 6% is between 4-6 ha, while 1% is 0.1 ha.

Conclusion: Niğde urban green space assets quite low when compared with cities of the European Union, within the framework of the Reconstruction Act in Turkey have also been found to be inadequate.

ÖZ

Amaç: Çalışmada, Niğde kentsel yeşil alanlarının ulaşılabilirliği, yeterliliği, etkili hizmet alanlarına bağlı olarak planlı ve yöneticiye yol gösterecek sayısal veriler elde edilmiştir.

Materyal ve Yöntem: Niğde Kenti YA kullanımları, çocuk oyun alanı, park ve spor alanları olarak irdelenmiştir. Verilerin elde edilmesinde, ASTER, Landsat 7-ETM ve SPOT uydu görüntüleri ve 1/1000 ölçekli Niğde İmar Planından (2017), yeşil alanların mekânsal yeterlilik ve erişilebilirlik analizlerinde ise ArcGIS yazılımından yararlanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Niğde kent merkezinde, her mahalle için aktif yeşil alanların, mahalle merkezleri arasındaki uzaklıklar ve yüzde oranları hesaplanmıştır. 61 mahalleden sadece 4 park içerisinde spor alanı bulunmaktadır. Mahalle ve semt parklarının % 91'i 1 ha'ın altında iken % 9'u ise 0.001-0.004 ha arasındadır. Spor alanlarına bakıldığında ise, % 6'sı 4-6 ha arasında iken % 1'i 0.1 ha dır.

Sonuç: Niğde kenti yeşil alan varlığı Avrupa Birliği kentleri ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür, Türkiye'de İmar Kanunu çerçevesinde de yetersiz olduğu tespit edilmiştir.

Keywords: Children Playground, City, Green Area, Niğde, Urbanization.

Anahtar sözcükler: Yeşil Alan, Niğde, Kentleşme, Kent, Çocuk Oyun Alanı

INTRODUCTION

Migration from rural to urban areas is continuing due to various problems in health, employment, education in areas all over the world. Urbanization in the world is increasing rapidly.

Urban improving the quality of life of people living in areas different recreational activities for city residents is important (Gülgün et al.2018).

As Önder et al. (2011) mentioned, 65% of the world population is expected to live in the urban environment until 2025. In this direction, as a result of urbanization and population growth, the amount of green space per capita is gradually decreasing. For this reason, the sustainability of green spaces is very important in urban life. This causes the green areas needed by people to be destroyed and transformed into residential areas. As a consequence of urbanization, the natural ecosystem has left its place to buildings, which is why the need for people to green space has increased day by day. The amount of green space in the large cities are less than the developing cities. In order to create and protect the green space systems in urban residential areas; it is required to identify, monitor, plan and sustain the existing green areas in the urban area. But nowadays, the development of the construction sector and the pressures on the green areas are increasing, and due to that, the expected benefits from green areas are inadequate in terms of quantity, quality and accessibility. In addition to the green areas, children's playgrounds are also inadequate in this context. In our country, many regulations and studies have been made about the accessibility of residential areas, playgrounds for children, schools and green areas.

Çetiner (1991) points out that for the access of the users, a kindergarten should be 400 m and a children's playground should be 400-800 meters away. Another physical parameter is the size of the children's playground area. This criterion also varies according to the age group and the size of the housing unit it serves (Friedberg, 1982; Yılmaz ve Bulut, 2002; Demiriz et al., 2003; Aydemir, 2004). According to Friedberg (1982), a child should be able to leave the house and go to the playground in the residential unit alone in 2-3 minutes, and to the neighborhood park in 10 minutes. According to the report prepared by the European Commission, the walking distance to the neighborhood parks in the urban environment is considered to be 15 minutes (Yenice, 2015). Altunkasa (2004) emphasizes that access to children's playgrounds in the city environment should be 400 m in walking distance and 10 min in distance, and 20 min in walking time and 800 m in distance for the neighborhood parks. Çetiner (1991) and Wiedemann (2003) stated that their views are the same as Altunkasa. They stated that the children playground and recreation areas areas should be 400m and 800m in the neighborhood. In addition, Önder et al. (2011) reported that the distance to sports activities is 20 minutes walking distance and 800 meters distance, distance to the city park is 30 minutes with walking distance of 1200 m. Yenice (2015) indicates that accessibility distance to children's playgrounds may be up to 400 m and 800 m for neighborhood park and sports activity. According to Öztan (2004), the area size for pre-school playgrounds should be 250 m² for the smallest area, 500-1000 m² for the necessary areas, and the average area for each child should not be less than 6.5 m².

As you can see in the studies done, different views are presented as distances to green areas, time and distance. In general, it is reported that it should be 400m to children playgrounds, 800m to sports fields, 1200m to city park, and walking distance of 10, 20 and 30 minutes respectively.

The aim of this study, which has been studying urban green spaces at the neighborhood and district levels that is located in the city center of Niğde, assessment of Niğde neighborhood parks, sports facilities and children's playgrounds in terms of area size and access distance. As a result of the study, recommendations have been made to make appropriate selection decisions for the establishment of new green areas, taking into account the possibility of effectively utilizing the identified green areas. In this context, it is aimed to determine the effectiveness of active green areas on the quality of urban life in Niğde and to contribute to the elimination of the deficiencies.

MATERIALS and METHODS

According to the data of the Turkey Statistical Institute in 2015, Niğde is a province with 351,468 population. Due to migration from villages and different places, the city develops very rapidly in terms of spatial development. The research area is about 5,700 hectares (TÜİK, 2015). (Figure 1).

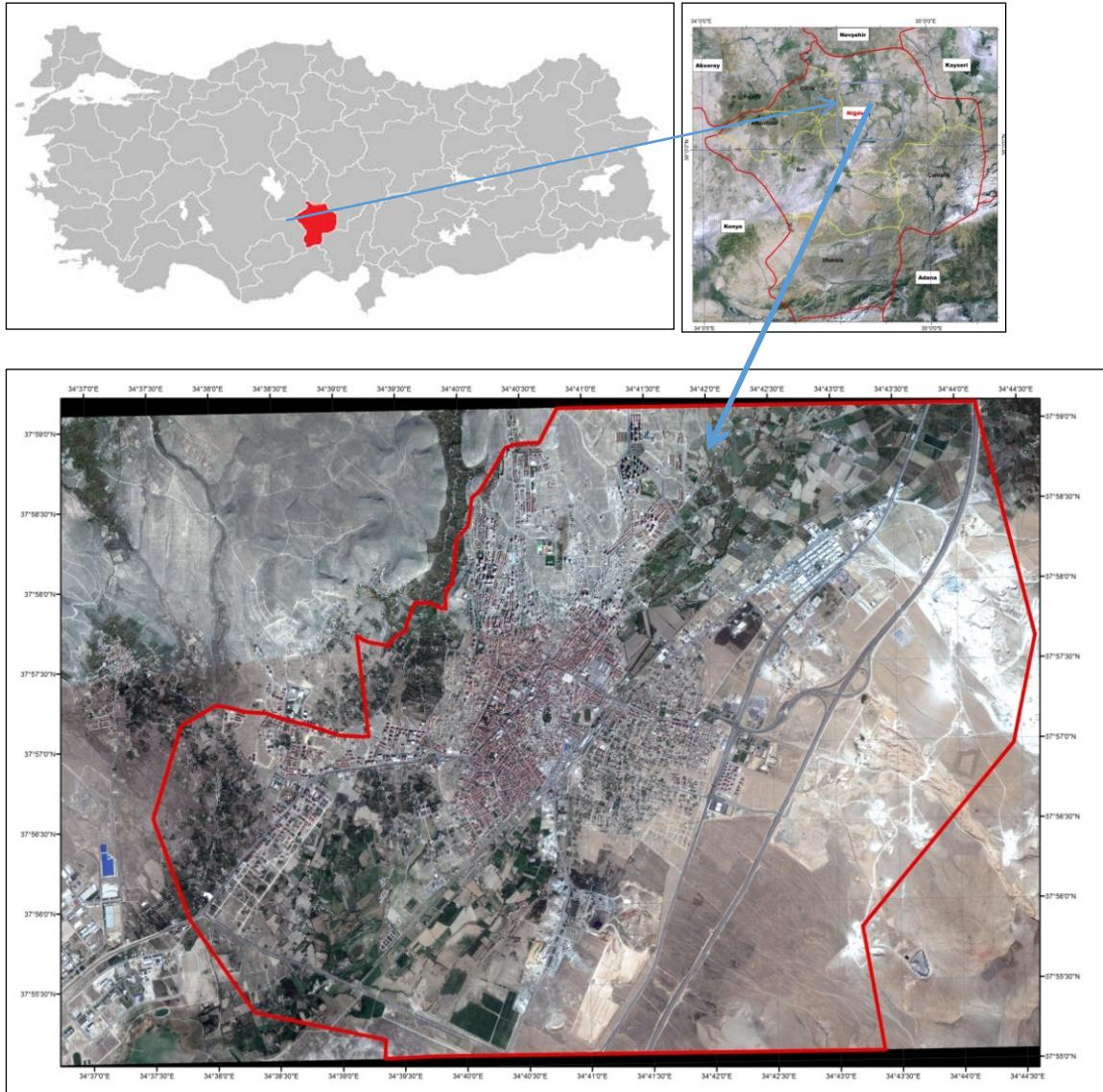


Figure 1. Niğde city and research area boundaries.

Şekil 1. Niğde kenti ve araştırma alanı sınırları.

According to the geographical coordinates system, the mathematical position of Niğde province is between, $37^{\circ} 25' - 38^{\circ} 58'$ northern latitudes and $33^{\circ} 10' - 35^{\circ} 25'$ east longitudes. A part of the provincial land located in the Central Kızılırmak section of the Central Anatolia Region is located in the Adana Section of the Mediterranean Region. Altunhisar and Çiftlik districts are all located in the Central Anatolia Region while the Central District and the Bor district have the lands in both regions. Çamardı and Ulukışla districts are all located in the Mediterranean Region. The surface area of the province is $7\,400\text{ km}^2$ ($7\,365\text{ km}^2$), covers 4.87% of the Central Anatolia ($151\,176\text{ km}^2$) and 0.90% of the whole country ($814\,578\text{ km}^2$) (Anonymous, 2018)

According to the environmental situation report, which was prepared by the Provincial Directorate of Environment and Urbanism in Niğde, the amount of green space per capita in Niğde city center is stated as approximately 6 m^2 (Anonymous 2012).

In this context, the usage of green areas of Niğde City is examined as children's playground, park and sports areas where population is concentrated and activities are carried out. The data was obtained from ASTER, Landsat 7-ETM and SPOT satellite images, the Niğde Development Plan (2017) with a scale of 1/1000 and ArcGIS software was used in spatial competence and accessibility analyzes of green spaces.

Method

In the study, ASTER, Landsat 7-ETM and SPOT satellite images of Niğde city (2016), a method for evaluating the numerical data obtained from field survey works in the framework of urban green area were followed. Firstly, the location, size, accessibility and amount of green space per capita of the parks, sport facilities and children's playgrounds in the center of Niğde city center which comprises the green areas are examined in detail. In the second stage, European Union cities and Development Plan Law in Turkey (Regulation on the Construction of Spatial Plans, 2014) comparison of the indicated green field sizes has been made. At the latest stage, the sizes of children's playgrounds, parks and sports areas in Niğde city center are compared with the standards specified by the World Health Organization (WHO).

In the method phase of the study, the produced data based on urban greenfield presence, spatial adequacy and accessibility indicators were processed on satellite images. According to the results obtained, green area planning and design proposal was presented to contribute to the existence of Niğde city green area.

RESULTS and DISCUSSION

As the research area, the sections that have increasing and dense housing in Niğde city center are selected. The neighborhoods and neighborhood populations that have been selected as research areas are given in Figure 2 and Table 1. The amount of the area of the playgrounds and sports areas in Niğde city and the amount of the green area per person has been given. (Table 1).

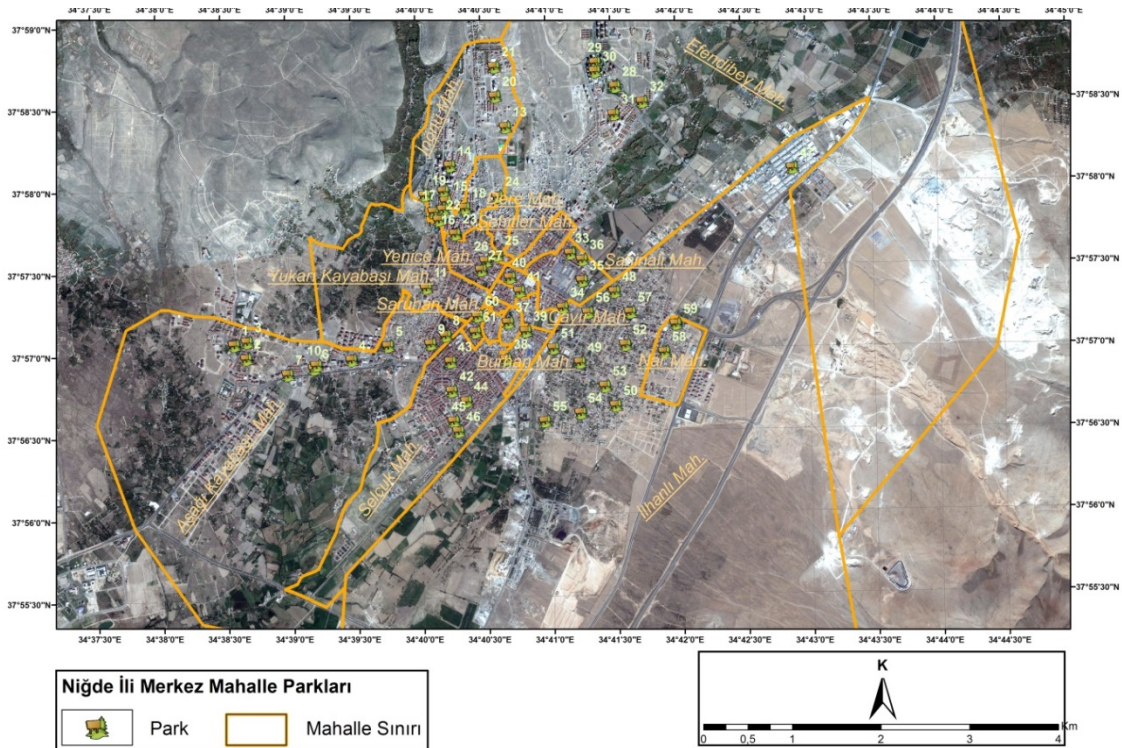


Figure 2. Niğde city central neighborhood parks.

Şekil 2. Niğde İli merkez mahalle parkları.

Children playgrounds are located in green spaces of various sizes in Niğde city. There are playgrounds in 43 parks in 61 neighborhoods in the research area. The number of playgrounds per child in these parks in Niğde is about 1 hectare (Table 1).

Table 1. Amounts of green area, playgrounds, sports fields and the green area per person, in Niğde city

Çizelge 1. Niğde Kenti'nde mevcutta bulunan yeşil alan, çocuk oyun alanı ve spor alanları ve kişi başına düşen yeşil alan miktarları

Neighborhood		Park No	Total Area (m ²)	Playground (m ²)	Sports field (m ²)	Green area (m ² /person)
Name	Population (person)					
Aşağı Kayabaşı	26.745	1	33144.93	371.65	1682.61	
		2	1461.61	-	-	
		3	5985.56	-	-	
		4	4160.27	422.41	-	
		5	2981.74	83.36	-	54060.81/26745
		6	578.79	116.02	-	=2.02
		7	1512.08	164.02	-	
		8	1056.70	656.72	-	
		9	2399.66	292.53	-	
		10	779.47	-	-	
Yukarı Kayabaşı	5.340	11	785.00	268.41	-	785.00 / 5340
		12	3045.87	180,33	-	=0.14
		13	3531.72	320.76	-	
		14	7516.67	-	-	
		15	1086.56	424.40	-	
İnönü	6.513	16	7111,17	124.48	-	
		17	640.07	-	-	42406.08 / 6513
		18	2259.65	248.15	-	=6,51
		19	1910.32	-	-	
		20	3093.61	302.02	-	
		21	10735.13	662.04	-	
		22	1475.31	125.65	410,12	
Dere	6.511	23	1619.05	190.75	-	7208.76 / 6511
Şehitler	3.174	24	5589.71	-	-	=1.10
		25	524.95	222.34	-	524.95 / 3174
Yenice	5.887	26	610.35	-	-	=0,16
		27	7672.28	534.85	-	8282.63 / 5887
		28	40639.65	820.55	-	=1.40
Efendibey	14.833	29	4155.29	303.24	609.92	
		30	361.97	361.97	-	52087.33/14833
		31	3009.59	160.96	-	=3.51
		32	3920.83	441.92	-	
Şahinalı	7.831	33	2262.94	537.38	-	
		34	3074.48	-	-	8527.4 / 7831
		35	719.98	296.46	-	=1.08
		36	2470.00	513.33	-	
Kale	463	37	17630.74	403.30	-	17630.74 / 463
Burhan	2.019	38	690.67	-	-	=38.07
		39	1441.59	223.93	-	2132.26 / 2019
						=1.05

Table 1. Continued
Çizelge 2.. Devamı

Neighborhood		Park No	Total Area (m ²)	Playground (m ²)	Sports field (m ²)	Green area (m ² /person)
Name	Population (person)					
Esenbey	1.250	40	690.67	-	-	1120.24 / 1250 =0.89
		41	429.57	-	-	
		42	2290.39	529.49	-	
Selçuk	19.773	43	1289.68	324.35	-	8513.82/19773 =0.43
		44	1559.98	320.36	-	
		45	2772.11	750.80	-	
		46	601.66	297.35	-	
		47	5694.74	-	-	
		48	319.21	-	-	
İlhanlı	16.786	49	2125.59	489.88	-	60671.99/16786 =3.61
		50	3493.18	373.78	-	
		51	16560.75	-	-	
		52	2517.09	193.85	-	
		53	3441.81	638.03	-	
		54	6227.04	271.84	-	
		55	1939.20	266.12	-	
		56	4981.12	137.10	-	
		57	13372.26	612.76	-	
Nar	2.232	58	2127.14	234.83	550.71	2777.33 / 2232 =1.24
		59	650.19	-	-	
Saruhan	1.167	60	1372.16	-	-	4148.39 / 1167 =3.55
		61	2776.23	-	-	
Sıralı	969	-	-	-	-	-
Songur	530	-	-	-	-	-
Ahipaşa	256	-	-	-	-	-
Cayır	1.483	-	-	-	-	-
Şahsüleyman	4.267	-	-	-	-	-
Total	128.029	61	270877.7	8598.13	3253.36	270877.7 / 128029 =2.11

As seen in Table 1, only 3.15 m² of the total green areas constitute the playground. Although the area with the largest amount of green space per capita is Kale, the playground for children is calculated as 43.72 m².

The amount of green space in the city center covers approximately 271 hectar of area. In the Niğde center, the amount of green space per capita is 2.11 m².

The spatial adequacy of the green areas in Niğde city center are shown in Figure 3.

At the Niğde center, when the sizes of the green areas are compared with the population, the amount of green area per person varies between 1.08-38.07 m². One of the reasons why the amount of green area around Kale is high; is due to preservation of the green area due to the fact that the historic old buildings are under protection around Kale.

According to the standards in the studies carried out up to now, the distances of the park areas of Niğde city center: It is classified as larger than 0-400, 401-800, 801-1200 (Table 2).

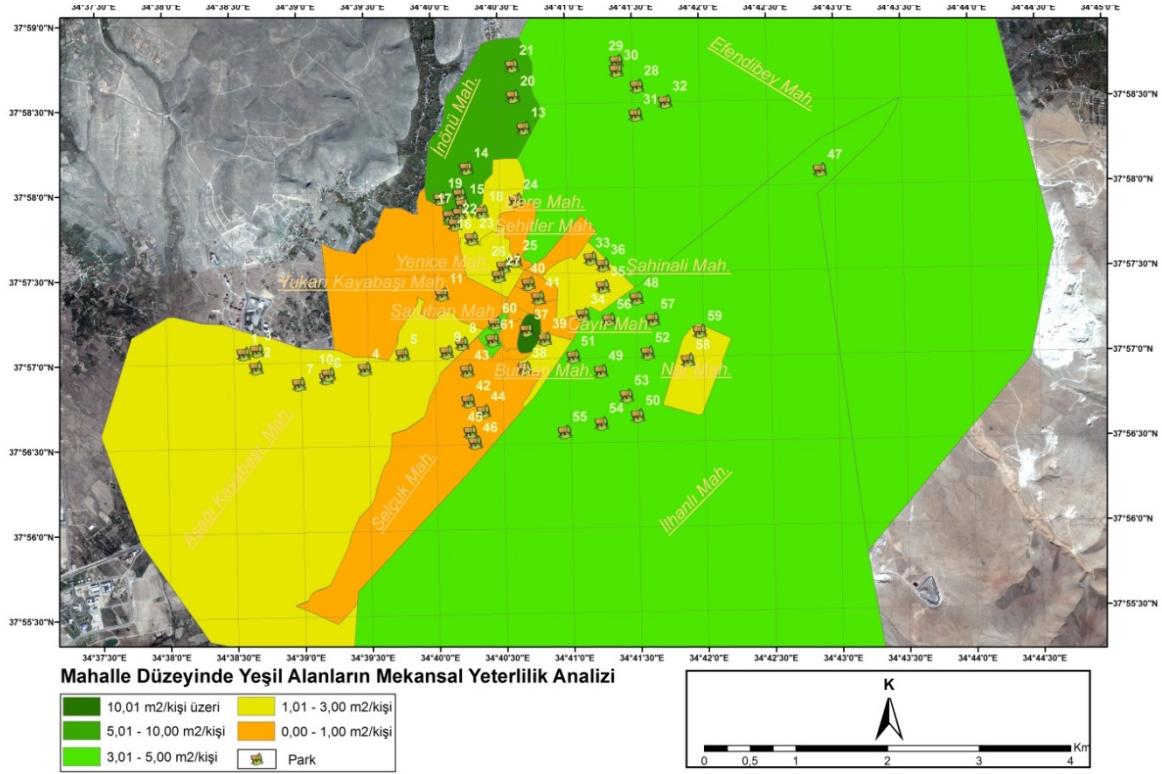


Figure 3. Analysis of spatial adequacy of green areas at neighborhood level in Niğde city center.

Şekil 3. Niğde kent merkezinde mahalle düzeyinde yeşil alanların mekânsal yeterlilik analizi.

Table 2. Sizes and percentages of park areas in Niğde City Center

Çizelge 2. Niğde kent merkezinde bulunan park alanlarının büyüklükleri ve % oranları

Distance to Neighborhood Park Areas (m)	Area (m ²)	Percentage (%)
0-400	129.031	22.73
401-800	97.199	17.12
801-1200	79.847	14.07
1201 or more	261.626	46.08
Total	567.703	100

Transportation to neighborhood parks in Niğde city center was evaluated in 4 groups. Parks with a distance of 0-400 m were 22.73%, 17.12% at a distance of 401-800 m, Areas with 801-1200 m are 14.07%, The areas with more than 1201 m was calculated as 46.08%. Accessibility of park areas in Niğde central district is given in Figure 4. In the works carried out, the numbers of children's playgrounds and neighborhood parks vary between 400-800 m.

The legislation published in the Official Gazette dated 14.06.2014 numbered 29030 has been announced by making some amendments in 2017. The walking distances on the list of Annex-2 of the Official Gazette dated 17.05.2017 and numbered 30069 are expressed as "In the development plans; it can be planned in the service area where pedestrian should be reached considering the distance between children's playground, outdoor sports area, family health center, kindergarten, primary school 500 meters, secondary schools 1,000 meters and high schools 2,500 meters". For the social open and green areas, it is stated that the amount of green space per person should be 10 m² regardless of the population (playground, park, botanical park, zoo, recreation area) (Anonymous, 2017).

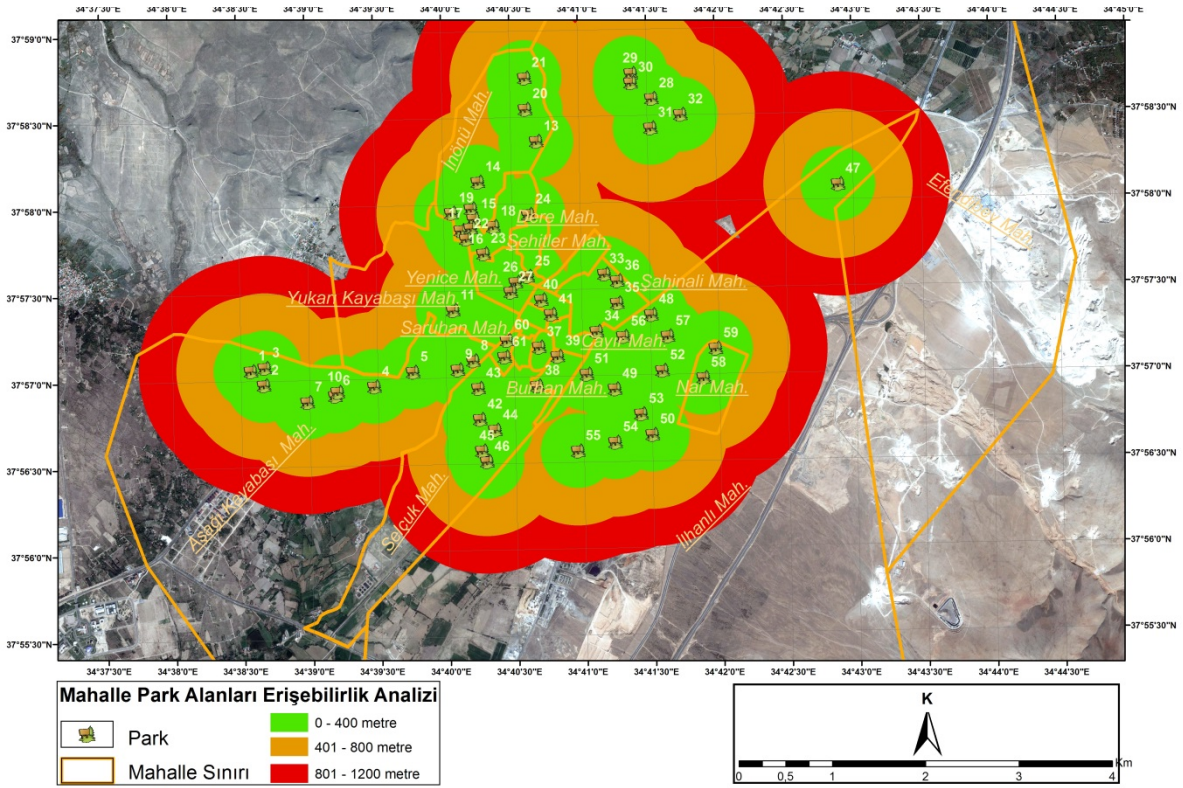


Figure 4. Accessibility analysis of park areas in Niğde central district.

Şekil 4. Niğde kent merkezinde mahalle park alanları erişebilirlik analizi.

The presence of active green space was obtained and indexed as per capita values and at the neighborhood level. Active green areas, distance between neighborhood centers and percentages are calculated for each neighborhood. Niğde city center is very poor in terms of sports area. There are sport areas only in 4 parks in 61 neighborhood. 91% of the neighborhood and district parks are below 1 ha, while 9% are between 0.001-0.004 ha. When looked at sports areas, 6% is between 4-6 ha, while 1% is 0.1 ha. This data shows that the sports areas in Niğde city are well below the desired criteria.

DISCUSSION and CONCLUSION

In the legislation regarding physical planning in Turkey, children's playground described as a part of the city's active green space system. Regardless of the population, 10m² active green area is allocated per person, and children's playgrounds are included in these green spaces when a city is planned. However, the amount of playground areas allocated per capita is not defined as standard. This standard varies according to countries.. Aydemir (2004) states that 11 m²/person in Munich and 2.5 m²/person for playgrounds are allocated in Amsterdam. For cities in Turkey, varying suggestions have been made between 1 m²/person to 2.5 m²/person (Çetiner 1991; Aydemir 2004). On the other hand, it is determined that the amount of children's playgrounds available in our cities is very inadequate. Şişman and Özyavuz (2010) found that the amount of playground per capita in Tekirdağ is 0.55 m²/person, and Turkan and Önder (2011) found that the amount of playground per capita in Balıkesir is 0.18 m²/person (Uysal, 2015). In our country, according to the Procurement Regulation No: 23804 issued in 1999, 10 m² active green area per capita is required for urban living quality. This value, which is about one fourth times that of Western countries, determines the standard of living of our cities (Bağcı, 2010).

In urban spaces, researchers recommend refreshing open spaces, such as urban parks, which can be reached at a distance of about 400 m or 5 min walk in any part of everyday life (Bruch, 2006). This

is why accessibility is a very important factor in the planning and design phase of green areas. Accessibility must be at walking or bicycle distance. Some countries have made suggestions for accessibility. For example, for accessibility to the green areas in the UK, the maximum distance from the green area to the house is 300 m. Minimum 1 ha for a population with a population of 1000, at least 20 ha for a house in 2 km, 100 ha for a village in 5 km and some suggestions have been made that 500 ha of natural reserves should be constructed within 10 km.

Regulation on the Construction of Spatial Plans (2014) in Article 12 of the Fourth Division it has been expressed as; "In the development plans; it can be planned in the service effect area where pedestrian should be reached considering the distance between children's playground, outdoor sports area, family health center, kindergarten, primary school 500 meters, secondary schools 1,000 meters and high schools 2,500 meters".

In Niğde Province, 226.230 m² is at 0-800 m distance, the walking distances of others do not match the regulation. This measure is an indication of the inadequacy of green space and its inaccessibility.

In Turkey, the figures are quite low. For example, while the amount of green space per person in Istanbul is 6 m², Bursa is 10 m², İzmir 5 m², Samsun 5.6 m², Balıkesir 3.1 m². With the "Regulation on the Amendment of the Municipalities and Type Development Regulations Outside the Law 3030" published on 02.09.1999, the amount of active green area was determined as 10 m² in residential areas outside the big city municipalities and 14 m² outside this area. However, the current amount of green space per capita in our country corresponds to an average of 1-2 m² in residential areas. Again, when you look at the public green areas of the cities (parks and gardens); while it is 1.5% in Istanbul, it is 14% in New York a similar mega-city, 38.4% in London and 41% in Hong Kong. When we evaluate these figures, it is obvious that the green areas that our cities have are not comparable to other cities of the world in terms of "quantity".

According to the WHO, the green area per capita in the city should be at least 9 m², 10-15 m² is ideal. The average green area per capita in developed countries is around 20 m² and ranges between 1-9 m² in Turkey. The amount of green space per capita in some cities in Europe and America; Stockholm 87.5 m², Newyork 23.1 m², Roma 45.3 m², Paris 14.5 m², Londra 27 m², Amsterdam 45.5 m², Berlin 27.1 m² (Anonymous, tarihsiz).

The social and environmental impact of urban green spaces in quality urban life is important. Advantages of the area are related to accessibility and proximity. People's wish for living in urban areas closer to green areas are mentioned in previous studies. Burgess et al. (1988); Coles and Bussey (2000) and Grahn and Stigsdotter (2003) report that the closer the green areas are to the settlement areas, the more visits they get.

It is seen that the distribution of green areas existing in Niğde city center is unbalanced and inadequate. It is very important to assess the functional nature of the green space and future plans to understand the relationship between the urban population and the green space. To determine the amount of green space, it is necessary to determine the ratio to the amount of green space per person, which is commonly used. Determining the appropriate amount for the city, allocating space and adjusting the distances from the settlement areas and creating a suitable green space, especially where it should be applied, is a problem of planning which is not easy to realize.

The following conclusions can be drawn according to the results obtained from the accessibility and spatial analysis study in the study:

It is observed that there is an insufficient and unbalanced distribution of green areas around Niğde city.

Children playground areas, sports areas, neighborhood parks, which are considered as green areas in Niğde city, have a very low area compared to the standards.

Nigde urban green space assets and the amount of green space per capita, as well as being quite low when compared with cities of the European Union, within the framework of the Reconstruction Act in Turkey have also been found to be inadequate.

People who perceive that the green space surrounding the area is of better quality are reported to perform more physical activity than the people who perceive the green space around them as less quality (Annear et al. 2009, Stronegger et al. 2010, de Jong et al. 2012). Similarly similarly well-maintained green spaces make people feel that the area is a safer place (La Grange ve ark. 1992, Brown and Bentley 1993). According to Akpınar et al. (2015), neglected green areas prevent people from using these areas and reduce their desire to use them. It is emphasized that it is necessary to have easy access to green areas in order to meet the social and psychological needs of people and that these areas should be in sufficient number and in desired quality. Green areas should be proportionate to the population living in that area, evenly distributed in the urban environment. In order for the green areas to be organized and sufficient, they must be in contact with the competent authorities.

The amount of green area per person in Niğde province is 2.11 m² which is quite low. For the people of Niğde, who continue their lives in the widespread population and insufficient green areas, it is very clear that the importance of green areas is understood today and there is not enough green area. It is clear that the it is needed to speed up the study of green areas, whether in regional or national scale. In recent years, efforts have been made to increase the amount of green space in Niğde, to speed up the efforts to start greening in the central refugees. However, in current conditions, the accessibility level of green areas is insufficient. For this reason, the recreational areas in the valleys around the city center can be expanded. On the other hand, the use of financial resources to be provided by the institutions in the implementation of field regulatory works and the ensuring of post-implementation continuity are related issues. The creation of recreation areas can contribute to the green areas by determining the ratios according to the numbers of the people living in the surrounding settlements and evaluating them as the green area, instead of separating the areas that can not be used among the areas where the reconstruction is done.

REFERENCES


- Akpınar, A. & M. Cankurt. 2015. Türkiye'de kişi başına düşen yeşil alan miktarı ile ölüm oranı arasındaki ilişkinin incelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi. 2015; 12(2) :101-107
- Altunkasa, M.F. 2004. Adana'nın kentsel gelişim süreci ve yeşil alanlar. Adana Kent Konseyi Çevre Çalışma Grubu Bireysel Raporu. Adana.
- Annear, M.J., G., Cushman, & B. Gidlow, 2009. Leisure time physical activity differences among older adults from diverse socioeconomic neighborhoods. Health and Place 15:482-490.
- Anonymous, 2012. Niğde Valiliği Çevre ve Kentcilik İl Müdürlüğü. Niğde İl Çevre Durum Raporu 2011. http://www.csb.gov.tr/turkce/dosya/ced/icdr2011/nigde_icdr2011.pdf (Accessed date: 07.02.2020)
- Anonymous, 2017. Mevzuatı geliştirme ve yayın genel müdürlüğü, Mevzuat Bilgi sistemi mevzuat. Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği. Birinci bölüm.17.05.2017
- Anonymous, undated. (www.tepav.org.tr/tr/blog/s/4059). Alıntı Tarihi.27.11.2019.
- Aydemir, S. 2004. Kentsel açık ve yeşil alanlar "rekreasyon", Kentsel Alanların Planlanması ve Tasarımı, 285-337, Trabzon.
- Bağcı, Ö. 2010. Yeni kent (Mersin) kentsel alanında peyzaj mimarlığı disiplini kapsamında kentsel gönenç araştırması. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Adana
- Brown, B., & D.L. Bentley, 1993. Residential burglars judge risk: the role of territoriality. Journal Environ Psychol 13: 51-61.
- Bruch, S.P. 2006. Environmental equity of Lansing's urban park policy, Michigan State University Department of Geography, Doctorate Thesis

- Burgess, J., C.M. Harrison, & Limb, M. 1988. People, parks and the urban green: a study of popular meanings and values for open spaces in the city. *Urban Stud.* 25: 455–473
- Coles, R.W. & S.C. Bussey, 2000. Urban forest landscapes in the UK- progressing the social agenda. *Landscape and Urban Planning* 52: 181–188.
- Çetiner, A., 1991. Kentcilik çalışmalarında donatım ilkeleri. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi. Baskı Atölyesi. İstanbul
- Demiriz, S., A. Karadağ, & İ. Ulutaş, 2003. "Okul öncesi eğitim kurumlarında eğitim ortamı ve donanım", Anı Yayıncılık, Ankara
- de Jong, K., M. Albin, E. Skarback, P. Grahn, & J. Bjork, 2012. Perceived green qualities were associated with neighborhood satisfaction, physical activity, and general health: Results from a cross-sectional study in suburban and rural Scania, southern Sweden. *Health & Place* 18: 1374-1380.
- Friedberg, M.P. 1982 "Juvenile Play Areas", (Ed. Alpern, A.), Handbook of speciality elements in Architecture, Chapter Seven, Mcgraw-Hill Book Company.
- Grahn, P. & Stigsdotter, U.A. 2003. Landscape planning and stress. *Urban Forestry and Urban Greening* 2: 1–18.
- Gülgün Aslan, B., K., Yazıcı, B. & Türkyılmaz Tahta, 2018. Kentsel doku içinde yer alan modern alışveriş merkezlerinin peyzaj tasarım kriterleri yönünden değerlendirilmesi: Manisa-Forum Magnesia ve İzmir - Optimum Outlet alışveriş merkezleri örneği. *Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2018, 55 (4):421-431
- La Grange, R., K., Ferraro. & Supancic, M. 1992. Perceived risk and fear of crime: role of social and physical incivilities. *Journal Research Crime Delinquency* 29: 311-334
- Önder, S., A.T., Polat, & S. Korucu. 2011. The evaluation of existing and proposed active green spaces in Konya Selçuklu district, Turkey. *African Journal of Agricultural Research* Vol. 6(3), pp. 738-747.
- Öztan, Y. 2004. Yaşadığımız Çevre ve Peyzaj Mimarlığı, Tisimat Basım San., S:252, Ankara.
- Stronegger, W.J., S. Titze, & P. Oja. 2010. Perceived characteristics of the neighborhood and its association with physical activity behavior and self-rated health. *Health & Place* 16:736-743
- Şişman, E.E. & M. Özyavuz, 2010. "Çocuk oyun alanlarının dağılımı ve kullanım yeterliliği: Tekirdağ örneği", *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7 (1):13–22.
- TÜİK, 2015. www.tuik.gov.tr/jsp/duyuru/upload/PP-2015.pdf (Accessed date:05.02.2020)
- Türkan, E.E. & S. Önder, 2011. "Balıkesir kenti çocuk oyun alanlarının irdelenmesi", *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 8 (3) 69-80.
- Uysal, A.B. 2015. Çocuk oyun alanlarının geliştirilmesinde bir yerel katılım deneyimi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi E-dergi. Cilt 10.Sayı.3.s.423-439
- Van Herzele, Wiedemann, T. 2003. A monitoring tool for provision of accessible and Attractive urban green spaces. *Landscape and Urban Planning* 63 (2003) 109–126
- Yenice, M. 2015. "A Method for evaluation of the efficiency of urban green spaces; Aksaray, Turkey". *Artium* 3 (2015)
- Yılmaz, S. & Z. Bulut, 2002. Kentsel mekanlarda çocuk oyun alanları planlama ve tasarım ilkeleri", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 33 (3), 345-351.

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):193-201
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.715754>

Melike ÇETİNBAŞ^{1*} 

Hasan Cumhur SARISU¹ 

Sinan BUTAR¹ 

¹ Republic of Turkey, Ministry of Agriculture and Forestry, Fruit Research Institute, Eğirdir-Isparta/Turkey

* Corresponding author:
melikecetinbas@gmail.com

Determination of late spring frost effects on Monroe peach cultivars in different training systems, planting intervals and height of flower

‘Monroe’ şeftali çeşidinde farklı terbiye sistemleri, dikim sıklıkları ve ağaç yüksekliklerinde ilkbahar geç donlarının etkilerinin belirlenmesi

Received (Alınış): 07.04.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 13.07.2020

ABSTRACT

Objective: Main purpose of this study is to determine whether the rates of frost damages on pistils caused by the lower temperature varies between different planting distances and the different training systems with the heights of the peach trees.

Material and Methods: The flowers of Monroe/GF 677 peach trees grown in different training systems and planting distances, in the pink bud period, on the 1st day after the frost that occurred in the period, morning of April 1, hours 5:00 AM-7:00 AM, temperatures -0.33 to -1.23° C, 3 replicates with 100 flowers in each replicate were collected from 4 sides of Slender Spindle, Y-Trellis, Central Leader and Open Vase trees planted with different planting distances from both 1m and 2m height.

Results: The frost damage rates have been obtained as 5.05% for Slender Spindle training system and 2.05% for Y-Trellis training system in the support systems. In unsupported systems, peach cultivation with the Central Leader training system caused less frost damage.

Conclusion: Y-Trellis cultivation system in supported systems and Central Leader in unsupported systems for peach cultivation resulted less frost damage and therefore it was suggested that they were a better systems in terms of productivity.

Keywords: Frost damage, Low temperature, Pistils hardness, Plant management, Y-Trellis

Anahtar Sözcükler: Don zararı, Düşük sıcaklık, Dişi organ zararlanması, Bitki yönetimi, Y-Trellis

ÖZ

Amaç: Çalışmanın başlıca amacı, düşük sıcaklık ile oluşan dişi organ zararlanma oranının farklı dikim mesafeleri, değişik terbiye sistemleri ile ağaçların yükseklikleri arasında değişip değişmediğini tespit etmektir.

Materyal ve Yöntem: Farklı terbiye sistemlerinde ve dikim mesafelerinde yetiştirilen Monroe/GF 677 şeftali ağaçlarının çiçekleri, pembe tomurcuk döneminde, sıcaklıkları -0.33 ile -1.23 °C, saat 05:00-7:00 arasında meydana gelen dondan sonraki 1. günde (1 Nisan sabahı), farklı dikim mesafeleriyle dikilmiş, İnce İğ, Y-Trellis, Merkezi Lider ve Goble terbiye sistemlerindeki ağaçlarının 4 tarafından ve hem 1m hem de 2m yüksekliklerinde 100'er adet toplanmıştır.

Araştırma Bulguları: Dişi organların zararlanma oranları destekli sistemlerde yetiştirilen İnce İğ sisteminde % 5.05 Y-Trellis sisteminde ise % 2.05 olarak elde edilmiştir. Desteksiz sistemlerde ise, Merkezi Lider sistemi ile yetiştirilen ağaçlarda Goble sistemine göre daha az don zararı gerçekleşmiştir.

Sonuç: Şeftali yetiştiriciliği için destekli sistemlerde Y-Trellis, desteksiz sistemlerde ise Merkezi Lider terbiye sistemi, daha az don zararı ile sonuçlanmıştır ve bu nedenle şeftali yetiştiriciliğinde verimlilik açısından daha iyi bir sistem oldukları belirlenmiştir.

INTRODUCTION

In fruit growing, suitability of climatic conditions according to species is one of the most important factors that direct effects the economic and sustainable production. Choosing the right species or varieties of these species and rootstocks are more important in fruit trees due to their perennial structure. Rootstock-scion combination has a direct impact on the yield and quality characteristics of the orchards in the following years. Although the trunks, roots and branches of fruit trees can withstand very low temperatures in dormant period, some parts of plants such as leaf, flower and little fruits are damaged from late spring frosts at the beginning of the active growing season (Ertürk & Gülerüz, 2007).

In recent years, it has become important to select the appropriate species and varieties in order to minimize the lower temperature damages by the increasing global climate change, to clarify the physiological facts which occur at the plants, to know the mechanisms of resistance to lower temperatures and to develop different cultivation systems and different cultural practices.

Through the climate warming in recent decades (Hansen et al., 2006), extreme cold ambient conditions are expected in less frequency (IPCC, 2012) and the expected time of the last spring frost (LSF) has advanced to further (Schwartz et al., 2006). Therefore, decreasing frequency of the extreme cold ambient conditions and severity of frost damage to the plants are expected. Under the enormous impact by climate change, plant species have been facing a trade-off between early growth to maximize the period of the growing season (carbon gain) and late growing to avoid frost damage (Augspurger 2013; Bennie et al., 2010; Ma et al., 2019).

Hence, many studies have been conducted to determine the resistance to both dormant period and spring lower temperatures for many species and varieties (Szabo et al., 1995; Özkarataş & Gülcan, 2000; Öztürk et al., 2001; Özkarataş, 2002; Gunes, 2006; Beyhan et al., 2007; Imani et al., 2012; Köse et al., 2014; Szalay et al., 2018; Ma et al., 2019; Mertoğlu et al., 2019; Pflleiderer et al., 2019; Liu & Sheirf, 2019).

Peach is a fruit which is rich in organic and mineral substances with its unique color, flavor and excellent taste. And it is very valuable in terms of fruit quality among all fruit types. In addition, the ripening time of peach varieties spreads over a long period of 5-6 months during the year which makes this fruit more valuable. Main peach producer of the world is China with 24,665,205 tons (FAO, 2019). According to TUIK (2019); Turkey ranks 6th position in the world with 789,457 tons of peach production. Peach is grown in many parts of the world and it is important to analyse the climatic conditions of the region in order to be able to grow economically.

The Peach is a species, which has early flowering so that, is affected negatively and quickly by late spring frosts. Therefore, one of the most important factors in the restriction of peach cultivation is the risk of frost in late spring. Particularly, late spring frosts cause significant yield losses. Although the peach flower buds are very resistant to cold temperatures in cold seasons, the sensitivity to frost increases with during development of the buds, the blooming of flowers and the formation of small fruits. It is reported to be petal tip for closed buds appearing (first pink) -9.44° to -3.89°C , for first flowers open (first bloom) -6.11° to -3.33°C , full flowering -4.44° and -2.78°C and for end of flowering (all petals fallen) -3.89° with -2.22°C .

These losses occasionally occur in Egirdir (Isparta, Turkey) where orcharding is executed intensively. In this study, the frost damage rates have been determined on pistils which were exposed to lower temperatures between -0.33°C and -1.23°C at early morning hours between 05:00-07:00 on 01st of April 2019 for 'Monroe' peach orchard at Egirdir (Isparta, Turkey) ecology as in period of flower petals perceptible (first bloom) [according to the BBCH scale (Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt and Chemische Industrie), code 57]. Main purpose of this study is to determine whether the rates of frost damages on pistils caused by the lower temperature varies between different training systems (Slender Spindle, Y-Trellis, Open vase, Central leader), different planting distances (for Slender Spindle and Y-Trellis 0.5, 1, 1.5, 2m - for Open vase and Central leader 1, 2, 3, 4, 5m) and the with the heights of the trees (1 and 2m).

MATERIAL and METHODS

The study was performed in 2019 at the location on the northern side of Egirdir Fruit Research Institute (Isparta, Turkey) on Boğazova Valley where has peach tree yards and is extended between Egirdir Lake and Kovada Lake (coordinates: 37° 49'30" North, 30° 52'38" East, Altitude: 926 m). The experiment area has interior and passage zone ecology. The study performed on the flowers of Monroe/GF 677 peach orchard which was established in 2012 with different training systems and planting distances. The experimented rootstock, GF 677, is a peach x almond hybrid clone rootstock. It is convenient for strong and calcareous soils. Fruits of the Monroe a late season peach variety is weighing an average of 250-300 g, the fruit shape is flattened round. It has a good aroma and is a high-quality variety.

Experimental design

The experimented peach yard was established with 4 different training systems and different planting intervals. Open vase, Central Leader, Y-Trellis and Slender Spindle systems were used. Planting distances are 5x5m, 5x4m, 5x3m, 5x2m, 5x1m, for Open Vase and Central Leader systems and 5x2m, 5x1.5m, 5x1m, 5x0.5m for Y-Trellis and Slender Spindle systems. Therefore, in the experiments, Open Vase and Central Leader systems were compared between as per their planting distances and Y-Trellis and Slender Spindle systems were compared between as per their planting distances. So that, the study was established as two separate trials.

Open Vase (Goble) Training System: Standard Goble training system was applied to the trees. Plants were grown in a form with 4-5 side branches without a leading scaffold and enabled to form of bowl.

Central Leader Training System: Central Leader system (a single leader scaffold and 3 side branches on the leading scaffold) was applied to the trees.

Y-Trellis Training System: During the vegetation period of planting year, a healthy and properly grown minor branch was chosen per each. These side branches which were standing symmetrically to each other have been tied to Y-shaped bamboos. These bamboos are fixed on 3 rows wire system. By having that method, spreading of branch was applied at an angle of 70 degrees for growing. The side branches were pruned in fish bone form in the direction of the row above to enable their growing on each main supportive branch with an interval of 10-15 cm. In this way, the trees have a Y-shaped appearance as 3 meters length.

Slender Spindle Training System: The trees were supported by connecting 3-row wire system and vertical bamboos fixed on a 3 m length support system. The main trunk has reduced the growth of leader scaffold as rotated exactly one turn spirally and was kept it at 2.5-3.5 m. The trees have a narrow and conical form.

The flowers of Monroe/GF 677 peach trees grown in different training systems and planting distances, according to the BBCH scale (Biologische Bundesantalt, Bundessortenamt and Chemische Industrie-code 57) in the pink bud period. On the 1st day after the frost that occurred in the period, morning of April 1, hours 5: 00 AM-7: 00 AM, temperatures -0.33 to -1.23° C, 3 replicates with 100 flowers in each replicate were collected from 4 sides of Slender Spindle, Y-Trellis, Central Leader and Open Vase trees planted with different planting distances from both 1m and 2m height. The collected flowers were brought directly to the laboratory and pistils damaged by low temperature were counted and the number of pistils damaged in 100 flowers was determined (Figure 1). In addition, the flowering phenology of Monroe peach cultivar and some climatic data at this time were examined.

Statistical analyses

The study was conducted according to randomized block design with 3 replications and 5 replicates per tree. Statistical analysis was carried out between the averages of the damage rates on all flowers of the trees in determining the differences between the training systems and planting distances. The differences between tree heights (1 and 2 m.) were also evaluated separately. Resultant data were subjected to variance analysis with SAS-JUMP statistical software. Effects of the training systems, planting distances and tree lengths were assessed and significant differences were tested with the aid of LSD multiple comparison test at P<0.05 level.



Figure 1. 57 BBCH scale coded in balloon stage and pistils affected by low temperature.

Şekil 1. BBCH skalasına göre 57 numara ile kodlanmış çiçeklerdeki balon dönemi ve düşük sıcaklıktan etkilenmiş dişi organlar.

RESULTS

Phenology

The flower phenology dates of 'Monroe' was shown in Figure 2, and no differences were found between the training systems and planting distances.

Month	March				April			May
Week	2	3	4	1	2	3	4	1
Bud swelling	■							
Bud burst		■						
First bloom				■				
Full bloom					■			
Petal fall							■	

Figure 2. Dates of flower phenology of Monroe peach trees.

Şekil 2. Monroe şeftali ağaçlarının çiçeklenme dönemi fenoloji tarihleri.

Climate data in flowering

Some climatic data of the Egirdir (Isparta, Turkey) region between March 25 and April 9 as the most critical flowering period for late spring frosts was examined in trial orchard (Figure 3). The minimum temperature was -1.23 °C, the average temperature was 7.07 °C and the maximum temperature was 14.78 °C. On April 1, the average Dew point was 1.74 °C, the average solar radiation was 253.58 W.m-2 and the average relative humidity was 73.09%.

Low temperature damages in pistils

Damage rates on pistils caused by lower temperature were evaluated separately for training systems with supported wire (Slender Spindle and Y-Trellis) and systems with unsupported trees.

Slender Spindle and Y-Trellis training systems and planting distances compared with each other; the difference in damage rates between the systems was statistically significant ($p < 0.05$) (Table 1). There was no statistical difference in the interaction between systems and densities. Similarly, there was no statistical difference between the densities. The slender spindle (5.05%) showed more pistil damage than Y-Trellis (2.50%) due to low temperatures (Figure 4) between 6:00 and 8:00 in April 1 (Table 1). Although it is seen that the frost damage is not statistically significant in the tree heights of these two systems, the damage of the flowers at 1m was higher in both systems (Figure 5).

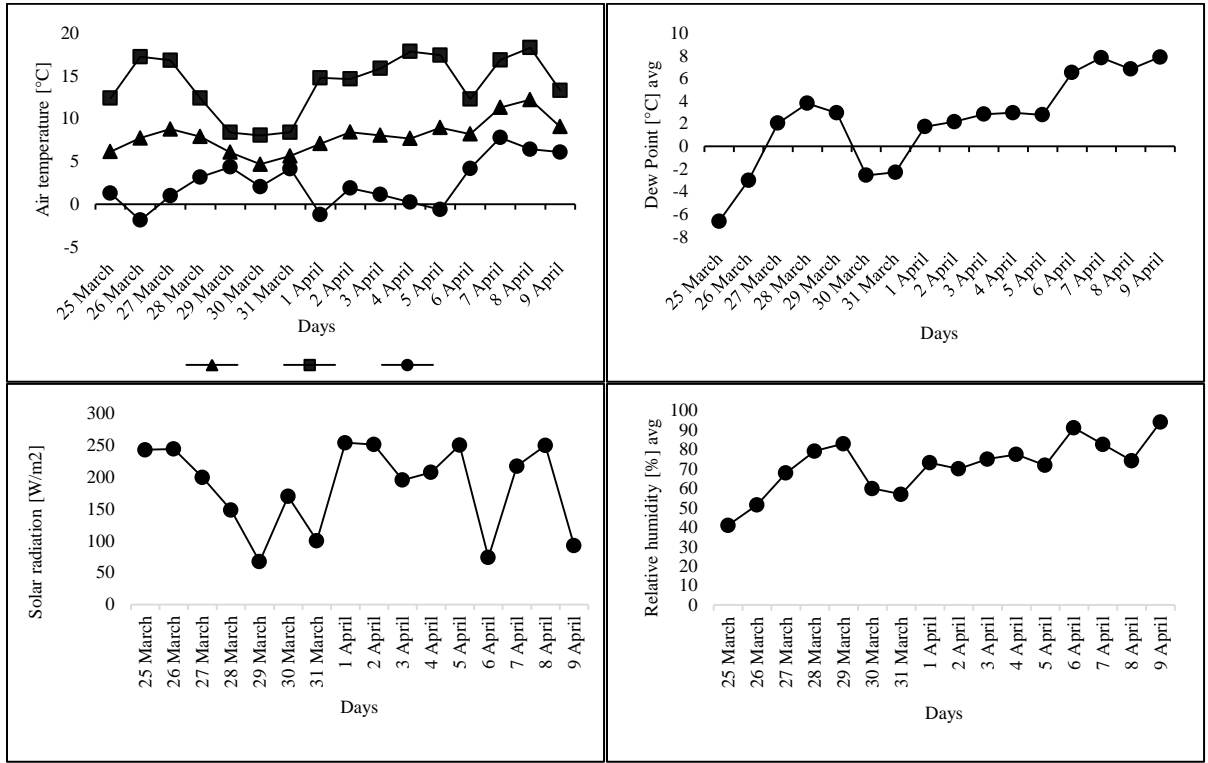


Figure 3. Climate data of peach orchard from 25 March to 9 April.

Şekil 3. Şeftali bahçesinde 25 Mart-9 Nisan arasında gerçekleşen iklim verileri.

Table 1. Flower frost damage ratios in slender spindle and Y-trellis (%)

Çizelge 1. İnce iğ ve Y-trellis sistemlerindeki çiçekte oluşan don zararı oranı (%)

Training System	Tree distance (m)	Frost damage (%)
Slender spindle	0.5	4.35
	1	6.92
	1.5	3.66
	2	5.30
Y-Trellis	0.5	2.73
	1	2.28
	1.5	2.32
2	2.67	
Training System Mean		
Slender spindle		5.05a*
Y-Trellis		2.50b
Tree distance mean		
	0.5	3.54
	1	4.60
	1.5	2.99
	2	3.98
P value		
Training System		0.048
Tree distance		0.826
Training System x Tree distance		0.785

a-d*: It is important difference between the averages shown in different letters ($p < 0.05$).

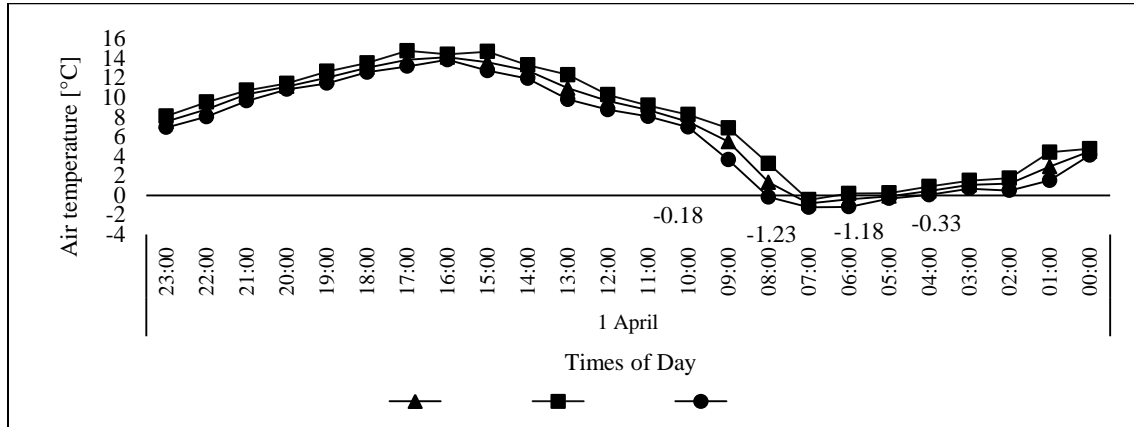


Figure 4. Hourly minimum, maximum and average air temperatures in 1 April 2019.

Şekil 4. 1 Nisan 2019 saatlik minimum, maksimum ve ortalama hava sıcaklıkları.

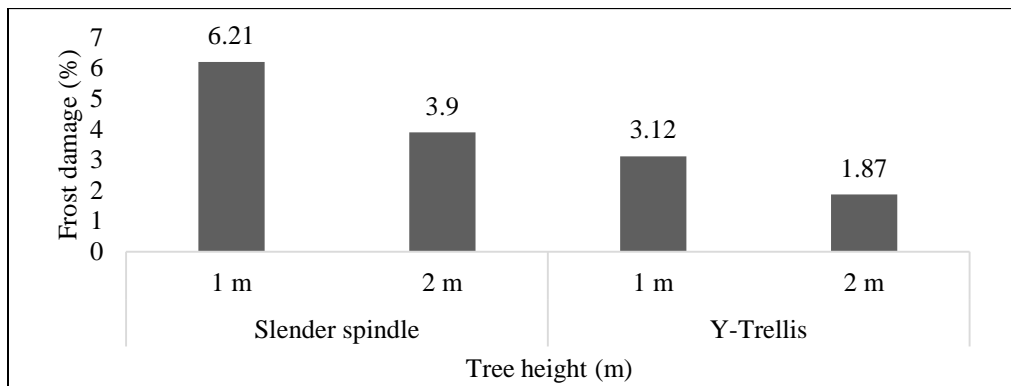


Figure 5. Damage rates of flowers in Y-Trellis and Slender Spindle systems in different tree heights (1 m and 2 m) (%).

Şekil 5. Y-Trellis ve İnce iğ sistemlerindeki farklı ağaç yüksekliklerinde (1 m ve 2 m) çiçeklerin zararlanma oranları (%).

According to the results of the analysis of variance on frost damage between free standing systems (Open Vase, Central Leader) and densities; the interaction between both systems and densities was found to be statistically significant ($P < 0.05$) (Table 2).

The highest frost damage was determined in the Open Vase X 2 m trees with 6.73%, while the least damage was detected in trees grown with a planting distance of 4 m in the Open Vase system with 0.43%. When we look at the planting distances; it was found that both dense planting (1 and 2 m) and wide spaced planting (5 m) showed more damage in both systems (Table 2).

It was determined that frost damage in different tree heights changed by systems. In the Open Vase, the damage of the flowers in 2 m was higher than 1 m. In the central leader system, the flowers in 1 m were more damaged (Figure 6).

Table 2. Flower frost damage ratios in Goble and Central leader (%)

Çizelge 2. Goble ve Merkezi lider sistemlerindeki çiçekte oluşan don zararı oranı (%)

Training System	Tree distance (m)	Frost damage (%)
Goble	1	6.07a*
	2	6.73a
	3	4.25a-c
	4	0.43d
	5	5.95a
Central leader	1	4.93ab
	2	2.23b-d
	3	0.85cd
	4	3.59a-d
	5	3.52a-d
Training System Mean		
Goble		4.69a*
Central leader		3.02b
Tree distance mean		
1		5.50a*
2		4.48a-c
3		2.55bc
4		2.01c
5		4.73ab
P value		
Training System		0.047
Tree distance		0.041
Training System x Tree distance		0.044

a-d*: It is important difference between the averages shown in different letters ($p < 0.05$).

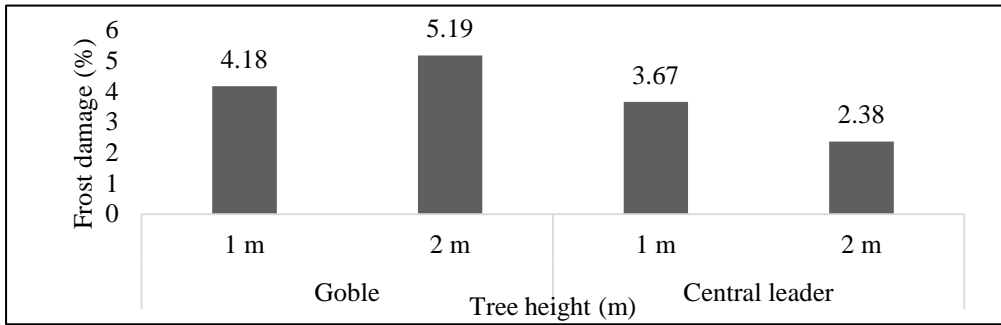


Figure 6. Damage rates of flowers in Goble and Central leader systems in different tree heights (1 m and 2 m) (%).

Şekil 6. Goble ve Merkezi lider sistemlerindeki farklı ağaç yüksekliklerinde (1 m ve 2 m) çiçeklerin zararlanma oranları (%)

DISCUSSION

There was no difference in the phenology of Monroe/GF 677 which was grown under the different systems and densities in the trial area which has interior and passage zone ecology. There was a 50-day period between bud swelling and petal fall. It was seen that the damaged pistils at low temperatures (0.33 / -1.23 °C) between 5:00 AM and 7:00 AM in the morning of April 1, 2019. Murray (2011) reported that it could be seen damaged flowers rated 90% at -9.44 °C and rated 10% at -3.89 °C in the petal tip of the closed buds appearing (first pink) period. In our study, although the temperature drop was not so much, the

duration of the lower temperature, dew point of the air, solar radiation, humidity etc. were thought to increase the effect of this low temperature. On April 1, 2019, at duration of lower temperatures, the average solar radiation was 253.58 W/m². This value shows that the weather was quite clear on that day and this situation was thought to increase the effect of lower temperature and thus damage to peach blossom. Indeed, Childers (1973) states that if the weather is clear and calm, strong radiation and even severe frost may occur and stated that these frosts are the main damaging frost in the nursery and fruit growing.

It is important to investigate how the different growing techniques, which constitute the purpose of our study, are affected by frost in this time when the temperature fluctuations become more common with the effect of global climate change. In our study, the effects of systems and densities were different not only supported but also free standing trees. It was found that the flowers in Slender Spindle were affected by the low temperature 2 times more than Y-Trellis. The Y-Trellis was considered to have better air circulation, since the two arms were open at the 70-75° angle on both sides and the tree centre was open. Frost damages in these two systems were higher at 1 m tree height. It was thought that this was due to the fact that the fruit branches with a height of 1 m were denser. In free standing trees systems, planting density of 2 m in the Open Vase with 6.73%, which suffered the most frost damage, was followed by Open Vase x 1 m (6.07%). Although the Open Vase suffered more frost damage than the Central Leader system, it is since the cold air was concentrated in the lower parts of the trees. The Open Vase was more affected by frost damage as it had shorter trees than the central leader. Decrease in scaffold height indirectly contributed to increased frost damage. In planting distances; increasing the planting density and decreasing too much caused indirect positive effect in frost damage. It can be said that the air trapped due to frequent planting cannot be distributed quickly. The damage of frost was higher in Open Vase x 2 m and in Central leader x 1 m. This was thought to be due to the fact that the fruit branches of 2 m in Open Vase and of 1 m in the Central Leader were more intense.

In general, supported systems (Slender Spindle and Y-Trellis) were found to undergo less low temperature damages than free standing tree systems. It was concluded that the trees in the supported systems were higher scaffold than the unsupported trees. Blanke et al. (1963), reported that garden management could reduce the damage of low temperature, trees (more than 30 cm) had high scaffold and tall trees the temperature rise of 1-2 °C would cause.

CONCLUSION

As a resistance to lower temperatures, training systems and planting intervals have been determined as effective in peach cultivation. As a matter of fact, the uniformity in flower bud and flower bud density vary with training systems and planting intervals. In this study, Y-Trellis cultivation system in supported systems and Central Leader in unsupported systems for peach cultivation resulted less frost damage and therefore it was suggested that they were a better systems in terms of productivity.

REFERENCES

- Augspurger, C.K. 2013. Reconstructing patterns of temperature, phenology, and frost damage over 124 years: Spring damage risk is increasing. *Ecology*, 94: 41–50. <https://doi.org/10.1890/12-0200.1>
- Bennie, J., E. Kubin, A. Wiltshire, B. Huntley & R. Baxter, 2010. Predicting spatial and temporal patterns of bud-burst and spring frost risk in north-west Europe: The implications of local adaptation to climate. *Global Change Biology*, 16: 1503–1514. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2009.02095.x>
- Beyhan, N., T. Demir & A. Turan, 2007. İlkbahar dönemi iklim koşullarının fındığın verim ve gelişmesi üzerine etkileri. *Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi Bildirileri*, 1: 04-07.
- Blanc, M.L., H. Geslin, I.A. Holzberg & B. Mason, 1963. Protection against frost damage. *WMO Techn. Note No. 51*, 62p.
- Ertürk, Y. & M. Güteryüz, 2007. Determination of Resistance Degrees of Some Local and Foreign Apricot Varieties to Low Temperatures in Erzincan Conditions (2003-2004 Period) (in Turkish). *Journal of Agricultural Sciences*, 13(2): 128-136.
- FAO, 2019. Statistical Database. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. (Date of access: 16 December, 2019).

- Gunes, N.T. 2006. Frost hardiness of some Turkish apricot cultivars during the bloom period. HortScience, 41(2): 310-312.
- Hansen, J., M. Sato, R. Ruedy, K. Lo, D.W. Lea & M. Medina-Elizade, 2006. Global temperature change. Proceedings of the National Academy of Sciences, 103: 14288–14293. <https://doi.org/10.1073/pnas.0606291103>
- Imani, A. & Y.M. Khani, 2012. Characteristics of almond selections in relation to late frost spring. International Journal of Nuts and Related Sciences, 2(2): 77-80.
- IPCC, 2012. Summary for policymakers. In: Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation (Eds: C.B. Field, V. Barros, T.F. Stocker, D. Quin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, P. Midgley), Cambridge University Press, New York, pp 1-19.
- Köse, B., S. Ateş & H. Çelik, 2014. Samsun'da yetiştirilen bazı üzüm çeşitlerinin ilkbahar geç donlarından etkilenme derecelerinin belirlenmesi. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, 1(2): 162-169.
- Liu, J. & M.S. Sheirf, 2019. Combating Spring Frost With Ethylene. Frontiers in Plant Science, 10: 1-6.
- Ma, Q., J.G. Huang, H. Hänninen & F. Berninger, 2019. Divergent trends in the risk of spring frost damage to trees in Europe with recent warming. Global Change Biology, 25: 351-360. Doi:10.1111/gcb.14479.
- Mertoğlu, K., Y. Evrenosoğlu & M. Polat, 2019. Combined effects of ethephon and mepiquat chloride on late blooming, fruit set, and phytochemical characteristics of Black Diamond plum. Turkish Journal of Agriculture & Forestry, 43(6): 544-553.
- Murray, M. 2011. Critical Temperatures for Frost Damage on Fruit Trees. Utah State University Extension and Utah Plant Pest Diagnostic Laboratory.
- Özkarakaş, İ. & R. Gülcan. 2000. Researches on frost resistance of some important apricot cultivars grown in the Aegean Region (Rest Period) (in Turkish). Anatolia, 1: 1-20.
- Özkarakas, İ. 2002. Ege bölgesinde yetistirilen bazı önemli kayısı (*P. armeniaca* L.) çeşitlerinin çiçeklenme döneminde ilkbahar donlarına dayanımlarının belirlenmesi. Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12(2): 38-48.
- Öztürk, K., A.B. Küden, H.A. Ölmez & U. Güloğlu, 2001. Effect of cold exposure times on the resistance of some dried apricot cultivars grown in Malatya to winter cold and spring late frosts. Turkey I. Stone Fruits Symposium (25-28 September 2001 Yalova) p.491-499.
- Pfleiderer, P., I. Menke & C.F. Schleussner, 2019. Increasing risks of apple tree frost damage under climate change. Climatic Change, 1-11. <https://doi.org/10.1007/S10584-019-02570-Y>.
- Schwartz, M.D., R. Ahas & A. Aasa, 2006. Onset of spring starting earlier across the Northern Hemisphere. Global Change Biology, 12: 343–351. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.01097.x>
- Szabo, Z., M. Soltesz, T. Bubán & J. Nyeki, 1995. Low winter temperature injury to apricot flower buds in Hungary. Acta Horticulturae, 384: 273-276.
- Szalay, L., I.G. Gyökös & Z. Békefi, 2018. Cold hardiness of peach flowers at different phenological stages. Horticultural Science, 45(3): 119-124. DOI: 10.17221/46/2016
- TUIK, 2019. Turkish Statistical Institute. <http://www.tuik.gov.tr/Start.do>. (Date of access: 16 December, 2019).

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):203-209

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.669743>

Aslı ÖZKIRIM^{1,2*} 

Aygün SCHIESSER^{1,2} 

Billur KÜÇÜKÖZMEN¹ 

Kadriye SORKUN^{1,2} 

Antimicrobial activity of oak honey (*Quercus* spp.) on the biofilm microorganisms

Meşe balının (*Quercus* spp.) biyofilm mikroorganizmaları üzerindeki antimikrobiyal aktivitesi

Received (Alınış): 03.01.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 21.07.2020

¹ Hacettepe University, Department of Biology, Ankara/Turkey

² Hacettepe University, Bee and Bee Products Research and Application Center, Ankara/Turkey

* Corresponding author:

ozkirim@hacettepe.edu.tr

Keywords: Honeydew honey, honey bee, biofilm bacteria, antimicrobial effect

Anahtar Kelimeler: Salgı balı, bal arısı, biofilm bakterileri, antimikrobiyal etki

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to determine antimicrobial properties of oak honey on biofilm microorganisms and its potential usage.

Material and Methods: The oak honey was collected in 2 years from the same region (OHPH/OHSH). Susceptibility patterns of clinical strains of three bacteria (*Escherichia coli*-ATCC 35218), (*Staphylococcus aureus*-ATCC 29213), (*Pseudomonas aeruginosa* -ATCC 27853) and one yeast (*Candida albicans* -ATCC 10231) strains that can form biofilm communities to oak honey were assessed by the disc diffusion method.

Results: The results revealed that oak honey has high level of antimicrobial activity to the pathogens. The antifungal activity against *C. albicans* was not measured clearly though, bacteriostatic effect showed itself as a secondary zone.

Conclusion: Oak honey might have a big potential for its antimicrobial properties in near future.

ÖZ

Amaç: Çalışmanın temel amacı meşe balının patojenler üzerinde antimikrobiyal etkisinin araştırılması ve bu alanda olabilecek potansiyel kullanımına açıklık getirmektir.

Materyal ve Yöntem: Meşe balı 2 yıl süre ile aynı bölgeden toplanmıştır (OHPH/OHSH). Biyofilm oluşturma özelliği olan 3 klinik bakteri suşu (*Escherichia coli*-ATCC 35218), (*Staphylococcus aureus*-ATCC 29213), (*Pseudomonas aeruginosa* -ATCC 27853) ve 1 klinik maya suşunun (*Candida albicans* -ATCC 10231) meşe balına karşı duyarlılık testleri disk difüzyon yöntemiyle analiz edilmiştir.

Araştırma Bulguları: Meşe balının patojenlere karşı yüksek oranda antimikrobiyal etkisinin olduğu ortaya çıkmıştır. *C. albicans*'a karşı antifungal etki tam olarak ölçülemedi fakat bakterisidal etki sekonder zon ile ortaya çıkmıştır.

Sonuç: Meşe balının yakın gelecekte antimikrobiyal özellikleri açısından büyük bir potansiyele sahip olabileceği ortaya çıkarılmıştır.

INTRODUCTION

Honey has been considered the main product of honey bees. Honey has been in humans diet and also used as a medicine since its discovered. As a medicine, it has been used for treatment of skin wounds, several infections (Özkök and Sorkun, 2018; Rodriguez et al., 2015). The healing capacity of honey directly depends on its physical and chemical properties (Özkök and Sorkun, 2018). There has been lots of studies antimicrobial activity of honey among the all biological activities (Tenover, 1986; Allen et al., 1991; Molan, 1999; Basualdo et al., 2007; Krushna et al., 2007; Malik and Sharma, 2010 ; Irish et al., 2011; Kato et al., 2012). Since the main problem in beekeeping is the marketing of bee products, the variety of products even in honey varieties should be increased (Onuç et al., 2019). Almost all of the studies have used blossom honey samples to determine antimicrobial activity of honey. There are few studies about honeydew honeys of those reported physicochemical and antioxidant properties.

In general, honey is classified two types, blossom honey and honeydew honey (Can et al., 2015; Sorkun, 2008). Difference between blossom honey and honeydew honey based on its production. Blossom honey is produced from nectar. But honeydew honeys are produced in two different ways. One way is from the sweat of leaves. The another way is secretions of insects. Cause of the difference of production, honeys physico-chemical and melissopalynological analysis have huge varieties. For these reasons, honeys differ from one another in terms of chemical composition, physical properties and melissopalynological analysis (Oses et al., 2015). Oak honey can be determined as honeydew honey and produced in one or two ways. One involves the secretions of some oak aphids, such as *Kermes guercus*, *Lachnus ilicophilus* and *Thelexes dryophila* as reported by Simova et al., 2012. The stress factors, like nocturnal and diurnal temperature changes, sudden temperature changes and another different factors causes oak leaves sweating. Thereby, another way to produce the oak honey is that sweating leaves (Özkök and Sorkun, 2018).

Oak honey would be the new source for antibacterial activity against pathogens. The inconvenient antibiotic usage, induce the bacterial resistance. This problem has increased in recent years and for that reason limited usage of these kinds of agents against the microorganisms (Lee et al., 2008; Brudzynski and Sjaarda, 2015). Especially for the pathogen bacteria that can form biofilm communities, biofilm allows for the cells inside to become more resistant to the body's natural antimicrobials as well as the antibiotics administered in a standard fashion. In fact, depending on the organism and type of antimicrobial and experimental system, biofilm bacteria can be up to a thousand times more resistant to antimicrobial stress (Hall-Stoodley et al., 2004). Antibacterial products, like honey, have huge interest between the researches because of the activity of pathogen microorganisms. Even though, little is known about oak honey, it has great potential for its antimicrobial property since it is dark in color and has high antioxidant capacity and the high apitherapy value (Özkök and Sorkun, 2018; Kolaylı et al., 2018). The aim of this study is to determine antimicrobial activity of oak honey on biofilm microorganisms.

MATERIAL and METHODS

Material

Oak honey production

Oak honey is produced in Thrace, northwest Anatolia, and the region of the Istranca Mountains, with their rich oak forests. The beekeeper (Emrah Akol) who lives in this region placed the empty frames into the 8 hives at the beginning and end of the season. He reported that oak honey comes from only oak forests at the end of season between 25th July and 25th August. Each frames of each period in 25th July and 25th August 2016 (Oak Honey First Year Harvested-OHFH)- 25th July and 25th August 2017(Oak Honey Second Year Harvested-OHSH) years were harvested. 8 honey samples were collected from the Kırklareli province with the help of the General Directorate of Forestry and brought to the laboratory for analysis of antimicrobial properties. The same honey samples were analysed for chemical constituents and bioactive molecules by Özkök and Sorkun in the same project as an other researcher group. They reported that only 3 of 8 honey samples were identified as pure oak honey based on melissopalynologic and chemical analysis (Özkök and Sorkun, 2018). By using of this study as a reference, 3 honey samples were used for antimicrobial analysis. The chemical constituents and melissopalynologic properties of the all 8 honey samples are reported in this study (Özkök and Sorkun, 2018).

Bacterial strains

Susceptibility patterns of clinical strains of three bacteria (*Escherichia coli* -ATCC 35218), (*Staphylococcus aureus* -ATCC 29213) , (*Pseudomonas aeruginosa* -ATCC 27853) and one yeast (*Candida albicans* -ATCC 10231) strain to oak honey were assessed by the disc diffusion method following the general guidelines of National Committee for Clinical Laboratory Standards (CLSI, 2013).

Method

Antimicrobial susceptibility tests

All strains of bacteria were cultured in Nutrient Broth Medium (Sigma; 42g/l) and overnight bacterial cultures (24 hours) (1×10^8 CFU/ml) were transferred to Nutrient Agar Medium (NA) (Sigma; 42g/l). Sabroud Dextrose Agar (SDA) was used for the yeast and followed the same methodology. After inoculation of 0.1 ml bacterial solution, the paper discs were placed the middle of the plates and 10 μ l in 1:1 v/v concentration oak honey samples were inoculated to absorber paper discs in 5 mm diameter. All plates were incubated at 37°C for 24 hours. The discs containing only sterilized distilled water (SDS) were used as negative controls. The antibiotic oxytetracycline and nystatin (antifungal) known to be effective against Gram positive and negative bacteria (wide-spectrum antibiotic) and fungi, was used as positive control. All assays were carried out in triplicate.

Statistical analysis

One way ANOVA and Duncan tests (SPSS 22.0 version Software programme) were performed in order to determine significant differences in the efficacy of oak honey harvested from different periods of season against clinical strains of some pathogen microorganisms.

RESULTS

The antimicrobial susceptibility tests revealed that oak honey has significant antimicrobial activity on pathogen microorganisms. There were two measured nested zones: the first circle was transparent and clear, the second was blurred which shows bacterial growth, gradually less than optimum level (Figure 1.).

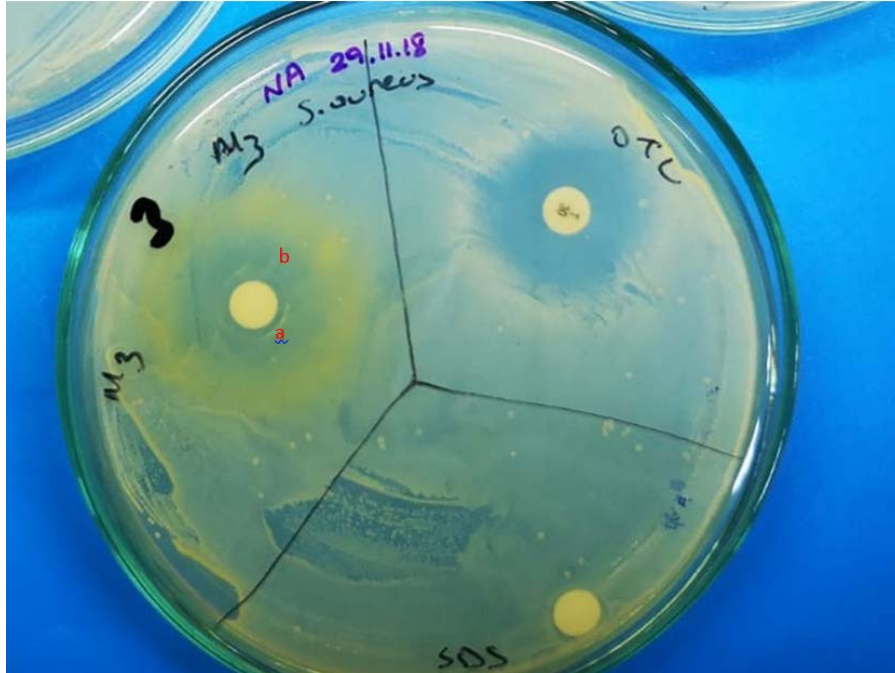


Figure 1. The bactericidal(a) and bacteriostatic(b) inhibition zones of oak honey (M3) against *S. aureus*.

Şekil 1. Meşe Balının (M3) *S. aureus*'a karşı oluşturduğu bakterisidal (a) ve bakterisitatik (b) inhibisyon zonları.

The mechanisms of these kinds of antibacterial activities were reported as bactericidal (clear zone) and bacteriostatic (blurred zone) effects in the previous studies (Osés et al., 2015; Basualdo et al., 2007; Fidaleo et al., 2011). So, both the two kinds of zones were occurred in the plates and the level of antibacterial activity of oak honey was evaluated according to inhibition zone diameters.

All results were summarized in Table 1. With regard to susceptibility of bacteria to oak honey, *S. aureus* strain was the most susceptible, then *P. aeruginosa* and *E. coli* strains have followed it respectively (ANOVA $F=44.956$ $df=11$ $Sig=.000$ $P\leq 0.001$).

Table 1. The diameter of inhibition zones (mm)± standard deviation of oak honey samples with negative and positive controls

Çizelge 1. Negatif ve pozitif kontrol deney gruplarında meşe balı örneklerinin inhibisyon zon çaplarının (mm)± standart sapması

Test Discs / Microorganisms	OHFH/H1	OHFH/H2	OHFH/H3	OHSH/H1	OHSH/H2	OHSH/H3	OTC/ Nystatin (Positive control)	SDS (Negative control)
<i>Escherichia coli</i> ATCC 35218	nz	6±0.16 9**	5.5±0.1	6±0.26	6±0.17	6±0.19	16	nz
	nz	5.5±0.1 11**	6±0.19	6±0.17	6±0.19	7±0.16	15	nz
	nz	6±0.13 14**	5.5±0.1	6±0.19	6±0.21	6±0.15	17	nz
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 29213	nz	nz	nz	9±0.21	10±0.26	9±0.11	20	nz
	10**	9**	11**	19**	19**	20**		
	nz	nz	nz	10±0.15	7.5±0.16	9±0.14	18	nz
	13**	11**	9**	18**	14**	20**		
	nz	nz	nz	10±0.19	5.5±0.09	8±0.12	19	nz
	11**	11**	15**	20**	10**	20**		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	7±0.19	3±0.07	3±0.06	8±0.24	6±0.16	10±0.17	8	nz
	15**	17**	15**		16**	17**		
	8±0.13	3±0.04	nz	12±0.22	7±0.14	7±0.12	11	nz
	13**	13**	16**					
	7±0.15	5.5±0.1	nz	9±0.19	7±0.22	7±0.16	10	nz
	10**	16**	16**		19**	15**		
<i>Candida albicans</i> ATCC 10231	nz	nz	nz	nz	nz	Nz	Nz	nz
	7**	9**		7**	6**	10**		
	nz	nz	nz	nz	nz	Nz	Nz	nz
	5**			8**	7**	8**		
	nz	nz	nz	nz	nz	Nz	Nz	nz
		7**	5**	10**	9**	9**		

*The measurements includes the disc diameter (5 mm). All assays were carried out in triplicate)

bz: Bacteriostatic zone diameter, *nz: no zone,

****OHFH/H1-2-3: Oak Honey First Year Harvested /Hive 1-2-3,

*****OHSH/H1-2-3: Oak Honey Second Year Harvested/ Hive 1-2-3

All strains were classified according to their susceptibilities and the groups which have different inhibition zone values (mm) were created by means of Duncan test (Table 2.).

Table 2. The comparative data of the antimicrobial activities of OHFH and OHS samples by Duncan test. Microorganisms are listed from the highest to the lowest antimicrobial activities of oak honey samples

Çizelge 2. OHFH ve OHS örneklerinin antimikrobiyal aktivitelerinin Duncan testi ile karşılaştırmalı verileri. Mikroorganizmalar meşe balının gösterdiği en yüksek aktiviteden en düşük aktiviteye göre sıralanmıştır

Subgroups	OHFH/OHS	Subset for alpha= .05	Inhibition zone diameters (mm) of OHFH and OHS samples				
			a*	b*	c*	d*	e*
Microorganisms		N					
<i>Staphylococcus aureus</i> -ATCC 29213	OHS	9	10.001				
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> -ATCC 27853	OHS	9		7.783			
<i>Escherichia coli</i> -ATCC 35218	OHS	9			6.003		
<i>Escherichia coli</i> -ATCC 35218	OHFH	9			5.500		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> -ATCC 27853	OHFH	9				4.969	
<i>Staphylococcus aureus</i> -ATCC 29213	OHFH	9					0.000
<i>Candida albicans</i> -ATCC 10231	OHS	9					0.000
<i>Candida albicans</i> -ATCC 10231	OHS	9					0.000

*The Duncan significance test groups are indicated in parenthesis. Means for groups in homogenous subsets are displayed.

DISCUSSION

The interesting result of classifying according to Duncan test was that while *S. aureus* is the most susceptible group of OHS, it is more resistant group to OHFH. This result might show the negative effect of mixture of the nectar flow contribution to oak honey.

In general, the antibacterial effects of different honey varieties on *S. aureus* have been previously demonstrated by several studies (Oses et al., 2015; Voidarou et al., 2011; Perez-Martin et al., 2008; Sherlock et al., 2010). In other words, *S. aureus* is susceptible to honey's antibacterial effect, and the result obtained in this study coincides with other studies conducted so far. *E. coli* and *P. aeruginosa* are relatively more resistant to oak honey and can be interpreted as the clinical strains isolated from patients. Even though these strains isolated from patients are defined as either resistant pathogens due to the antibiotics used before or resistance to the immune system, the antibacterial effect of oak honey on these strains was found to be statistically significant.

The anti-fungal effect on *C. albicans* was found to be negligible. Therefore, it would be true to say that oak honey has an intense antifungal effect. On the other hand, the bacteriostatic activity on *C. albicans* was measured in all assays. So, oak honey might be suitable for the long-term used against *Candida* infections in order to observe anti-fungal effect.

Similar significant results have been obtained from the ANOVA ($F=53712$ $df=14$ $Sig=.000$ $P\leq 0.001$) analysis between OHFH samples and OHS samples. The OHS has higher antimicrobial activity than OHFH significantly according to inhibition zones of each honey sample. This result confirmed the beekeepers observation about the source of oak honey (mixed with nectar of other flowers) at the beginning of season. So, it means that the pure oak honey comes from only oak forests at the end of season (25th July and 25th August) has the higher antimicrobial activity statistically. By this study it could be suggested to produce pure oak honey between the dates mentioned above to get more benefits from antimicrobial properties.

The antibacterial nature of honey is dependent on various factors. These factors working either singularly or synergistically. The most prominent are; hydrogen peroxide (produced by the glucose oxidase added to honey by bees), phenolic compounds, pH of honey; osmotic pressure exerted by the honey etc. (Sherlock et al., 2010). Compared with pine and some of blossom honeys, oak honey contains higher flavonoid content (Fidaleo et al., 2011; Can et al., 2015; Kolaylı et al., 2018). And its antioxidant activity and phenolic compounds has higher similarity (Özkök and Sorkun, 2018). The results of this study revealed the “antimicrobial capacity of oak honey” as a parallel with its physicochemical and antioxidant properties reported in the studies listed above.

Low moisture content of oak honey may also be a cause of high antibacterial effect (Simova et al., 2012; Mavric et al., 2008; Sherlock et al., 2010). In fact, studies conducted to date have shown that honeydew honeys are compared with multifloral blossom honeys have more antibacterial effects and are directly proportional to their moisture content (Özkök and Sorkun, 2018; Simova et al., 2012). Since microorganisms need water to be alive and also growth, moisture level of honey is critical parameter to inhibit microorganism growth. The moisture content of oak honey was measured as 15% which is enough not to allow bacterial growth in honey (Molan, 1999).

Besides the physicochemical and antioxidant properties of oak honey which have been studied so far, this study would be complementary literature by also determining the antimicrobial properties of oak honey. Accordingly, oak honey has a high antimicrobial activity, with mostly bacteriostatic mechanisms so it may be suitable for long-term use in daily human diet. In addition, the antimicrobial effect of oak honey on clinical strains of human-pathogens showed that oak honey can also be used in apitherapy.

CONCLUSION

In this study, the antimicrobial properties, as well as the physicochemical and antioxidant properties of oak honey has been studied so far, have also been contributed to the literature. The identification of antimicrobial activity, mechanism (bactericidal / bacteriostatic) and duration of activity will be the reference source for the determination of the usage areas of oak honey. Accordingly, oak honey has a high antimicrobial activity, with mostly bacteriostatic mechanisms so it may be suitable for long-term use in daily human diet. In addition, the antimicrobial effect of oak honey on clinical strains of human-pathogens showed that oak honey can also be used in apitherapy.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by Turkish Ministry of Agriculture and Forestry. The authors acknowledge with thanks all specialists and technicians of Forestry General Management and İstanbul/Kırklareli. And also acknowledge with thanks to the beekeepers Ceylin and Emrah Akol, who helped to produce oak honey.


REFERENCES

- Allen, K.L., P.C. Molan, G.M. Reid, 1991. A survey of the antibacterial activity of some New Zealand Honeys. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 43(12): 817–822.
- Basualdo, C., V. Sgroj, M.S. Finola, J.M. Marioli, 2007a. Comparison of the antibacterial activity of honey from different provenance against bacteria usually isolated from skin wounds. *Veterinary Microbiology*, 124 (3–4): 375–381.
- Brudzynski, K. & C. Sjaarda, 2015. Antimicrobial peptides, jelleins of the major royal jelly protein 1, are responsible for the cell wall lytic and bactericidal activities of honey. *PLoS ONE*, 10(4): e0120238.
- Can, Z., O. Yildiz, H. Sahin, E.A. Turumtay, S. Silici, S. Kolaylı, 2015. An investigation of Turkish honeys: their physico-chemical properties, antioxidant capacities and phenolic profiles. *Food Chemistry*, 180: 41–133.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI), 2013. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing (23rd Ed.) , CLSI document M100-S23. CLSI document M100-S23, Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087, USA.

- Fidaleo, M., A. Zuurro, R. Lavecchia, 2011. Antimicrobial activity of some Italian honeys against pathogenic bacteria. *Chemical Engineering Transactions*, 24: 1015–1020.
- Hall-Stoodley, L., J.W. Costerton, P. Stoodley, 2004. Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. *Nature Reviews Microbiology*, 2(2):95-108.
- Irish, J., S. Blair, D.A. Carter, 2011. The antibacterial activity of honey derived from Australian flora. *Plos One*, 6 (3): e18229.
- Kato, Y., N. Umeda, A. Maeda, D. Matsumoto, N. Kitamoto, H. Kikuzaki, 2012. Identification of a novel glycoside, leptosin, as a chemical marker of manuka honey. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60 (13): 3418–3423.
- Kolaylı, S., Z. Can, H. Çakır, E. Okan, O. Yıldız, 2018a. An investigation on Trakya region Oak (*Quercus* spp.) honeys of Turkey: their physico-chemical, antioxidant and phenolic compounds properties. *Turkish Journal of Biochemistry*, 43(4): 362–374.
- Krushna, N.S.A., A. Kowsalya, S. Radha, R.B. Narayanan, 2007b. Honey as a natural preservative of milk. *Indian Journal of Experimental Biology*, 45(5): 459–464.
- Lee, H., J.J. Churey, R.W. Worobo, 2008. Antimicrobial activity of bacterial isolates from different floral sources of honey. *International Journal of Food Microbiology*, 126(1–2): 240–244.
- Malik, A.H. & B.D. Sharma, 2010. Comparison of hurdle treatments for buffalo meat. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(8): 1552–1563.
- Mavric, E., S. Wittmann, G. Barth, T. Henle, 2008. Identification and quantification of methylglyoxal as the dominant antibacterial constituent of Manuka (*Leptospermum scoparium*) honeys from New Zealand. *Molecular Nutrition & Food Research*, 52(4): 483–489.
- Molan, P.C. 1999. The role of honey in the management of wounds. *Journal of Wound Care*, 8(8): 415–418.
- Onuç, Z., A. Yanar, G. Saner, D. Güler, 2019. An Analysis on Economical Aspect of the Beekeeping Enterprise: A Case of Kemalpaşa District-Izmir/Turkey. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56 (1):7-14.
- Oses, S. M., A. Pascual-Mate, D. de la Fuente, A. de Pablo, M. A. Fernandez-Muino, M. T. Sancho, 2016. Comparison of methods to determine antibacterial activity of honeys against *Staphylococcus aureus*. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 78: 29-33.
- Özkök, A. & K. Sorkun, 2018. Some Characteristic Features of Oak (*Quercus Frainetto* Ten.) Honey From Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(12): 8359-8366.
- Pérez-Martín, R.A., L. Vela-Hortigüela, P. Lorenzo-Lozano, M.D. Rojo-Cortina, C. De Lorenzo-Carretero, 2008. In vitro antioxidant and antimicrobial activities of Spanish honeys. *International Journal of Food Properties*, 11(4):727–737.
- Rodríguez-Flores, M.S., O. Escuredo, M.C. Seijo, 2015. Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quercus pyrenaica* honeydew honeys. *Food Chemistry*, 166: 6–101.
- Sherlock, O., A. Dolan, R. Athman, A. Power, G. Gethin, S. Cowman, H. Humphreys, 2010. Comparison of the antimicrobial activity of Ulmo honey from Chile and Manuka honey against methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 10(1): 1-5.
- Simova, S., A. Atanassov, M. Shishinova, A. Bankova, 2012. A rapid differentiation between oak honeydew honey and nectar and other honeydew honeys by NMR spectroscopy. *Food Chemistry*, 134: 10–1706.
- Sorkun, K. 2008. "Balın Tanımı, 6". In: Turkey's nectarine plants, pollen and honeys. 1st ed. Ankara, Türkiye Palm Publication.
- Tenover, F.C. 1986. Studies of antimicrobial resistance genes using DNA probes. *Antimicrobial Agents Chemotherapy*, 29(5): 721–725.
- The National Honey Board, Honey-Health and Therapeutic Qualities, 2002. 390 Lashley Street Longmont, CO 80501-6045, USA.
- Voidarou, C., A. Alexopoulos, S. Plessas, A. Karapanou, I. Mantzourani, E. Stavropoulou, K. Fotou, A. Tzora, I. Skoufos, E. Bezirtzoglou, 2011. Antibacterial activity of different honeys against pathogenic bacteria. *Anaerobe*, 17(6): 375–379.

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2): 211-216
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.699904>

Melekşen AKIN¹ 

Ahmet AYGÜN^{2*} 

¹ Iğdır University, Faculty of Agricultural,
Department of Horticulture, Iğdır/Turkey

² Kocaeli University, Faculty of Arts and
Science, Department of Biology, 41380,
Kocaeli, Turkey. *Current address:* Kyrgyz
Turkish Manas University, Faculty of
Agriculture, Department of Horticulture and
Field Crops 720044, Bishkek, Kyrgyzstan

* Corresponding author:
ahmet.aygun@kocaeli.edu.tr

Keywords: Bacterial blight, *Corylus avellane*, hazelnut, *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*

Anahtar kelimeler: Bakteriyeel yanıklık *Corylus avellana*, fındık, , *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*,

Determining the tolerance of various Turkish hazelnut cultivars (*Coryllus avellane* L.) against *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*

Türk fındık çeşitlerinin (*Corylus avellana* L.) bakteriyeel yanıklık hastalığına (*Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*) karşı toleranslarının belirlenmesi

Received (Alınış): 06.03.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 21.07.2020

ABSTRACT

Objective: This study was conducted to define the tolerance of various hazelnut cultivars against *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* causing agent of bacterial blight.

Material and Methods: The Turkish hazelnut cultivars (Acı, Çakıldak, Foşa, İncekara, Kalinkara, Kan, Kargalak, Kuş, Mincane, Palaz, Sivri, Tombul, Uzunmusa, Yassı Badem and Yuvarlak Badem) were used as plant material. AT8/Z strain of *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* isolated from the field was tested. Parameters measured to detect bacterial blight tolerance were infected leaf percentage and leaf lesion rate.

Results: İncekara showed the minimum percentage of infected leaves (%17.57) and Yassı Badem reflected the highest (%77.51). Yassı Badem had the highest leaf lesion degree (3.00) and İncekara the lowest (1.34). The results suggested that Yassı Badem cultivar was the most susceptible and İncekara the most resistant to the pathogen. The highest antimicrobial activity was represented by Mincane with leaf diameter of 20 mm.

Conclusion: In this study, resistance to *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* pathogen tolerance of Turkish hazelnut cultivars grown in our country was determined. It is thought that the results obtained from the study will shed light on the breeding studies of resistant varieties against this pathogen in the future.

ÖZ

Amaç: Türk fındık çeşitlerinin bakteriyeel yanıklığa sebep olan *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* patojenine karşı toleranslarının saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod: Materyal olarak Acı, Çakıldak, Foşa, İncekara, Kalinkara, Kan, Kargalak, Kuş, Mincane, Palaz, Sivri, Tombul, Uzunmusa, Yassı Badem ve Yuvarlak Badem Türk fındık çeşitleri kullanılmıştır. *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* bakterisinin araziden izole edilen AT8/Z ırkı test edilmiştir. Bakteriyeel yanıklık toleransını tespit etmek için enefekte olmuş yaprak yüzdesi ve yaprak lezyon derecesi parametreleri ölçülmüştür.

Araştırma Bulguları: Bu doğrultuda toplam lezyonlu yaprak oranı esas alındığında %17.57 ile İncekara çeşidi en az lezyonlu yaprak oranına, %77.51 ile Yassı Badem çeşidi ise en fazla lezyonlu yaprak oranına sahip olmuştur. Yaprak lezyon derecesi incelendiğinde Yassı Badem en yüksek (3.00), İncekara ise en düşük (1.34) puanı almıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda, Yassı Badem bakteriyeel yanıklığa en duyarlı, İncekara ise en toleranslı fındık çeşidi olarak tespit edilmiştir. Fındık yaprak ekstraktlarının patojene karşı göstermiş olduğu antimikrobiyal etki bakımından 20 mm çap ile en yüksek Mincane çeşidinde belirlenmiştir.

Sonuç: Bu çalışma ile ülkemizde yetiştiriciliği yapılan Türk fındık çeşitlerinin *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* patojenine karşı toleransları saptanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, bu patojen karşı dayanıklı çeşit ıslahı çalışmalarına ışık tutacağı düşünülmektedir.

INTRODUCTION

Turkey, together with many other fruit species, is also homeland of hazelnut (*Corylus avellana* L.). Hazelnut belongs to genus *Corylus*, sub-family *Coryleae*, family *Betulacea*, order *Fagales*. Especially *C. avellana* specie, including domesticated hazelnut, is native to the Black Sea Region of Turkey and is known to be cultivated in this area for 2500 years (Ayfer et al., 1986; Köksal, 2002). Turkey is World leader in hazelnut production and cultivation with 500.000-700.000 tons production per year (Anonymous, 2019a). Thus, hazelnut is of great economic importance to Turkey. Together with high production amounts, there are some problems regarding hazelnut cultivation, viz: many hazelnut orchards especially in the Black Sea Region are very old and spring frost damages are seen, along with rainfalls in the harvest period causing aflatoxin formation in the nuts. Nut weevil, gall mite, green shield bug, European shot hole borer and hazel aphid, as well as European canker and armillaria are among the most important pests and diseases of hazelnut (Köksal, 2002; Anonymous, 2019b). *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*, agent of bacterial blight, causes severe yield losses in hazelnut. *X. arboricola* pv. *corylina*, which is a gram-negative aerobic bacterium with a single polar flagellum, mainly attacks *C. avellana* (Anonymous, 2019c). The pathogen was reported in the USA, Italy, France, Spain, Turkey, Serbia, United Kingdom, Southern Russia, Switzerland, Chile, Canada, Australia, New Zealand, Iran, and Poland (Anonymous, 2019d; Pisetta et al., 2016). *X. arboricola* pv. *corylina* was found to prevail in hazelnut orchards of Samsun, Ordu, Giresun, Trabzon, Rize and Artvin provinces of Turkey, and all of the investigated hazelnut cultivars in these regions were susceptible to the disease (Alay et al., 1973). However, the distribution rate of the pathogen in Düzce, Sakarya and Zonguldak provinces of Turkey was %7.3, %10.4 and %10, respectively (Karahana et al., 2011). Bacterial blight tolerance of Allahverdi, Çakıldak, Foşa, Mincane, Palaz, Sivri and Tombul, important hazelnut cultivars grown in Black Sea Region, was investigated during 1994-1995 years. Allahverdi was found to be the most susceptible cultivar with regard to leaf lesions occurring after infection with *X. arboricola* pv. *corylina*. The infection rate in this cultivar was %37.57 and %21.43 in 1994 and 1995 years, respectively. The highest tolerance level was shown by Mincane cultivar (Ecevit et al., 1996).

Ecological conditions, applied cultural methods, plant age and plant variety are among the factors affecting the spread of *X. arboricola* pv. *corylina*. The pathogen mainly enter to the plant through stomata and 1-4 year old orchards are most susceptible (Anonymous, 2019e). When the mother plant is infected the vegetatively propagated plants from the suckers are also contaminated. Due to the lack of certified hazelnut saplings in Turkey, suckers taken from the existing orchards are used in creation and regeneration of orchards. For this reason, the spreading level of *X. arboricola* pv. *corylina* is relatively high. The susceptibility of hazelnut cultivars to bacterial blight differs and the tolerance level of the cultivars grown in Turkey is unknown. Therefore, the current study was conducted to determine the tolerance level of various cultivated Turkish hazelnut cultivars to *X. arboricola* pv. *corylina*, causal agent of bacterial blight.

MATERIAL and METHODS

Materials

Rooted hazelnut suckers of Acı, Çakıldak, Foşa, İncekara, Kalinkara, Kan, Kargalak, Kuş, Mincane, Palaz, Sivri, Tombul, Uzunmusa, Yassı Badem and Yuvarlak Badem hazelnut cultivars were provided from the 'Hazelnut Research Center' in Giresun, Turkey during October, 2011. The suckers were placed in plastic tubes (25x30 cm) containing 3:1:1 proportion of forest soil, peat and manure, respectively. Cultural practices were applied until inoculation with the bacteria. The condition of saplings before infection is presented in Figure 1. AT8/Z strain of *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* isolated from the field was tested on the hazelnut cultivars.



Figure 1. Appearance of hazelnut saplings before bacterial infection.

Şekil 1. Bakteriyel enfeksiyondan önce fındık fidanlarının görünümü.

Methods

Inoculum production

The bacteria were inoculated on 21 g/l Mueller-Hinton Broth (Oxoid CMO405) medium using cotton swabs, followed by incubation for 24 hours at 25 °C under dark conditions. 1 ml of these bacterial culture medium was added to each falcon tube containing 35 ml of 21 g/l Mueller-Hinton Broth medium, after which left to incubate at 30 °C, 30 rpm water bath for 24 hours. Following this, the falcon tubes were centrifuged at 4000 rpm for 10 minutes. After discarding the supernatant from the falcon tubes, 25 ml sterile distilled water was added over the bacteria within the falcons and vortexed to homogeneity. The cultures were diluted with sterile distilled water to an optical density of 10^6 bacteria/ml, and the dilutions were used to inoculate the hazelnut saplings.

Disease reaction tests

Pressure sprayer (Gardener) filled with 10^6 bacteria/ml optical density solution of *X. arboricola* pv. *corylina* was used to completely spray the hazelnut sapling leaves in the morning, when stomatal opening was maximum (26 May 2012). Bacterial blight symptom observations were recorded after 20 days following inoculation. Total number of leaves per sapling were counted including recording of unaffected and lesion formed leaves. Thus, the percent (%) of affected leaves per plant was determined. The degree of lesion formation per leaf was also measured. Leaf lesion degree was measured using 1-4 scale (with 1 least affected leaf area, 2 half of the leaf area was affected, 3 about 0.75 of the leaf area was affected, and 4 completely affected leaf area).

Antimicrobial activity assay

Antimicrobial activity was assessed through disc diffusion and agar dilution methods using Muller Hinton Agar (Oxoid) medium. Bacteria were propagated on Muller Hinton Broth (Oxoid) medium, and ¼ Tris Buffer (Amresco) was used as minimum inhibition concentration. The leaf extracts were prepared

according to the method of Holopainen et al. (1988). The collected leaves were dried and smashed. 10 gr leaf samples of each hazelnut cultivar were blended with 50 ml ethanol in a separate sterile tube and kept for two days at 4 °C, following extraction with membrane filter and vacuumed. The leaf solutions were kept at -20 °C until used. The antimicrobial activity was detected according to the method of Ronald (1990). The agar medium was autoclaved prior to use and 20 ml medium was poured homogenously into each sterile petri dish (10 cm in diameter) and left to cool, following inoculation with bacteria through streaking with sterile cotton swaps onto the solidified agar surface. After this, discs were placed on each petri dish and 15 µl of the aforementioned leaf solution was dripped on each disc surface, following keeping at 37 °C overnight. Measurements were recorded as mm on the formed inhibition zones.

Statistical analysis

The data were subjected to Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan test using significance level at $P \leq 0.05$. Significant differences were denoted with different letters (Table 1). The analyses were performed with Minitab statistical Software (MINITAB Inc.814-238-3280 WS 112102553).

Table 1. Infected leaves percentage and leaf infection degree of various hazelnut cultivars inoculated with *X. arboricola* pv. *corylina*
Çizelge 1. *Xanthomonas arboricola* pv *corylina* ile enfekte edilmiş çeşitli fındık bitkilerinin enfeksiyona uğramış yaprak yüzdesi ve yaprak lezyon oranı

Cultivar	Infected leaves percentage (%)	Leaf infection degree
Acı	35.40 bc*	1.75 bcde*
Çakıldak	42.24 bc	1.80 bcde
Foşa	46.87 b	2.64 ab
İncekara	17.57 c	1.47 de
Kalınkara	50.55 b	2.33 abcd
Kan	51.28 b	2.40 abc
Kargalak	32.77 bc	1.66 cde
Kuş	36.49 bc	1.92 bcde
Mincane	29.95 bc	1.97 bcde
Palaz	33.08 bc	1.77 bcde
Sivri	40.35 b	1.85 bcde
Tombul	36.43 bc	1.68 cde
Uzunmusa	31.70 bc	1.34 e
Yassı Badem	77.51 a	3.00 a
Yuvarlak Badem	48.83 b	2.21 abcde
LSD	23.44	0.7512

* Different letters indicate significant plant response differences between the cultivars (Duncan %5).

RESULTS and DISCUSSION

Yassı Badem showed the highest percentage of infected leaves (%77.51) followed by Kan (%51.28), Kalınkara (%50.55), Yuvarlak Badem (%48.83) and Foşa (%46.87) cultivars (Table 1). The remaining hazelnuts infected leaves range was between % 17.57-42.24 with İncekara being the most tolerant to *X. arboricola* pv. *corylina* (Table 1).

Allahverdi, Çakıldak, Foşa, Mincane, Palaz, Sivri and Tombul hazelnut cultivars grown in the Black Sea Region of Turkey were investigated against susceptibility to filbert blight. Allahverdi showed highest leaf lesions after infection with *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*. The infection rate in this cultivar was %37.57 and %21.43 in 1994 and 1995 year, respectively, and Mincane was the most tolerant (Ecevit et al., 1996).

Leaf lesion degree which was scored between 1-4 (1 the least affected leaf area up to 4 completely affected leaf area) was evaluated and Yassı Badem with a score of 3.00 was the most susceptible to the

pathovar, followed by Foşa (2.64), Kan (2.40), Kalinkara (2.33), and Yuvarlak Badem (2.21). Leaf lesion degree for the remaining hazelnut cultivars ranged between 1.34-1.97, with İncekara being the most tolerant to *X. arboricola* pv. *corylina* (Table 1).

The results from both of the evaluations (total infected leaf percentage and infected leaf area) suggested that Yassı Badem cultivar was the most susceptible and İncekara the most resistant to the pathogen. Figure 2 shows Yassı Badem sapling infected with the pathogen.



Figure 2. Appearance of Yassı Badem sapling infected with *X. arboricola* pv. *corylina*.

Şekil 2. *X. arboricola* pv. *corylina* ile enfekte olan Yassı Badem çeşidinin görünümü .

Various hazelnut cultivars from Italy including Tonda Gentile delle Langhe, Tonda Gentile Romana, Tonda di Giffoni, Camponica, Mortarella and San Giovanni were found infected with *X. arboricola* pv. *corylina* and this condition significantly affected overall plant growth (Pisetta et al., 2016).

Antimicrobial efficacy of the tested hazelnut cultivars was evaluated and Mincane with 20 mm diameter showed the highest activity, followed by Kan (17 mm) and Foşa (15 mm). (Table 2). Acı, Kargalak, Sivri and Uzunmusa cultivars didn't show any antimicrobial activity. Antimicrobial efficacy of the remaining hazelnut cultivars ranged between 1.5-14 mm (Table 2). The results suggest no linear relationship between tolerance to the pathogen and antimicrobial activity (Table 1 and 2).

Antimicrobial activity of various walnut cultivars' green husks was evaluated against Gram negative and Gram-positive bacteria. All of the green husks extracts of the corresponding walnut cultivars inhibited the growth of Gram positive bacteria (Oliveira et al., 2008).

Bacterial blight is a major disease of young hazelnut orchards and nurseries causing severe mortality (Pisetta et al., 2016). Therefore, it is crucial to develop hazelnut genotypes with improved tolerance to the pathogen. The current study is intended to be a baseline for the future breeding projects to improving resistance in hazelnuts against the pathovar *X. arboricola* pv. *corylina* causing agent of bacterial blight.

Table 2. Antimicrobial efficacy area of various hazelnut cultivars**Çizelge 2.** Fındık çeşitlerinin antimikrobiyal etkinlik alanı

Cultivar	Area of antimicrobial efficacy (mm)
Acı	0.0
Çakıldak	10.0
Foşa	15.0
İncekara	1.50
Kalınkara	11.0
Kan	17.0
Kargalak	0.0
Kuş	10.0
Mincane	20.0
Palaz	14.0
Sivri	0.0
Tombul	17.0
Uzunmusa	0.0
Yassı Badem	12.0
Yuvarlak Badem	10.0

REFERENCES

- Alay, K. N. Altınyay. Ö. Hancıoğlu. F. Dündar & A. Ünal, 1973. Investigations on dried twigs of fillberts grown in Black Sea Region. Bulletin of Plant Protection, 13 (4): 202-213.
- Anonymous, 2019a. Turkish Statistical Institute, <http://www.tuik.gov.tr> (28.12.2019).
- Anonymous, 2019b. Pacific Northwest Insect Management Handbook, <http://insects.ipcc.orst.edu>.
- Anonymous, 2019c. Data Sheets on Quarantine Pests *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina*. EPPO Bulletin, No:134. <http://www.eppo.org>.
- Anonymous, 2019d. Distribution Maps of Plant Diseases. 1996, Map 699. <http://www.cabi.org>.
- Anonymous, 2019e. Data sheet on quarantine organisms, *Xanthomonas campestris* pv. *corylina*. OEPP/EPPO Bulletin, No:16, 13-16. <http://www.eppo.org>.
- Ayfer, M. A. Uzun & F. Baş, 1986. Turkish hazelnut cultivars, Association of Black Sea Region Exporters, Ankara.
- Ecevit, O., SK. Özman., G. Hatat., AN. Okay. A. Kaya & S. Mennan, 1996. Determining the tolerance of some important hazelnut cultivars grown in Black Sea Region against diseases, Hazelnut and Other Nut Fruits Symposium, OMÜ. Agriculture Fac. 77-93.
- Holopainen, M. L. Jabordar, T. Seppanen-Laukso., I. Laakso & V. Kauppinen, 1988. Antimicrobial Activity of Some Finnish Ericaceous plants, Acta Pharmaceutia Fennica, 97: 197-20.
- Karahan, A. S. Atundağ., A.O. Kılınç & H. Duran, 2011. Investigations on bacterial blight prevalence in West Black Sea Region, IV. Plant Protection Congress Kahramanmaraş, p: 63.
- Köksal, Aİ. 2002. Turkish hazelnut cultivars. Ankara. Hazelnut Instruction Group. Ankara, p:136.
- Oliveira, I., A. Sousa., IC. Ferreira., A. Bento., L. Estevinho & JA. Pereira, 2008. Total phenols, antioxidant potential and antimicrobial activity of walnut (*Juglans regia* L.) green husks. Food Chem Toxicol 46:2326–2331.
- Pisetta, M., I. Albertin., M. Petriccione & M. Scortichini, 2016. Effects of hot water treatment to control *Xanthomonas arboricola* pv. *corylina* on hazelnut (*Corylus avellana* L.) propagative material. Sci Hort 211: 187–193.
- Ronald, MA., 1990. Microbiologia, Compania Editorial Continental S.A. de C.V., Mexico, 1 D. F. P. 505.

Research Article
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2): 217-228
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.694965>

Yiğit AKINCI¹ 

Sibel SOYCAN ÖNENÇ^{1*} 

¹ Namık Kemal University, Faculty of Agricultural, Department of Animal Science, Tekirdağ/Turkey

* Corresponding author:
ssonenc@nku.edu.tr

Keywords: Aerobic stability, cumin volatile oil, vetch-oat silage, silage fermentation

Anahtar sözcükler: Aerobik stabilite, kimyon uçucu yağı, fiğ-yulaf silajı, silaj fermentasyonu,

The effect of cumin essential oil on the fermentation quality, aerobic stability, and *in vitro* digestibility of vetch-oat silages

Kimyon uçucu yağının fiğ-yulaf silajlarının fermentasyon kalitesi, aerobik stabilitesi ve *in vitro* sindirilebilirlik üzerine etkisi

Received (Alınış): 26.02.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 21.07.2020

ABSTRACT

Objective: This study has been conducted in order to determine the effect of cumin essential oil on the fermentation quality, aerobic stability, *in vitro* metabolic energy contents and relative feed value of vetch-oat silages.

Material and Methods: Vetch and oat were harvested in May and were wilted for approximately 3 hours. Cumin essential oil was added to silages at CMN2:200 mg/kg, CMN3:300 mg/kg and CMN5:500 mg/kg levels, while no addition was made to the control (CON) group. Vetch-oat mixture was placed in plastic bags, and these bags were vacuumed and were stored at 8±2 °C, at laboratory conditions. In the following 70 days after the ensilage, three packages from each group were opened, and silages were analysed in terms of physical, chemical and microbiological analysis. Aerobic stability test was conducted for five days to silages, which were opened at the end of the ensilage period. Moreover, enzyme soluble organic matter (ESOM) amount, metabolic energy (ME) contents, and relative feed value (RFV) were determined.

Results: The addition of essential oil prevented crude protein (CP) degradation, and found out to be higher in experimental groups in comparison to the control group (CMN2: %10.04, CMN3: %10.25, CMN5: % 10.25) (P<0.05). The ammonia nitrogen levels (NH₃-N) have also decreased depending upon the increase in the amount of the added essential oil (P<0.05). It was also found out that neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and cellulose contents were low in CMN3 and CMN5 groups (P<0.05). It was also determined that with the addition of essential oil, the amount of lactic acid bacteria (LAB) increased (P<0.05), and the amount of yeast and mould decreased both at anaerobic and aerobic periods.

Conclusion: Cumin essential oil increased the fermentation qualities of vetch-oat silages. Moreover, it affected the relative feed value positively.

ÖZ

Amaç: Bu araştırma kimyon uçucu yağının, fiğ-yulaf silajlarının fermentasyon kalitesi, aerobik stabilitesi, *in vitro* metabolik enerji içerikleri ve nispi yem değeri üzerine etkilerini belirlemek amacı ile düzenlenmiştir.

Materyal ve Yöntem: Fiğ- yulaf, mayıs ayında çiçeklenme başlangıcında hasad edilmiş ve yaklaşık 3 saat süreyle soldurulmuştur. Kimyon uçucu yağı silajlara Km2:200 mg/kg, Km3:300 mg/kg ve Km5:500 mg/kg düzeyinde katılmıştır. Kontrol (Kont) grubuna hiçbir katkı maddesi ilavesi yapılmamıştır. Fiğ-yulaf, plastik torbalarda silolanmıştır. Paketler laboratuvar koşullarında 8±2 °C'de depolanmışlardır. Silolamadan sonraki 70. günde her bir gruptan 3 paket açılarak silajlarda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Silolama döneminin sonunda açılan silajlara 5 gün süre ile aerobik stabilite testi uygulanmıştır. Ayrıca, enzimde çözünen organik madde miktarı, metabolik enerji içerikleri ve nispi yem değeri belirlenmiştir.

Araştırma Bulguları: Uçucu yağ ilavesi ham proteinin (HP) parçalanmasını önlemiş, kontrole göre (Kont:% 9.73) muamele gruplarında (Km2:%10.04, Km3:%10.25, Km5: %10.25) yüksek olduğu bulunmuştur (P<0.05). Amonyak azotu düzeyleri de (NH₃-N) uçucu yağın ilave edilen miktarındaki artışa bağlı olarak düşmüştür (P<0.05). Fiğ-yulaf silajlarının nötr deterjanda çözünmeyen lif (NDF), asit deterjanda çözünmeyen lif (ADF) ve selüloz içeriklerinin, Km3 ve Km5 düzeylerinde düşük olduğu bulunmuştur (P<0.05). Lactic acid bakterileri (LAB) sayıları uçucu yağ ilavesiyle artmış (P<0.05), maya ve küf sayıları ise hem anaerobik hem de aerobik dönemde düşmüştür.

Sonuç: Kimyon uçucu yağı fiğ-yulaf silajlarının fermentasyon özelliklerini artırmıştır. Ayrıca nispi yem değerini olumlu yönde etkilemiştir.

INTRODUCTION

Vetch (*Vicia sp.*), which is an annual plant, is almost everywhere in our country planted both in summer and winter, and is used in animal nutrition as grain, green or hay, and as silage and straw. Especially in recent years, vetch is planted together with crops such as barley and oat, and is used for grazing, as green plant or hay, or as silage (Ergül, 2002). Oat is an annual, cold climate plant, which is used for both human and animal nutrition. More than 75% of the oat planted fields consist of *Avena sativa*. Therefore, oat is usually known as *Avena sativa* (Butt et al., 2008). Oat is therefore known to be quite suitable for intercropping with forage legumes. The widest area of usage of oat is animal nutrition. However, it is also used in human nutrition, pharmaceutical, and cosmetic industries. Oat grains are also known to be a very good source of feed for all farm animals as well as for buffalo, sheep, and horses (Schipper et al. 1991). Recently, research has also been conducted for the use of oat in poultry nutrition (Macleod et al. 2008; Kheravii et al. 2018). Today the use and areas of usage of oat in human nutrition are also increasing. The nutritional value of oat is dependent primarily on its oil content. While the oil content of wheat, barley, and rye, is 1.5-2%, the oil content of oat is 4.58% (Schipper et al., 1991).

Oat straw and oat silage are the most common feeds in ruminant nutrition (Mahouachi et al. 2003). It was reported that the active ingredient called scopoletin, which is found in oat straw has antibacterial, antiseptic, bronchial relieving and cancer preventing effects (Saraçoğlu, 2003). The crude protein content of oat silage is between 8% and 10%. This level is too low to provide optimal microbial growth in the rumen and adequate digestible protein from the small intestine. In a study conducted by Mahouachi et al. (2003), it was revealed that the yield performance usually decreased when oat and other silages were used alone in ruminant nutrition. Therefore, it is preferred to use these through intercropping with legumes such as vetch in animal nutrition.

In a study conducted, it was concluded that in order to have high yield and high quality in grass production, the vetch-wheat intercropping should necessarily be done in autumn, and that the vetch-wheat intercropping would be more appropriate for the leaf / stem ratio, which is the determinant of grass quality, and that for a better grass production, the intercropped crops should be harvested during the milk stage of wheat. In addition, it was also reported in another study that due to its high leaf / stem ratio and crude protein yield, the vetch-wheat intercropping should be done at the rate of 70-30%, whereas it would be more suitable to intercrop vetch-wheat at the rate of 80-20% for high crude cellulose and ash ratio (Taş, 2010). Moreover, high quality silages can also be obtained through additives (Ergül, 2002).

Anatolian people have used plants for the treatment since paleolithic age. Today, it is used for medical purposes at least 500 plants in Turkey (Sancaktaroğlu and Bayram, 2011). *Cuminum cyminum L.* (cumin), the homeland of which is Egypt, is grown in countries having a coast on the Mediterranean Sea, and in the Middle Anatolian region of Turkey. Cumin being one of the most important exportation goods, the production amount of cumin changes by years; while the recent amount of production in recent years has been reported as 19,175 tons (TUIK, 2018). Cumin fruits include 2.5-6% essential oil, 10-23% fixed oil, 15-25% protein, tannin, flavonoid, resin and glue (Ceylan et al. 2003).

In a study conducted by Turan and Soycan-Önenç (2018), the addition of 300 mg/kg of cumin essential oil into alfalfa silage stimulated the enzyme activities which break the cell wall down, thus causing the cell wall to break down. It also promoted LAB growing, and increased the number and enhanced its efficiency. Correspondingly, it was also found out that the transformation of sugar into lactic acid (LA) increased, the high level of LA in the environment inhibited the protein degrading enzymes by decreasing the pH, and also decreased the degradation of proteins into ammonia. Moreover, it was also determined that it increased the enzyme soluble organic matter, and concordantly provided the increase of ME content. Similarly, the relative feed value, as well as the dry matter intake has also increased.

This study has been planned in order to determine the effect of cumin essential oil on the fermentation quality, aerobic stability, *in vitro* metabolic energy contents, and relative feed value of vetch-oat silage.

MATERIAL and METHODS

Material

The study material consisted of vetch-oat, which was sown at 75-25% ratio, and cumin (*Cuminum cyminum L.*) essential oil. The essential oil, which had been obtained through water steam distillation, was provided from an export firm. The chemical analysis results of cumin essential oil (Table1) are given below.

Table 1. The chemical composition of cumin essential oil, %

Çizelge 1. Kimyon uçucu yağının kimyasal bileşimi, %

Compounds	Value
Cuminaldehyde	44.47
Carvacrol	12.12
Para Cymen	8.82
Safranal	6.57
Gamma Terpinen	5.64
Beta-pinen	4.93
(-) Alpha Cedren	4.48
Others	9.86
Unknown	3.11
Total	100

Method

Vetch and oat were cut in May at the beginning of the blooming period for vetch, and at the beginning of milk stage for oat. Cumin essential oil was added after cutting the plants at 1.5-2.0 cm sized-pieces at the silage machine. The study was conducted with 4 groups including one control group (CON) without the addition of cumin essential oil, and with groups of 200 mg/kg (CMN2), 300 mg/kg (CMN3) and 500 mg/kg (CMN5) cumin essential oil addition. Approximately 2 kg of sample was put into plastic bags, and were vacuumed. The plastic bags were then wrapped with stretch film for about 10-12 times, and finally were strapped with packaging tape. For every group, 3 packages were prepared, which were in total 12 packages, and were stored at a closed storage (18 ± 4 °C) for 70 days for fermentation. At the day of opening the packages (70th day), silages were scored by three observers in terms of colour, smell, and structure. Flieg score of the silages were calculated after the determination of their dry matter and pH values (Kılıç, 1986). The pH values of silages were determined via a digital pH meter, and the Buffer capacity (Bc) through the statements of Playne and McDonald (1966), LA was determined through spectrophotometric method according to Barker and Summerson, (1941).

The NH₃-N and water-soluble carbohydrate (WSC) contents were found out according to the methods given by Anonymous (1986), and the aerobic stability test was carried out according to the method developed by Ashbell et al. (1991). Microbiological (LAB, yeast, mould) analysis were carried out according to the methods developed by Seale et al. (1990), whereas total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) count was done according to the method given in Anonymous (2014). The TMAB, LAB, enterobacter, yeast and mould counts were transformed into logarithm coliform unit (cfu/g).

The contents of crude nutrients, some of which are CP, ether extract (EE), crude ash (CA), and crude fiber (CF) were determined through Weende analysis method (Bulgurlu and Ergül, 1978). Nitrogene-free extract (NFE) was determined through differential method. The cell wall components of feeds, NDF, ADF, and acid detergent insoluble lignin (ADL) contents were determined according to the method of Van Soest et al. (1991). In addition, hemicellulose and cellulose were found out through calculating method (Close and Menke 1986).

The solubility levels of organic matters (OM) in silages were determined through cellulose method (De Boever et al. 1986, Naumann and Bassler 1993). The enzyme soluble organic matter (ESOM) amounts were calculated according to the equation given below:

$$\text{ESOM, \%} = \text{DM} - \text{CA} - \text{G}.$$

Chemical components of the essential oils were detected via gas chromatography-mass spectrophotometer (GC / MS, HP 6890 GC / 5973 MSD) at the Ege University Center R&D and Pharmacokinetic Applications-Environmental & Food Analysis Laboratories-Food Control Laboratory (Bornova, Izmir, Turkey) according to the United State Pharmacopeia National Formulary.

Metabolizable energy and relative forage value estimating

The *in vitro* metabolic energies (ME) of silages were calculated according to the below given equations by using the crude nutrients and cell walls, which were obtained through chemical analysis (Anonymous, 1991).

$$\text{ME}_{\text{CNC}} \text{ kcal/kg OM} = 3260 + (0.455 \times \text{CP}^* + 3.517 \times \text{EE}^*) - 4.037 \times \text{CF}^* \text{ (Anonymous, 1991), (*in OM g/kg)}.$$

$$\text{ME}_{\text{NDF}} \text{ kcal/kg DM} = 3381.9 - 19.98 \times \text{NDF}^* \text{ (Kirchgessner et al. 1977)}.$$

$$\text{ME}_{\text{ADF}} \text{ MJ/kg DM} = 14.70 - 0.150 \times \text{ADF}^* \text{ (Kirchgessner and Kellner, 1981)}.$$

$$\text{ME}_{\text{ADL}} \text{ kcal/kg DM} = 2764.4 - 102.73 \times \text{ADL}^* \text{ (Kirchgessner et al. 1977)}.$$

* NDF, ADF and ADL in %, ME contents were translated into kilocalories.

$$\text{ME}_{\text{ESOM}} \text{ MJ/kg DM} = 0.54 + 0.001987 \text{ CP}^* + 0.01537 \text{ ESOM}^* + 0.000706 \text{ EE}^* \times \text{EE}^* - 0.00001262 \text{ ESOM}^* \times \text{CA}^* - 0.00003517 \text{ ESOM}^* \times \text{CP}^* \text{ (Jeroch et al. 1999)}.$$

*(CP, EE, CA g/kg; ESOM in g/kg DM).

The equations developed by Van Dyke and Anderson (2000), which are given below, were used for the determination of relative feed value. In the first phase, digestible dry matter (%DDM) was calculated by the use of ADF content of the feed.

$$\text{DDM, \% of DM} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{ ADF}), \text{ DMI (as a \% body weight)} = 120 / \% \text{ NDF}$$

$$\text{RFV} = \% \text{ DDM} \times \% \text{ DMI} \times 0.775.$$

The data, which were obtained at the end of the research, were evaluated through variance analysis at SPSS v.18 (SPSS, 2009) packaged software. Duncan test was used in the comparison of group average (Efe, 2000).

RESULTS

It was determined that the colour of the vetch-oat silages at the day of unwrapping them was light yellow-green. It was also observed that there was a strong sour smell at the CON group, while the other three groups had a nice and mild acidic smell; and it was also determined that the structure of the stems and leaves were not deteriorated (Table 2), and that the quality category was satisfactory. It was also found out that the best result according to Flieg score evaluations was at CMN3 group (CON: 82.77, CMN2: 84.05, CMN3: 88.48, CMN5: 86.87).

Table 2. The effects of cumin essential oil on silage qualities**Çizelge 2.** Kimyon uçucu yağının silaj kalitesine etkisi

Treatments	Smell	Structure	Colours	DLG point	Quality	Flieg Point	Quality
CON	8.0	4.0	1.0	13	Moderate	82.77	Excellent
CMN2	12.0	4.0	2.0	18	Excellent	84.05	Excellent
CMN3	12.0	4.0	2.0	18	Excellent	88.48	Excellent
CMN5	12.0	4.0	2.0	18	Excellent	86.87	Excellent

The crude nutrient contents of vetch-oat silages are given in Table 3. The OM amount in all groups was found out to be close to the control group. CA amount was determined to be slightly lower in CMN2 and CMN3 than in the CON group. This difference, in terms of OM, results from the ash content being high. When crude protein content was compared to the CON group, it was found out that it increased, and that this increase was statistically significant ($P<0.05$) (CON: % 9.73, CMN 2: % 10.04, CMN 3: % 10.25, CMN: % 10.25).

Ether extract values of vetch-oat silages of CON, CMN2, CMN3 and CMN5 were found out to be 1.94, 2.23, 2.45 ve 2.68 respectively ($P<0.05$). Crude cellulose amount in the CON group, CMN2, CMN3 and CMN5 groups was found out to be 41.51%, 38.93%, 37.65%, and 39.89% respectively, and it was determined that the difference among the groups was significant ($P<0.05$). The NFE contents in CMN3, in comparison to the CON group and the other two experimental groups was found out to increase significantly ($P<0.05$). It was also determined CA content in CON: 13.42, CMN2: 13.20%, CMN3: 13.32%, CMN5: 13.52%. The CA value of CMN5 being high may be caused by the contamination of the sample with stone or soil. The NDF contents of vetch-oat silages were determined to be 64.25%, 64.88%, 63.39 % and 63.72% for the CON group, CMN2, CMN3 and CMN5 respectively. The cumin essential oil decreased the NDF, ADF, and cellulose contents of vetch-oat silage compared to CON at CMN3 and CMN5 levels ($P<0.05$). For the ADL level; however, the level of use of cumin had no effect ($P>0.05$).

The chemical analysis results of vetch-oat silages are given in Table 4. While the DM content of silages was determined as the highest in CMN3 with 30.41%, the lowest was found out to be in CMN2 group ($P<0.05$). The addition of cumin essential oil did not affect pH level ($P>0.05$), yet decreased the WSC level ($P<0.05$). This effect became more evident with the increase of the essential oil (pH: CON: 4.46, CMN2: 4.43, CMN3: 4.43, CMN5: 4.43, WSC: CON: 14.08 g/kg CMN2: 9.09, CMN3: 11.85 g/kg KM, CMN5: 11.20 g/kg KM).

The NH₃-N concentration of silages were affected by the use of cumin essential oil CMN2 (54.24 g/kg TN), CMN3 (48.58 g/kg TN) and CMN5 (48.46 g/kg TN), and decreased significantly ($P<0.05$) in comparison to the CON group (56.54 g/kg TN).

In the study conducted, the WL of CON, CMN2, CMN3 and CMN5 groups were found out to be 1.14%, 1.09%, 0.94% and 1.08% respectively ($P>0.05$).

On the day of opening the silages (Table 5), enterobacteria count was determined as 0.85 log₁₀ cfu/g, while it was found out to be 0.06 log₁₀ cfu/g in CMN2, CMN3 and CMN5 ($P<0.05$). LAB count revealed a significant increase in comparison to the CON group. This increase was determined as the highest in CMN2 group with 6.30 log₁₀ cfu/g ($P<0.05$). When compared to the CON group, yeast and mould counts decreased in CMN2, CMN3 and CMN5 ($P<0.05$). The results of aerobic stability test applied to the silages for 5 days are given in Table 6.

Table 3. Chemical composition of fresh vetch-oat and silages ensiled for 70th days (DM %)**Çizelge 3.** Fiğ-yulaf ve 70. gün silajların kimyasal bileşimi, % KM'de

Treatments	OM	CP	EE	CF	NFE	CA	NDF	ADF	ADL	Hemicellulose	Cellulose
FM	87.97	9.61	2.12	42.21	34.03	12.03	60.76	40.45	6.02	20.31	34.43
CON	86.58±0.09 ^{ab}	9.73±0.01 ^b	1.94±0.06 ^c	41.51±0.06 ^a	33.40±0.10 ^c	13.42±0.09 ^{ab}	64.25±0.09 ^b	43.16±0.18 ^a	6.66±0.20	21.09±0.26 ^c	36.50±0.13 ^a
CMN2	86.80±0.07 ^a	10.04±0.10 ^a	2.23±0.09 ^b	38.93±0.07 ^c	35.59±0.15 ^b	13.20±0.07 ^b	64.88±0.05 ^a	40.73±0.19 ^c	6.69±0.02	24.15±0.21 ^a	34.05±0.20 ^c
CMN3	86.68±0.11 ^{ab}	10.25±0.08 ^a	2.45±0.11 ^{ab}	37,65±0.07 ^d	36.33±0.10 ^a	13.32±0.11 ^{ab}	63.39±0.02 ^d	40.99±0.09 ^c	6.61±0.05	22.40±0.11 ^b	34.39±0.14 ^c
CMN5	86.48±0.02 ^c	10.25±0.11 ^a	2.68±0.03 ^a	39.89±0.20 ^b	33.65±0.19 ^c	13.52±0.02 ^a	63.72±0.03 ^c	41.65±0.19 ^b	6.64±0.17	22.07±0.21 ^b	35.01±0.23 ^b
P	0.088	0.007	0.001	0.001	0.001	0.088	0.001	0.001	0.978	0.001	0.001

FM: Fresh material, CON: Control, CMN2: Cumin essential oil 200 mg/kg, CMN3: Cumin essential oil 300 mg/kg. CMN5: Cumin essential oil 500 mg/kg. OM: Organic matter, CP: Crude protein, EE: Ether extract, CF: Crude fiber, NFE: Nitrogen-free extract, CA: Crude ash, NDF: Neutral detergent fiber, ADF: Acid detergent fiber, ADL: Acid detergent lignin.

^{abc}: Means with different letters in the same column are statistically significant (P<0.05).

Table 4. Fermentation quality of vetch-oat silage ensiled for 70th days**Çizelge 4.** Fiğ-Yulaf ve 70.gün silajlarının fermentasyon kalitesi

Grup	DM (%)	pH	WSC (g/kg DM)	LA (g/kg DM)	NH ₃ -N (g/kg TN)	WL (%)
FM	31.24	6.2	40.73	-	-	-
CON	28.22±0.08 ^c	4.46±0.07	14.08±0.34 ^a	33.58±0.13 ^d	56.54±0.08 ^a	1.14±0.17
CMN2	28.19±0.08 ^c	4.43±0.03	9.09±0.44 ^c	40.39±0.21 ^a	54.24±0.03 ^b	1.09±0.13
CMN3	30.41±0.12 ^a	4.43±0.03	11.85±0.19 ^b	38.75±0.02 ^b	48.58±0.08 ^c	0.94±0.01
CMN5	29.60±0.09 ^b	4.43±0.03	11.20±0.23 ^b	34.43±0.32 ^c	48.46±0.03 ^c	1.08±0.02
P	0.001	0.931	0.001	0.001	0.001	0.624

FM: Fresh material, CON: Control, CMN2: Cumin essential oil 200 mg/kg, CMN3: Cumin essential oil 300 mg/kg. CMN5: Cumin essential oil 500 mg/kg, LA: Lactic acid, NH₃-N: Ammonia nitrogen, WL: Weight loss, DM: Dry matter, WSC: Water-soluble carbohydrates.

^{abc}: Means with different letters in the same column are statistically significant (P<0.05).

Table 5. Effects of cumin essential oil on microbiology of vetch-oat silages, log₁₀ cfu/g**Çizelge 5.** Kimyon uçucu yağının fiğ-yulaf silajlarının mikrobiyolojisine etkisi, log₁₀ cfu/g

Treatments	TMAB	Lactobacilli	Enterobacter	Yeast	Mould
FM	6.35	2.11	0.89	2.26	1.80
CON	5.35±0.01 ^c	3.46±0.03 ^d	0.85±0.05 ^a	1.87±0.05 ^a	1.87±0.05 ^a
CMN2	6.97±0.06 ^a	6.30±0.01 ^a	0.06±0.01 ^b	0.51±0.11 ^b	0.35±0.15 ^b
CMN3	6.14±0.02 ^b	5.30±0.01 ^b	0.06±0.01 ^b	0.30±0.01 ^c	0.1±0.01 ^c
CMN5	6.11±0.01 ^b	5.15±0.03 ^c	0.06±0.01 ^b	0.30±0.01 ^c	0.1±0.01 ^c
P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

FM: Fresh material, CON: Control, CMN2: Cumin essential oil 200 mg/kg, CMN3: Cumin essential oil 300 mg/kg, CMN5: Cumin essential oil 500 mg/kg; TMAB: Total mesophilic aerobic bacteria, LAB: Lactic acid bacteria. ± SEM, standart error of means, ^{abc}: Means with different letters in the same column are statistically significant (P<0.05).

Table 6. Effects of cumin essential oil on aerobic exposure of vetch-oat silages**Çizelge 6.** Kimyon uçucu yağının fiğ-yulaf silajlarının aerobik stabilite test sonuçları

Treatments	DM, %	pH	TMAB log ₁₀ cfu/g	Yeast, log ₁₀ cfu/g	Mould, log ₁₀ cfu/g
CON	27.24±0.09 ^c	8.07±0.07 ^a	7.97±0.06 ^a	4.76±0.02 ^a	4.28±0.02 ^a
CMN2	29.02±0.07 ^a	7.5±0.06 ^c	6.35±0.03 ^d	3.30±0.03 ^d	3.60±0.10 ^b
CMN3	28.49±0.31 ^{ab}	7.5±0.06 ^c	6.81±0.17 ^c	3.94±0.02 ^c	3.24±0.06 ^c
CMN5	28.21±0.27 ^b	7.87±0.03 ^b	7.11±0.01 ^b	4.21±0.2 ^b	3.34±0.05 ^c
P	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001

CON: Control, CMN2: Cumin essential oil 200 mg/kg, CMN3: Cumin essential oil 300 mg/kg, CMN5: Cumin essential oil 500 mg/kg; TMAB: Total mesophilic aerobic bacteria± SEM, standart error of means, ^{abc}: Means with different letters in the same column are statistically significant (P<0.05).

The addition of cumin essential oil to vetch-oat silages decreased the yeast and mould formation significantly on the 5th day in comparison to the CON group (P<0.05). While the lowest yeast count was determined as 3.30 log₁₀ cfu/g in CMN2, the lowest mould count was determined as 3.24 log₁₀ cfu/g in CMN3. In this period, it was found out that there was no change in the dry matter, and that pH values increased between 3.07 and 3.67 in all groups. The yeast and mould counts at the aerobic period were suppressed with the addition of cumin essential oil in comparison to the CON group (P<0.05).

While the addition of cumin essential oil at low levels did not affect ESOM (Table 7), it had a decreasing effect when added at high levels (P<0.05). When ME contents of silages were analysed, it was found out that CMN3 level, which was calculated via different regression equations, revealed an increasing effect on ME contents (P<0.05).

Table 7. ESOM (% DM) and ME contents of vetch-oat silages, kcal/kg DM**Çizelge 7.** Fiğ-yulaf silajlarının EÇOM ve ME içerikleri, kcal/kg KM

Treatments	ESOM	ME _{ESOM}	ME _{CNC}	ME _{NDF}	ME _{ADF}	ME _{ADL}
CONT	37.27±0.43 ^a	1152±8.96 ^b	1259±6.45 ^d	2098±1.70 ^c	1966±6.47 ^c	2080±20.17
CMN2	37.68±0.13 ^a	1177±9.54 ^{ab}	1382±3.83 ^b	2085±1.00 ^b	2053±6.72 ^a	2078±1.64
CMN3	37.88±0.01 ^a	1193±7.76 ^a	1439±8.55 ^a	2115±0.38 ^a	2043±3.30 ^a	2086±5.53
CMN5	36.04±0.10 ^b	1166±3.20 ^b	1350±9.54 ^c	2108±0.66 ^d	2020±6.85 ^b	2082±17.30
P	0.002	0.032	0.001	0.001	0.001	0.978

CON: Control, CMN2: Cumin essential oil 200 mg/kg, CMN3: Cumin essential oil 300 mg/kg, CMN5: Cumin essential oil 500 mg/kg. ESOM: Enzyme soluble organic matter, ± SEM, standart error of means, ^{abc}: Means with different letters in the same column are statistically significant (P<0.05). * ME contents were translated into kilocalories.

The beginning material of vetch-oat and the DDM, DMC and RFV of the vetch-oat silages are given in Table 8. It was found out that the addition of cumin essential oil improved the DDM and RFV of the silages.

Table 8. Dry matter digestibility, dry matter intake and relative feed value of vetch-oat silages.

Çizelge 8. Fiğ-yulaf silajlarının sindirilebilir kuru madde, kuru madde tüketimi ve nispi yem değerleri

Treatments	DDM,%	DMI,%	RFV
FM	57.05	1.97	86.89
CON	55.28±0.14 ^c	1.87±0.002 ^c	80.02±0.12 ^c
CMN2	57.17±0.15 ^a	1.85±0.001 ^d	81.94±0.19 ^b
CMN3	56.97±0.07 ^a	1.89±0.001 ^a	83.58±0.08 ^a
CMN5	56.46±0.15 ^b	1.88±0.001 ^b	82.40±0.20 ^b
P	<0.001	<0.001	<0.001

FM: Fresh material, CON: Control, CMN2: Cumin essential oil 200 mg/kg, CMN3: Cumin essential oil 300 mg/kg, CMN5: Cumin essential oil 500 mg/kg. DDM: Digestible dry matter, DMI: Dry matter intake, RFV: Relative feed value, ± SEM, standart error of means, ^{abc}: Means with different letters in the same column are statistically significant (P<0.05).

DISCUSSION

The cumin essential oil addition into vetch-oat silages enabled the quality to be at very high level. Konca et al. (2005) stated in their study that the flieg score of corn silages varied between 29 and 97; whereas it was 57 in vetch-oat silages. In the study conducted by Turan and Soycan-Önenç (2018), it was revealed that the addition of cumin essential oil at 300 mg/kg and 500 mg/kg levels to alfalfa increased the flieg score. In this study it was found out that the flieg score was higher than the ones in the results of Konca et al. (2005), and similar to the results of the study of Turan and Soycan-Önenç (2018) on alfalfa silages. The addition of cumin essential oil to the vetch-oat silages affected positively the flieg score.

In a study, carried out by Chaves et al. (2012), it was stated that the addition of cinnamon leaf extract to barley silage led to an increase in CP amount. In this study, it was found out that the addition of cumin essential oil prevented the degradation of protein, and that CP level was determined to be high similar to the studies conducted by Chaves et al. (2012) and Turan and Soycan-Önenç (2018). The decrease in the ammonia nitrogen level through the addition of cumin essential oil also supports the results of CP.

The ADF and ADL, which are components of the cell walls of the feeds are expected to be as little as possible in the ration due to their digestion level being very slow as well as low (Van Soest 1994). Kung et al. (1991) stated that the antibiotic addition into alfalfa silages led to a slight decrease in the ADF amount. Soycan-Önenç et al. (2015, 2017) stated in their studies that oregano, cinnamon, and oregano+cinnamon essential oil addition to field peas, which were silage for 60 and 120 days, had an increasing effect on NDF and ADF contents. Chaves et al. (2012); however, stated that the use of ethanol extract of cinnamon leaves at low levels decreased the NDF and ADF levels, yet had an increasing effect when used at high levels. It was found out in this study that the addition of cumin essential oil to vetch-oat silages decreased the CF, cellulose and ADF, while it did not affect ADL, and that the increasing effect on hemicellulose at CMN2 level was compatible with the results of Soycan-Önenç et al. (2015, 2017) and Chaves et al. (2012).

The DM amount in CMN3 group was determined to be higher than the amounts in the CON group and the other two experimental groups, this difference was also reflected in the loss of dry matter, and the DM in CMN3 group decreased compared to CON. However, the addition of cumin essential oil was not effective on the decrease in WL (P>0.05). Konca et al. (2005) stated that the DM amount in vetch-oat silages from Bayındır-İzmir region was 23.89%. In this study it was found out that the DM amount of vetch-oat silages was higher than the results found by Konca et al. (2005). Since the silage materials are protected by LA, it is essential that there is sufficient LAB in the silaging environment and also WSC in

order to enable the production of LA to prevent the decay of the silage. If there is sufficient WSC in the LAB environment, the necessary lactic acid for the fermentation can be produced (Filya, 2000).

In this study, it was determined that the LAB counts of vetch-oat silages depending of the addition of cuminal essential oil increased significantly ($P < 0.05$) in comparison to the CON group. Concordantly, there was a decrease in WSC, and an increase in LA amount. The LAB count being low in the control group limited the transformation of WSC into LA. On the other hand, the high level of LAB in CMN2 group increased the transformation of WSC into LA. Therefore, the highest LA was found in CMN2 group. In this research it was concluded that the addition of 200 mg/kg of cuminal essential oil into vetch-oat silage revealed a promoting effect on LAB progress, and that it improved the silage fermentation.

The cuminal essential oil used in this study decreased the $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration of the vetch-oat silages at the end of the ensilaging period similar to the results of the studies conducted by Soyacan-Önenç et al. (2015) and Turan and Soyacan-Önenç (2018). Cuminal essential oil includes 44.47% cinnamaldehyde, and is one of phenylpropanoids, which have an antimicrobial effect. Therefore, cuminal essential oil decreased the $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in silages, and was effective in the prevention of proteolysis.

The progress of *Enterobacteria*, *Clostridia*, *Listeria*, and mould in bunkers, and their metabolic activities create a great danger for the hygienic structure of the silages (Filya, 2000). It was found out that, on the day of the silages being unwrapped, the *Enterobacteria*, yeast, and mould counts in the CON group was close to the counts at the beginning material, whereas with the addition of cuminal essential oil into the experimental groups, there was a decrease in the growing of these microorganisms. When TMAB counts were analysed, it was found out that LAB count was low in the beginning material, and the undesired microorganism count was high, whereas in ensilage the TMAB count was similar, yet in cuminal groups the majority of TMAB consisted of LAB.

In this study, the increase of LAB counts, and the decrease in *Enterobacteria*, yeast, and mould, which are considered to be detrimental for silages, in groups with cuminal essential oil addition, could be explained by the selective antimicrobial activity of essential oils. The addition of cuminal essential oil into vetch-oat silages decreased the yeast counts; however, did not have any preventive effect on their growing. Since it was impossible to have any exposure to air during fermentation, it was believed that the yeast count of the silage may be the ones in the fresh material (FM: $2.26 \log_{10}$ cfu/g). Turan and Soyacan-Önenç (2018) stated that the cuminal essential oil addition led to an increase in the LAB counts, and a decrease in *Enterobacteria*, yeast, and mould counts similarly to the results in this study.

Antibiotic addition into silages is not able to prevent the aerobic degradation completely in silages. It was stated that the most effective antibiotics against silage microorganisms at pH4 and pH5 was primaricin. In the treatment with antibiotics, it was found out that the total microorganism, LAB, and yeast counts were affected significantly, while mould was affected quite slightly (Kurtoğlu 2011). Essential oil treatment, which was shown as an alternative to antibiotics, revealed a similar effect (Soyacan-Önenç et al. 2015, 2017; Turan and Soyacan-Önenç 2018; Soyacan-Önenç and Korkmaz-Turgud 2019). The addition of 200 and 300 mg/kg of cuminal essential oil into vetch-oat silages improved the aerobic stability. However, the WSC in the environment formed a source for the growing of yeast and mould.

Therefore, cuminal essential oil could not suppress the development of yeast and mould sufficiently, yet the yeast counts were found out to be below the hygienic value. The count of yeasts exceeding 5 log cfu / g (naturally) in silage is considered as an indicator that the silage is disrupted (Wilkinson and Davies, 2013). The yeast count in experimental groups being below the critical level (5 log cfu/g) on the 5th day of both the aerobic and anaerobic period can be explained in that cuminal prevents the disrupted of the hygienic structure of the silage; yet is not able to prevent the increase in pH level. Moreover, it was also stated in a study that bacteria such as yeast and mould lead to aerobic degradation, and that the bacteria contribute the aerobic degradation through the use of lactic and acetic acid (Woolford and Cook, 1978). The pH increase and the TMAB count in the anaerobic period being high in the CON group as well as in CMN5; can be explained with the fact that bacteria used the LA to increase the pH level.

In a study carried out by Soycan-Önenç et al. (2015), it was stated that origanum and cinnamon essential oils did not affect ESOM contents of the field peas in a 60-day-storage, yet, increased them numerically in 120 days (Soycan-Önenç et al. 2017). In this study it was determined that cumin essential oil at high level (500 mg/kg) decreased the ESOM amount, and that 300 mg/kg addition of the essential oil affected the energy content (ME_{ESOM}) of the silage positively.

In the study conducted, RFV was found out to be below 100 in all groups, and increased as a little with the use of the additive. This increase resulted from the decrease of cell wall components (NDF and ADF). In studies conducted by Van Soest (1994) and Yavuz (2005), it was stated that the increase in NDF and ADF levels in feeds decelerated digestion, led to the animals feeling full, and that this resulted in the limitation of feed consumption. In this study, the addition of 300 and 500 mg of cumin essential oil into vetch-oat silages decreased NDF and ADF. Therefore, the DMI and RFV in CMN3 and CMN5 groups have improved.

CONCLUSION

In this study, it was concluded that the addition of cumin essential oil had a positive effect on the chemical and microbiological qualities of the vetch-oat silages. Particularly the addition of 200 mg/kg of cumin essential oil provided the cell wall to break down through the stimulation of the enzyme activities. Concordantly, the increase in the water soluble carbohydrate amount and LAB counts inhibited the enzymes, which degrade proteins, by decreasing the pH level, thus decreased the degradation of proteins to ammonia. It also improved the aerobic stability.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was taken form MSc Thesis. We thank Research Assistant Dr. Firdevs Korkmaz Turgud for microbial analysis.

REFERENCES

- Anonymous, 1986. The analysis of agricultural material. Reference book, London, pp. 427-428.
- Anonymous, 1991. Animal feeds-determination of metabolizable energy (chemical method). Turkish Standards Institute (TSE). Publ. No. 9610, pp.1-3.
- Anonymous, 2014. Microbiology-food and animal feeds-horizontal method for the enumeration of microorganisms. Colony count at 30 °C by the spreading plate technique. TS EN ISO 4833.
- Ashbell G, Weinberg ZG, Azrieli A, Henand Y, Horev B. A. 1991. A Simple system study the aerobic deterioration of silages. Canadian Agricultural Engineering 33:391-393.
- Bulgurlu Ş, Ergül M. 1978. Yemlerin fiziksel kimyasal ve biyolojik analiz metotları. E.Ü. basımevi, Yayın No. 127, İzmir.
- Butt MS, Tahir-Nadeem M, Khan MK, Shabir R, Butt MS. 2008. Oat: Unique among the cereals. European Journal of Nutrition 47:68-79
- Barker SB, Summerson WH. 1941.The colorimetric determination of lactic acid in biological material. Journal of Biological Chemistry 138:535-554.
- Ceylan E, Özbek H, Alaoğlu Z. 2003. Cuminum cyminum (Kimyon) meyvesi uçucu yağının median lethal doz düzeyi ve sağlıklı ve diyabetli farelerde hipoglisemik etkisinin araştırılması. Van Tıp Dergisi 10 (2): 29-35.
- Chaves AV, Baah J, Wang Y, McAllister TA, Benchaar C. 2012. Effects of cinnamon leaf, oregano and sweet orange essential oils on fermentation and aerobic stability of barley silage. Journal of Science Food Agriculture 92:906-915.
- Close W, Menke KH.1986. Selected topics in animal nutrition university. p.170+85 Hohenheim.

- De Boever JL, Cottyn BG, Buysse FX, Wainman FV, Vanacker J M.1986. The use of an enzymatic technique to predict digestibility, metabolizable and net energy of compound feedstuffs for ruminants. *Animal Feed Science Technology*14:203-214.
- Efe E, Bek Y, Şahin M. 2000. SPSS'te çözümleri ile istatistik yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yayın No:73, Ders Kitabı Yayın No:9.
- Ergül M. 2002. Yemler bilgisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın no:487.
- Filya I. 2000. New developments in silage quality improvement. International Animal Nutrition Congress, 4-6 September Isparta p.243-250.
- Jeroch H, Drochner W, Simon O. 1999. Nutrition on farm livestock. Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 525 p.
- Kheravii SK, Swick RA, Choct M, Wu S-B.2018. Effect of oat hulls as a free choice feeding on broiler performance, short chain fatty acids and microflora under a mild necrotic enteritis challenge. *Animal nutrition* 4:65-72.
- Kılıç A.1986. Silo Yemi. Bilgehan Basımevi Bornova İzmir. 68-72.
- Kirchgeßner M, Kellner RJ. 1981. Estimation of the energetic feed value of green and forage feed through the cellulas method. *Landwirtschaftliche Forschung* 34:276-281.
- Kirchgeßner M, Kellner RJ, Roth FX, Ranfft K. 1977. For estimating the feed value using crude fiber and the cell wall fractions of the detergent analysis. *Landwirtschaftliche Forschung* 30:245-250.
- Konca Y, Alçiçek A, Yaylak E. 2005. Süt sığırcılığı işletmelerinde yapılan silo yemlerinde silaj kalitesinin saptanması. *Hayvansal Üretim* 46(2): 6-13.
- Kung LJr, Tung RS, Maciorowski K. 1991. Effect of microbial inoculant (Ecosyl-TM) and/ or a glcopeptide antibiotic on fermentation and aerobic stability of wilted alfalfa silage. *Animal Feed Science Technology* 35:37-48.
- Kurtoğlu V. 2011. Silage and silage additives. Aybil Press. Konya-Turkey p.356.
- Macleod MG, Valentine J, Cowan A, Wade YA, Mcneill L, Bernard K. 2008. Naked oats: metabolisable energy yield from a range of varieties in broilers, cockerels and turkeys. *British Poultry Science* 49 (3): 368-377.
- Mahouachi M, Haddad L, Kayouli C, Théwis A, Beckers Y. 2003. Effects of the nature of nitrogen supplementation on voluntary intake, rumen parameters and ruminal degradation of dry matter in sheep fed oat silage-based diets. *Small Ruminant Research* 48:181-187.
- Naumann C, Bassler R. 1993. Method book. B III. The chemical analysis of feeds. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Playne MJ, McDonald P. 1966. The buffering constituent of herbage and silage. *Journal of Science Food Agriculture*17:264-268.
- Sancaktaroğlu S, Bayram E. 2011. Farklı kökenli istanbul kekiği (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum* L.) populasyonlarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 48 (3): 265-276.
- Saraçoğlu İA. 2003. Bitkilerdeki sağlık mucizesi. 2. Baskı, İstanbul.
- Schipper H, Frey KJ, Hammond EG. 1991. Changes in fatty acid composition associated with recurrent selection for groat-oil content in oat. *Euphytica* 56: 81-88.
- Seale DR, Pahlow G, Spoelstra SF, Lindgren S, Dellaglio F, Lowe JF. 1990. Methods for the microbiological analysis of silage. *Proceeding of the Eurobac Conference Uppsala* p.147.
- Soycan-Önenç S, Fisun K, Coşkuntuna L, Özdüven ML, Gümüş T. 2015. The effect of oregano and cinnamon essential oils on fermentation quality and aerobic stability of field pea silages. *Asian-Australas J Animal Science* 28(9):1281-87.
- Soycan-Önenç S, Coşkuntuna L, Koç F, Özdüven ML, Gümüş T. 2017. Effects of essential oils of oregano and cinnamon on fermentation quality and *in vitro* metabolic energy of field pea silages. *Animal Production* 58(2):39-44.
- Soycan-Önenç S, Korkmaz-Turgud F. 2019. Effect of oregano, cumin and cinnamon essential oils on fermentation quality in alfalfa silages. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 56(3):367-373.
- SPSS. 2009. PASW Statistics for Windows, Version 18.0. Chicago, SPSS Inc.

- Taş N. 2010. Sulu şartlarda yazlık ve güzlük ekilen fiğ+buğday karışımlarında en uygun karışım oranı ve biçim zamanının belirlenmesi II. ot kalitesi. *Anadolu J AARI* 20(2):59-69.
- TÜİK 2018. Türkiye istatistik kurumu.<http://www.tuik.gov.tr> (erişim:06-Aralık 2018).
- Turan A, Soycan Öneç S. 2018. Effect of cumin essential oil usage on fermentation quality, aerobic stability and in vitro digestibility of alfalfa silage. *Asian Australas. Asian-Australas J Animal Science* 31(8):1252-1258.
- Van Dyke NJ, Anderson PM. 2000. Interpreting a forage analysis. Alabama Cooperative Extension. Circular ANR-890.
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Method for dietary fiber, neutral detergent fiber and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Scienc* 74:3583-3597.
- Van Soest PJ. 1994. Nutritional ecology of the ruminant (2nd Ed.).p. 528. Cornell University Press. p.528. Ithaca, N. Y.
- Wilkinson J M, Davies D R. 2013. The aerobic stability of silage:Key findings and recent developments. *Grass and Forage Science*.68:1-19.
- Woolford M K, Cook J E. 1978. A note on the effects on the aerobic deterioration of maize silage of the manipulation of the microflora by means of antibiotics. *Animal Feed Science and Technology* 3:89-94.
- Yavuz M. 2005. Bazı ruminant yemlerinin nispi yem değeri ve in vitro sindirim değerlerinin belirlenmesi. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22 (1): 97-101.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):229-238
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.699136>

Sibel MANSUROĞLU^{1*} 

Veysel DAĞ² 

¹ Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi,
Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Antalya/Türkiye

² Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık ve
Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı
Bölümü, Denizli/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

smansur@akdeniz.edu.tr

Anahtar kelimeler: Akdeniz Üniversitesi,
Antalya, çevresel bilinç, çevresel duyarlılık,
çevresel tutum

Keywords: Akdeniz University, Antalya,
environmental awareness, Environmental
sensitivity, environmental attitude

Üniversite öğrenci ve çalışanlarının çevre duyarlılığının saptanması: Akdeniz Üniversitesi (Antalya) örneği

Determination of environmental sensitivity of undergraduate and university personnel's: case study of Akdeniz University (Antalya)

Alınış (Received): 06.03.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 03.06.2020

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, gelecekte sosyal, politik, ekonomik ve akademik sektörlerin dinamiklerini karar verici ya da uygulayıcı pozisyonunda oluşturacak olan Akdeniz Üniversitesi öğrencileri ve onların gelişmesi ve yetişmesinde dolaylı ve/veya doğrudan rol oynayan çalışanların çevre sorunlarına karşı duyarlılığını saptamak ve bu duyarlılığın artırılabilmesi için çeşitli öneriler geliştirmektir.

Materyal ve Yöntem: Araştırma alanı, Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi olarak belirlenmiştir. Bireylerin çevre duyarlılığının saptanmasında kullanılan görüşme kılavuzları çalışmanın ana materyalini oluşturmaktadır. Araştırma alanı içerisinde yüz yüze görüşme yöntemi ile lisans düzeyinde öğrenim gören 400 öğrenci ile 400 çalışan (akademik ve idari) olmak üzere 800 kişi ile anket uygulaması yapılmıştır. Elde edilen veriler SPSS20 programı aracılığıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirmede değişkenlerin karşılaştırılmasını sağlayan ve ikili değişkenin karşılıklı alt seçeneklerini birlikte gösteren çapraz çizelgeler kullanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Akdeniz Üniversitesi çalışanları ve öğrencilerinin ortalama çevresel duyarlılık düzeyleri 66,8 olarak saptanmıştır. Bu puan "orta düzey" in üst kısmında bir çevresel duyarlılığa eşittir. Araştırmaya katılan bireylerin ortalama çevresel bilinç düzeyi 77,9 puan, ortalama çevresel tutum düzeyi ise 55,7 puandır.

Sonuç: Üniversite öğrencileri ve çalışanları ile yapılan bu çalışmada bireylerin çevresel bilinç, tutum ve duyarlılıklarının beklenen düzeyin altında olduğu saptanmıştır. Katılımcıların çevresel tutum düzeyinin düşük olması, çevre konularındaki eğitimin yetersizliğine, çevre sorunlarının doğuracağı sonuçlar konusundaki bilgi ve tecrübe eksikliğine ve toplumsal tepki göstermedeki yetersizliği bağlı olduğu düşünülmektedir.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to determine the awareness level of Akdeniz University students, who will form the dynamics as a decision-maker and/or the practitioner of the social, political, economic and academic sectors, and the staff who play an indirect and/or direct role in their development and develop various suggestions to increase the sensitivity.

Material and Method: The research area has been determined as Akdeniz University Campus. Interview guides used in determining the environmental sensitivity of individuals are the main material of the study. In the research area, a questionnaire was applied to 800 people (half of them academic and administrative staff, half is undergraduate) through face-to-face interview method. The data obtained were evaluated through the SPSS20 program. In the evaluation, cross charts were used to compare the variables and show the mutual sub-options of the binary variable together.

Results: The average environmental sensitivity levels of Akdeniz University personnel and students were determined to be 66,8. This score equals an environmental sensitivity at the top of the "mid level". The average environmental awareness level of the individuals participating in the research is 77,9 points and the average environmental attitude level is 55,7 points.

Conclusion: In this study conducted with university students and staff, environmental awareness, attitude and sensitivity of individuals are below the expected level. It is thought that the low level of environmental attitude of the participants depends on the insufficiency of education on environmental issues, the lack of knowledge and experience on the consequences of environmental problems and the insufficiency in social reaction.

GİRİŞ

20. yüzyılın sonlarında gündeme gelen ve 21. yüzyılın en önemli konularından birini oluşturan çevre sorunlarının, yerel ölçeklerde belirlenmesi, küresel anlamda değerlendirilmesi ve önlemlerin geliştirilmesi yönündeki çalışmalar uluslararası gündemde yerini almıştır. Çevre sorunlarının doğal yaşamı ve insanlığı tehdit edici noktaya gelmesi, sorunun yaşamsal önemini ortaya koymuştur. İnsan yaşamını doğrudan etkileyen çevresel sorunların çözümünde halkın katılımının sağlanması, çevre sorunlarının çözümünde her şey olmamakla birlikte önemli ve ciddi bir başlangıç noktasıdır (Mansuroğlu ve ark., 2006).

Çevre sorunlarının engellenmesi, zaman içinde bireysel ve siyasal boyutlarda çevreye zarar verilmemesi ve onun sürdürülebilir bir düzeyde kullanımının önemini kavrama olarak tanımlayabileceğimiz, çevresel bilincin geliştirilmesine bağlıdır. Bireylerin çevresel bilinci doğrultusunda çevre sorunlarını önleme veya azaltma konusunda gösterdikleri tepkiler yani çevresel tutumlar da sürekli olarak gündemde tutulmalıdır. Oluşan bilinç ve tutumlar zaman içinde çevre ve doğa üzerinde oluşan etkileri kanıtlanmış veya kanıtlanmamış sorunların halk tarafından nasıl algılandığını, halkın duyduğu rahatsızlıkları, gösterdiği tepkileri ise “çevre duyarlılığı” olarak tanımlamak mümkündür (Yücel ve ark., 2006).

Hızlı nüfus artışı ve kentleşme, sanayileşme ve teknolojik değişim, tarım ilaçlarının kullanımı, refah düzeyinin artması ile beklentilerin yükselmesi ve gerçek tüketim modelleri arasındaki boşluklar gibi nedenlerle çevrenin bozulması ve kaynakların hızla tüketilmesi sonucu insan egoizminin baskın hale gelmesi ile yeterli kamu bilincinin eksikliği çevrenin korunmasını güçleştirmektedir (Erdal ve ark. 2013; Keleş, 2012; ECLAC, 2000). Çevre bilincinin eksikliği çevre sorunlarına, kentleşmeye, sanayileşmeye, ormansızlaşmaya, biyoçeşitlilik kaybına ve politika yapımcıların çevresel streslerle karşılaşma çabalarının başarısızlığa uğramasına yol açabilmektedir (Keleş, 2012).

Çevre sorunlarının uluslararası bir nitelik taşımasından dolayı çevre, içinde bulunduğumuz yüzyılda birçok bilim dalı ve politika yapımcıları ile hükümetlerin kaygı duyduğu bir konu haline gelmiştir. Sorunun çözümüne yönelik yapılan girişim ve çabalar ile uluslararası çevre hukukunun oluşturulması hedeflenmiş, 1972’de Stockholm’de ve 1992’de Rio de Janeiro’da düzenlenen çevre konferansları konunun uluslararası boyutlara taşınmasını sağlamıştır. Stockholm’de alınan kararlardan biri de çevre sorunları eğitimi ile ilgili olup, genç kuşakların ve yetişkinlerin çevrenin korunması ve iyileştirilmesine ilişkin sorumluluk bilincinin oluşturulması çevresel eğitimin temel hedefi olarak belirlenmiştir (Yücel ve ark., 2006).

Çevre sorunlarının çözümünde teknoloji ya da kanunlar tek başına yeterli olmayıp, halkın davranış ve tepkileri de önemlidir. Bu durumun pozitif etki yaratması ise çevre konusunda yapılacak eğitim çalışmalarına bağlıdır.

Çevre eğitimi programlarının odak noktası genellikle çevreye ilişkin bilginin, paylaşımların ve etkinliklerin artırılması yoluyla, çevreye karşı tutumların olumlu yönde değiştirilmesine dayanmaktadır (Pooley ve O’connor, 2000; Shobeiri ve ark., 2007; Kalaycı Önaç ve ark., 2018; Farrukh ve Shakoor, 2018). Ancak çevre eğitimi yalnızca bilgiye dayanmamakta, aynı zamanda değerler, tutumlar, etik ve eylemlerle de ilişkilidir (Davis, 1998). Çevrenin korunması ve çevrenin yararına olacak şekilde doğal dengeyi bozan davranışlardan kaçınılması da son derece önemlidir. Bu durum, bireylerin çevre bilincini sağlayan, gelecek nesiller için çevresel sorunların çözümüne yönelik bilgi, beceri, değer ve deneyim kazandıran sürekli öğrenme sürecine sahip çevre eğitimi ile gerçekleşmektedir (Vaughan ve ark., 2003). Çevre eğitimi, insanın, kültürel ve fiziki çevresi arasındaki karşılıklı ilişkiyi anlamak, gerekli beceri ve tutumları geliştirmek amacıyla değerlerin tanınması ve kavramların açıklığa kavuşturulması sürecini içerir (UNEP, 2012). Shobeiri ve ark. (2007), mevcut çevre sorunlarının en aza indirgenmesi ve çözüme kavuşması için, çevre eğitiminin her seviyesinde çevresel farkındalığın oluşturulması gerektiğini belirtmiştir. Çünkü farkındalık, bireyi çevre konularında daha bilgili hale getirecek, böylece onların tutum ve davranışlarını şekillendirebilme olanağı sağlayacaktır (Yurttaş ve Sülün, 2010). Bu bağlamda, öğrencilerin çeşitli çevre kavramları ve sorunları hakkındaki farkındalık ve tutum düzeyinin geliştirilmesi önem taşımaktadır.

Yılmaz ve Yılmaz (2017) Kırklareli, Ankara ve ark. (2017) İzmir, Yücel ve ark. (2006) Adana, Mansuroğlu ve ark. (2006) Antalya kent halkının çevresel duyarlılık düzeylerini belirlemişlerdir. Konu ile ilgili ayrıca fakülte/bölüm düzeyinde üniversite öğrencilerinin (Oğuz ve ark., 2011; Erdal ve ark., 2013;

Çabuk ve Karacaoğlu, 2003) çevresel duyarlılıklarının belirlenmesine yönelik çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışma ile doğrudan ilişkili olan bir araştırma Yücel ve ark. (2003) tarafından Çukurova Üniversitesi örneğinde, üniversite personel ve öğrencilerinin çevre duyarlılıklarının belirlenmesine yönelik yapılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda yüksek öğretim kurumları çalışanları ve öğrencilerinin çevresel duyarlılıklarını ölçen ve karşılaştıran çalışma sayısının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmanın topluma yön verebilecek bireylerin çevresel duyarlılıklarını ortaya koyması açısından özgün olduğu düşünülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, gelecekte karar vericiler ve sosyal, politik, ekonomik ve akademik sektörlerin dinamiklerini oluşturacak olan Akdeniz Üniversitesi öğrencileri ve onların gelişmesi ve yetişmesinde dolaylı ve/veya doğrudan rol oynayan çalışanların çevre sorunlarına karşı duyarlılıklarını saptamak ve bu duyarlılığın artırılabilmesi için çeşitli öneriler geliştirmektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma alanı, Akdeniz Üniversitesi öğrencilerinin eğitim ve öğrenim faaliyetlerini sürdürdükleri ve çalışanların mesai saatlerini geçirdikleri Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesi olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ana materyalleri aşağıda sunulmuştur.

- Araştırma alanı içerisinde eğitim öğrenim faaliyetlerini sürdüren örgün öğrenim gören lisans öğrencileri,
- Araştırma alanı içerisinde akademik ve idari görevlerini yerine getiren çalışanlar,
- Bireylerin çevre duyarlılığının saptanmasında kullanılan görüşme kılavuzları,
- Konuyla ilgili çalışmalar.

Araştırmada, anketlerin (görüşme kılavuzu) değerlendirilmesinde, bilgisayar ortamında SPSS20 ve Microsoft Excel programlarından yararlanılmıştır.

Yöntem

Araştırmanın yöntemi ilk olarak Yücel ve ark. (2003) tarafından kullanılan, Mansuroğlu ve ark. (2006)'nın da kullandığı yöntemden yararlanılarak oluşturulmuştur. Yöntemin aşamaları aşağıda açıklanmıştır.

- Örneklem Büyüklüğünün Saptanması

Anket çalışması örneklem büyüklüğü ilgili evren büyüklüğü dikkate alınarak Baş (2003) tarafından önerilen aşağıda formüle edilen eşitlik kullanılarak hesaplanmış ve Çizelge (1)'de gösterilmiştir. Örneklem çalışmanın amacına uygun olarak % 95 güven aralığında ve % 5 hata payına göre belirlenmiştir. Buna göre üniversite çalışanları için 363 kişi, üniversite öğrencileri için 381 kişi ile anket yapılması ilgili evreni temsil etmektedir. Ancak eksik, hatalı ve geçersiz anketlerin olabilme ihtimaline ve anketin güvenilirliğini arttırmak amacıyla her örneklem için 400'er olmak üzere toplam 800 adet anket uygulanmıştır.

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + t^2 \cdot p \cdot q}$$

N= Evren büyüklüğü
p= İncelenen olayın görülme sıklığı
q= İncelenen olayın görülmemesi sıklığı (q=1-p)
t= Belirli serbestlik derecesinde ve saptanan yanılma düzeyinde t tablosunda bulunan teorik değer (% 95 güven aralığı için t= 1,96; % 99 güven aralığı için ise 2,59'dur)
d= Olayın görülme sıklığına göre yapılmak istenen sapma olarak simgelenmiştir.
n= Örneklem alınacak birey sayısı

Çizelge 1. Örneklem büyüklüğünün hesaplanması

Table 1. Number of sample size

	Çalışanlar	Öğrenciler
Evren Büyüklüğü (N)	3.500 kişi	26.456 kişi
Hata Payı	% 5	% 5
Güven Aralığı (%95)	363	381

- Sorgulama Yönteminin Seçimi

Görüşme yoluyla sorgulamanın daha güvenli ve hızlı olması nedeniyle; bireylerin çevre duyarlılıklarının belirlenmesinde standart formlarla yerinde anket yöntemi kullanılmıştır.

- Anketin Hazırlanması

Akdeniz Üniversitesi öğrenci ve çalışanlarının çevre duyarlılıklarının saptanması amacıyla çevre konusundaki bilinç ve tutumlar ve sosyo-ekonomik yapı olmak üzere iki bölümden oluşan bir anket formu kullanılmıştır. Yücel ve ark. (2003) tarafından hazırlanan bu anket formu ülkemizde çeşitli araştırmacılar tarafından farklı kentlerde yapılan çalışmalarda da kullanılmıştır. Bireylerin çevre sorunları konusunda bilinç ve tutumlarının belirlenmesi amacıyla 19 adet soru kullanılmış, bunlardan 10'u çevresel bilincin saptanmasına, 9'u ise çevresel tutumun saptanmasına yöneliktir. Bireylerin cinsiyet, yaş, medeni durum, iş, eğitim ve gelir gibi sosyo-ekonomik faktörlerin belirlenmesine yönelik 6 adet soru da bulunmaktadır. Ayrıca çevre ve doğa koruma konusunda ders alma durumları da sorgulanmıştır.

- Anketin Ön Testten Geçirilmesi ve Hataların Düzeltilmesi

Kullanılan anket formu öncelikle anket ve çevre koruma konusunda deneyimli uzmanların görüşleri doğrultusunda geliştirilmiş ve çeşitli çalışmalarda uygulanmıştır. Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesindeki öğrenci (20 kişi) ve çalışana (20 kişi) karşılıklı görüşme yöntemi ile ön anket uygulanmış, elde edilen sonuçlara göre anket uygulanmasına başlanmıştır.

- Anketin Uygulanması

Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesinde bulunan fakültelerde örgün öğrenim gören öğrenci ve fakülte ve diğer idari birimlerde faaliyet gösteren idari ve akademik çalışanların oranları dikkate alınarak, belirlenen sayıdaki bireylere rastlantısal olarak karşılıklı görüşme yöntemi ile anket uygulanmıştır.

- Anket Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Anket, tek seçenekli, çok seçenekli, 3 seçenekli/önem sıralaması, açık uçlu ve katılım düzeyi olmak üzere 5 soru tipinden oluşmaktadır. Anket formlarından elde edilen veriler kodlanarak bilgisayar ortamına aktarılmış, SPSS20 ve Microsoft Excel programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Veri analizlerinde değişkenlerin karşılaştırılmasını sağlayan ve iki değişkenin karşılıklı alt seçeneklerini birlikte gösteren çapraz çizelgeler kullanılmıştır.

- Çevresel Bilinç, Tutum ve Duyarlılık Değerleri ile Düzeylerinin Saptanması

Çevre duyarlılığının saptanması amacıyla, anketin I. bölümünde yer alan çevre konusunda bilinç ve tutumların incelendiği 16 soruya verilen cevaplar için puanlama sistemi kullanılmıştır. Puanlama sisteminde soru tipleri belirleyici olup, soru tipleri tek, çok ve 3 seçenekli, açık uçlu, önem sıralaması ve katılım düzeyi şeklinde gruplandırılmıştır.

I- Puanlama Sistemi: Çevre duyarlılığının saptanması amacıyla, anketin I. bölümünde yer alan çevre konusunda bilinç ve tutumların incelendiği sorulara verilen cevaplar için puanlama sistemi kullanılmıştır. Puanlama sisteminde soru tipleri belirleyicidir.

II- Puanlarda Eşit Ağırlıklandırılma: Soruların değerlendirme puanlarının farklı olması nedeniyle, elde edilen puanların eşit ağırlıklandırılması yapılmıştır. Bunun için, her sorudan elde edilen puanın, bu sorudan elde edilebilecek en yüksek puana göre yüzde değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan yüzde değer o sorudan elde edilmiş eşit ağırlıklı puan olarak kabul edilmiştir. Örneğin, toplam puanı 80 olan bir sorudan bireyin aldığı 56 puanın ağırlıklı puanı $(56/80) \times 100 = 70$ şeklinde hesaplanmıştır.

III- Çevresel Bilinç, Tutum ve Duyarlılık Değerlerinin Düzeylendirilmesi: Araştırmada çevre konusundaki bilinç ve tutum soruları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Bilinç ve tutum sorularından ayrı ayrı elde edilen eşit ağırlıklı puanlarının aritmetik ortalamaları hesaplanarak her birey için "Çevresel Bilinç" ve "Çevresel Tutum" değerleri saptanmıştır. İki değer aritmetik ortalaması alınarak bir birey için "Çevresel Duyarlılık" değerine ulaşılmıştır. Bu değerlerin aşağıdaki gibi ölçeklendirilmesi ile bireylerin bilinç, tutum ve duyarlılık düzeyleri belirlenmiştir.

85- 100 → Çok Fazla	Çok Fazla: Söz konusu düzey türüne (bilinç, tutum ve duyarlılık) göre çevre ve doğa koruma konusunda en iyi bilince, en uygulamacı tutuma veya en yüksek duyarlılığa sahip birey veya topluluklar
70 – 84 → Fazla	Fazla: Düzey türüne göre çevre ve doğa koruma konusunda iyi bilince, uygulamacı tutuma veya yüksek duyarlılığa sahip birey veya topluluklar
50 – 69 → Orta	Orta: Düzey türüne göre çevre ve doğa koruma konusunda kısmen iyi bilgiye, kısmen uygulamacı tutuma ve kısmen duyarlılığa sahip birey veya topluluklar
30 – 49 → Az	Az: Düzey türüne göre çevre ve doğa koruma konusunda az bilince, çok az uygulamacı bir tutuma ve düşük bir duyarlılığa sahip birey veya topluluklar
0 – 29 → Çok Az	Çok Az: Düzey türüne göre çevre ve doğa koruma konusunda en düşük bilince, uygulamacı olmayan tutuma ve çok düşük duyarlılığa sahip birey veya topluluklar

Bireylerin bilinç, tutum ve duyarlılık düzeyleri cinsiyet, yaş ve çevre konusunda ders alıp-almama gibi sosyal özellikleri ile birlikte değerlendirilerek, öğrenci ve çalışanın çevre konusuna yaklaşımlarına bu faktörlerin etkileri araştırılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Anket sonuçlarının değerlendirilmesi

Anket çalışması Akdeniz Üniversitesi Yerleşkesinde örgün öğrenim gören lisans öğrencileri ile üniversite idari ve akademik çalışanlarına standart formlar aracılığıyla rastlantısal olarak uygulanmıştır. Anket sonuçları aşağıdaki başlıklar altında değerlendirilmiştir.

- Sosyo-ekonomik Yapı

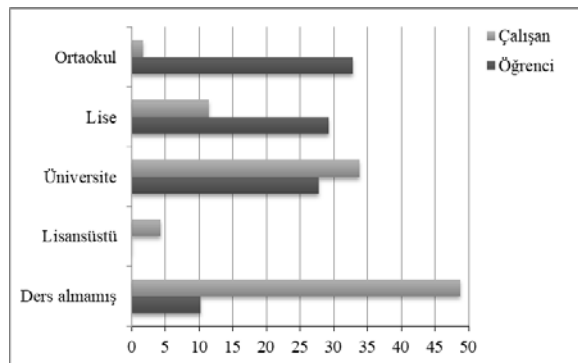
Ankete katılan öğrencilerin % 55,5'i erkek, % 44,5'i kadın, çalışanların ise % 52,8'i erkek, % 47,2'si kadındır. Öğrencilerin tamamı bekar, çalışanların % 61,5'i evli, % 35'i bekar ve % 3,5'i ise boşanmış, % 60'ı akademik, % 40'ı ise idari çalışandır. Araştırmaya katılanların yaş ve gelir durumlarına ilişkin bilgiler Çizelge 2'de sunulmuştur.

Çizelge 2. Ankete katılanların sosyo-ekonomik özellikleri

Table 2. Demographic characteristics of respondents

Öğrenci				Çalışan			
Yaş grupları	Oran (%)	Gelir (TL)	Oran (%)	Yaş grupları	Oran (%)	Gelir (TL)	Oran (%)
18-21 yaş	45,5	500 TL'den az	78,8	20-30 yaş	32,5	3000 TL'den az	31,5
22-25 yaş	51,5	501-1000	19,5	31-40 yaş	41,8	3001-4000	33,3
26 yaş ve üzeri	3,0	1001-2000	1,5	41 yaş ve üzeri	25,8	4001-5000	23,3
		2001-3000	0,3			5001>	12,0

Anket çalışmasında bireylerin herhangi bir eğitim döneminde çevre ve doğa koruma ile ilgili ders alma durumları sorgulanmıştır. Buna göre öğrencilerin % 89,7'si, çalışanların ise % 51,2'si eğitim dönemlerinden birinde konu ile ilgili ders aldığını ifade etmişlerdir. Öğrencilerin büyük bölümü lise (% 29,3) ve üniversitede (% 27,8), çalışanlar ise üniversitede (% 33,8) ders aldıklarını belirtmişlerdir (Şekil 1).



Şekil 1. Çevre ve Doğa koruma konusunda alınan derslerin eğitim dönemlerine göre oransal dağılım (%).

Figure 1. Taking courses about environmental and nature conservation according to education periods (%).

- Bilinç ve Tutumlar

Araştırmaya katılanların Antalya kentindeki en önemli 3 çevre sorununu önem derecesine göre sıralamaları istendiğinde, öğrenciler 1. derecede (% 27,5) ve 3. derecede (% 16,3) çarpık kentleşmeyi, 2. derecede su kirliliğini (% 17,0); çalışanlar 1. derecede atıkları (% 40,8), 2. derecede toprak kirliliğini (% 19,3) ve 3. derecede (% 17,3) çarpık kentleşmeyi en önemli sorun olarak görmektedir. Eşit ağırlıklı değerlendirmede ise öğrenciler çarpık kentleşmenin (%19,6), çalışanlar ise su kirliliğinin (% 24,3) en yüksek oranda Antalya'nın sorunu olduğunu belirtmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Araştırmaya katılanlara göre Antalya Kentinin öncelikli çevre sorunları (%)

Table 3. According to the participants, priority environmental problems in Antalya (%)

Çevre Sorunu	1. Derece		2. Derece		3. Derece		Eşit Ağırlıklı	
	Öğrenci	Çalışan	Öğrenci	Çalışan	Öğrenci	Çalışan	Öğrenci	Çalışan
Hava	23,0	13,3	15,5	11,3	14,5	11,3	17,7	12,0
Su	14,3	8,5	17,0	11,3	13,8	13,5	15,0	24,3
Toprak	7,8	10,3	13,8	19,3	12,0	15,5	11,2	15,0
Gürültü	2,8	6,3	1,3	16,0	0,5	13,3	1,5	11,9
Radyoaktif/Atıklar	11,5	40,8	14,5	17,5	11,5	10,8	12,5	23,0
Çarpık Kentleşme	27,5	7,0	15,0	12,3	16,3	17,3	19,6	12,2
Erozyon	0,8	6,8	2,3	1,0	6,5	1,5	3,2	3,1
Bitki ve Hayvan Türlerinin Azalması	6,5	5,0	13,3	9,3	13,8	14,3	11,2	9,5
Diğer	6,0	2,3	7,6	2,3	15,8	2,8	8,3	2,5
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100

Çalışmada bireylerin çevre ve doğa korumanın gerekliliğine yönelik, doğal kaynakların kirlenmesi, kaynakların mülkiyeti, doğaya insan etkisi, doğal kaynaklar ile ekonomi arasındaki ilişki, sosyo-ekonomik sorunlar ile çevre sorunları arasındaki öncelik ve sürdürülebilir bir çevrenin gelecek kuşaklara aktarılması şeklinde belirtilen 6 farklı görüşe katılım düzeyleri araştırılmıştır. Öğrenci (% 87,5) ve çalışanlar (% 81,5) sürdürülebilir bir çevrenin gelecek kuşaklara aktarılması gerektiği görüşüne "kesinlikle katılıyorum"; doğal kaynaklardan ekonomik yararın elde edilmesi amacıyla kullanılması gerektiği görüşüne de öğrenci (% 70,3) ve çalışanlar (% 70,5) "kesinlikle katılmıyorum" ifadelerini en yüksek oranlarda kullanmışlardır (Çizelge 4).

Çizelge 4. Çevre ve doğa korumanın gerekliliği konusundaki görüşler (%)

Table 4. Opinions on the necessity of environmental and nature protection (%)

Görüşler	Kesinlikle Katılıyorum		Belki		Kesinlikle Katılmıyorum	
	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.
Doğal kaynaklar tüm insanlığın ortak malıdır. Bu nedenle kaynakları kullanan ve kirlüten işletmeler "kirlüten öder" düşüncesiyle, zararı karşılamak koşuluyla kullanılabilir.	37,5	32,5	22,5	25,8	40,0	41,8
Doğal kaynaklar tüm insanlığın ortak malıdır. Bu nedenle kullanımı da ortak olmalıdır. Bireylere satılamaz ve kiralanamaz.	68,8	64,0	25,0	26,5	6,3	9,5
İnsan karışmadığı sürece çevre ve doğa kendi işleyişine bozulmadan devam edebilir.	52,8	51,8	38,8	34,8	8,3	13,3
Doğal kaynaklardan ekonomik bir yararın elde edilmesi söz konusu ise, öncelikle kullanılması ön planda olup, korunması ikinci planda olmalıdır.	10,3	15,5	19,5	14,0	70,3	70,5
Ülkelerin çevre sorunlarından daha önemli sosyo-ekonomik sorunları olabilir. Bu nedenle sosyo-ekonomik sorunların çözümüne öncelik verilmelidir.	22,8	19,5	47,0	41,8	30,3	38,8
Sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda kuşaklar arası eşitlik olmalıdır. Gelecek kuşaklara bozulmamış bir çevre bırakılmalıdır.	87,5	81,5	7,0	9,0	5,8	8,8

Çevrenin bozulması sonucunda ortaya çıkabilecek sorunlar içerisinde kaynaklar ve su rezervleri için savaş boyutunda anlaşmazlıklar çıkacak görüşü öğrenciler (% 46); çölleşmenin hızlanacağı görüşü çalışanlar (% 47,8) tarafından "kesinlikle katılıyorum" şeklinde yanıtlanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Çevrenin bozulması sonucunda ortaya çıkabilecek çeşitli senaryolara katılım düzeyleri (%)

Table 5. Agreement levels of participants to scenarios that may occur as a result of degradation of environment (%)

Görüşler	Kesinlikle Katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Kesinlikle Katılıyorum	
	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.
İklim değişikliği ve küresel ısınma artacak.	1,3	2,5	3,3	3,8	14,3	17,8	40,0	35,0	41,3	41,0
Yoksulluk ve açlık artacak.	2,0	0,5	5,5	5,0	17,8	16,3	43,0	44,5	31,8	33,8
Petrol ürünleri azalacak ve araçlar için başka yakıt türleri kullanılacak	0,3	1,0	5,3	5,3	24,0	19,5	34,3	33,8	36,3	40,5
Kaliteli içme suyu azalacak ve çok pahalı olacak	1,5	1,0	2,5	1,8	13,0	13,0	34,3	33,8	48,8	50,5
Kaynaklar ve su rezervleri için savaş boyutunda anlaşmazlıklar çıkacak	2,8	0,5	4,8	4,5	13,8	20,0	32,8	30,0	46,0	45,0
Nükleer enerjiden vazgeçilecek	25,0	16,8	29,8	28,5	31,0	32,3	8,3	12,5	6,0	10,0
Ekolojik tarım önem kazanacak	1,8	4,5	8,0	5,5	28,5	25,8	37,0	36,3	24,8	28,0
Buzulların erimesi sonucu kıyı yerleşimleri su altında kalacak.	1,3	1,8	6,3	7,3	24,5	21,5	33,0	35,0	35,0	34,5
Çölleşme hızlanacak.	1,3	1,3	5,5	4,3	19,0	16,3	33,5	30,5	40,8	47,8

Öğrenciler ve çalışanlar çevre sorunlarının önlenmesinde eğitimle insan duyarlılığının artırılmasını birinci; yasal düzenlemelerin geliştirilmesini ikinci; ekonomik önlemleri (ceza, vergi, teşvik, kredi) üçüncü ve beşinci; gelişmiş teknolojiyi dördüncü derecede etken bulmuşlardır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Çevre sorunlarının önlenmesinde etkili olabilecek önlemler (%)

Table 6. The precautions to be able to taken against environmental problems (%)

	1. Derece		2. Derece		3. Derece		4. Derece		5. Derece	
	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.
Gelişmiş teknoloji	6,8	11,0	10,3	9,0	22,8	21,0	31,0	31,8	29,5	25,5
Eğitimle insan duyarlılığının artırılması	61,5	50,3	17,8	23,0	10,0	14,0	7,8	9,3	4,5	3,3
Yasalar	13,8	19,5	31,5	27,8	22,3	20,3	21,8	19,8	10,0	12,5
Sanayide dönüşümlü hammadde kullanımının teşviki	10,3	12,0	29,5	26,3	21,5	19,5	16,8	22,3	22,0	19,8
Ekonomik önlemler (Ceza, vergi, teşvik, kredi)	7,8	7,0	11,0	13,5	23,5	24,5	23,5	16,8	34,3	37,0
Diğer	0	0,3	0	0,5	0	0,8	0	0,3	0	2,0

- Çevresel Bilinç, Tutum ve Duyarlılıkların Belirlenmesi

Araştırmanın yöntem kısmında belirtilen puanlama sistemine göre yapılan değerlendirme ile bireylerin çevresel bilinç, tutum ve duyarlılık düzeyleri saptanmıştır. Puanlama sonrası yapılan sınıflandırmaya göre çevresel bilinç, tutum ve duyarlılıkları öğrencilerde çok fazla ve fazla düzeylerde, çalışanlarda ise az ve çok az düzeylerde en yüksek oranlarda; orta düzeyde ise çevresel bilinç öğrencilerde, çevresel tutum ve duyarlılık çalışanlarda en yüksek oranda saptanmıştır (Çizelge 7).

Çizelge 7. Çevresel bilinç, tutum ve duyarlılık düzeylerinin oransal dağılımı (%).

Table 7. Degree of environmental awareness, attitude and sensitivity (%).

Çevresel Kriterler	Çok Fazla		Fazla		Orta		Az		Çok Az		Toplam
	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	Öğr.	Çalış.	
Bilinç	6,0	0,3	85,0	0,0	9,0	6,8	0,0	73,0	0,0	20,0	100,0
Tutum	6,5	2,5	28,5	24,8	45,5	51,5	17,0	17,8	2,5	3,5	100,0
Duyarlılık	7,0	0,0	68,0	4,5	24,5	69,0	0,5	26,3	0,0	0,3	100,0

Bireysel çevresel bilinç çalışanlarda 78,9, öğrencilerde 76,9; bireysel çevresel tutum çalışanlarda 50,5, öğrencilerde 60,9; bireysel çevresel tutum çalışanlarda 98,9, öğrencilerde 64,6 en yüksek puan olarak saptanmıştır (Çizelge 8). Bireylerin çevresel bilinç, tutum ve duyarlılık değerlerinin cinsiyet, yaş ve çevre konusunda ders alma-almama durumlarına bağlı ortalama, en yüksek ve en düşük puanları Çizelge 8'de verilmiştir. Buna göre öğrencilerde araştırmaya katılan kadınların ortalama çevresel bilinç (0,9 puan), tutum (8,4 puan) ve duyarlılık (4,6 puan) puanları erkeklerden daha yüksektir. Bu durum çalışanlarda da

benzer şekilde olup, çevresel bilinç (1,7 puan), tutum (1,3 puan) ve duyarlılık (1 puan) puanları kadınlarda daha yüksek saptanmıştır. Cinsiyete göre en yüksek puanlar değerlendirildiğinde erkek öğrenciler çevre bilincinde (90,1 puan), kadınlara oranla (89,9 puan) daha yüksek iken, çevresel tutum (100 puan) ve duyarlılıkta (91,3 puan) kadın öğrencilerin puanı daha yüksektir. Çalışanlarda ise tüm düzeylerde en yüksek puanlar kadınlarda erkeklere göre daha yüksektir.

Yaş grubuna göre 18-21 yaş aralığındaki öğrencilerin ortalama çevresel bilinç (2,8 puan) puanları 26 yaş ve üzeri gruba göre daha yüksek, tutum (2,2 puan) ve duyarlılık (11,6 puan) puanı daha düşüktür. Çalışanlarda ise 20-30 yaş grubunun ortalama çevresel bilinç (1,4 puan) ve duyarlılık (0,4 puan) puanları 41 yaş ve üzeri gruba oranla daha yüksek, tutum (0,5 puan) puanı ise daha düşüktür (Çizelge 8).

Çevre ve doğa konusunda ders alma durumuna göre ders alan öğrencilerde ortalama çevresel bilinç (0,7 puan), tutum (6,8 puan) ve duyarlılık (3,1 puan) puanları daha yüksektir. Bu durum çalışanlarda da benzer şekilde olup, çevresel bilinç (1,3 puan), tutum (0,5 puan) ve duyarlılık (1,1 puan) puanları ders alan bireylerde daha yüksek saptanmıştır. Ders alan öğrencilerin en yüksek çevresel bilinç (90,1 puan), tutum (100,0 puan) ve duyarlılık (91,3 puan) puanları ile ders alan çalışanların en yüksek çevresel bilinç (100,0 puan), tutum (85,5 puan) ve duyarlılık (85,2 puan) puanları ders almayanlara göre daha yüksektir (Çizelge 8).

Çizelge 8. Çevresel bilinç, tutum ve duyarlılık düzeylerinin istatistiksel değerlendirmesi

Table 8. Cross-tab of environmental awareness, attitude and sensitivity

n ₁ =Öğrenci örneklem sayısı n ₂ =Çalışan örneklem sayısı		Puan	Bireysel Çevre Bilinci Değeri		Bireysel Çevresel Tutum Değeri		Bireysel Çevresel Duyarlılık Değeri	
			Öğrenci	Çalışan	Öğrenci	Çalışan	Öğrenci	Çalışan
Cinsiyet n ₁ =400 n ₂ =400	Erkek n ₁ =222 n ₂ = 211	Ortalama	76,8	78,3	57,9	49,9	67,4	64,1
		En Düşük	61,7	25,4	6,0	10,9	36,0	35,9
		En Yüksek	90,1	95,1	96,7	83,6	88,9	83,2
	Kadın n ₁ =178 n ₂ = 189	Ortalama	77,7	80,0	66,3	51,2	72,0	65,1
		En Düşük	58,8	58,3	30,0	1,8	46,9	38,0
		En Yüksek	89,8	100,0	100,0	88,5	91,3	85,2
Yaş n ₁ =400 n ₂ =400	18-21/20-30 n ₁ =130 n ₂ =182	Ortalama	77,2	79,5	61,6	51,1	69,4	65,3
		En Düşük	60,1	58,4	12,5	1,8	42,0	38,0
		En Yüksek	89,2	100,0	99,5	88,5	90,7	85,2
	25-30/31-40 n ₁ =167 n ₂ =206	Ortalama	78,4	79,5	63,7	49,4	71,2	64,4
		En Düşük	77,0	53,8	45,0	10,9	58,8	42,6
		En Yüksek	90,1	90,0	87,0	83,5	83,5	82,5
	<26/<41 n ₁ =103 n ₂ = 12	Ortalama	74,4	78,1	58,4	51,6	66,4	64,9
		En Düşük	63,8	25,4	30,0	10,9	46,9	35,9
		En Yüksek	81,0	89,9	79,0	80,0	80,0	83,2
Çevre ve Doğa Koruma Konusunda Ders Alma n ₁ =400 n ₂ =400	Ders almamış n ₁ =359 n ₂ =195	Ortalama	76,6	78,1	55,6	50,1	66,1	63,9
		En Düşük	63,8	25,4	17,0	1,8	44,6	35,9
		En Yüksek	86,2	87,9	87,7	79,1	83,3	83,2
	Ders Almış n ₁ =41 n ₂ =205	Ortalama	77,3	79,4	62,4	50,6	69,8	65,0
		En Düşük	58,8	53,7	6,0	10,9	36,0	39,4
		En Yüksek	90,1	100,0	100,0	88,5	91,3	85,2
Toplam		Ortalama	76,9	78,9	60,9	50,5	68,9	64,6

TARTIŞMA ve SONUÇ

Akdeniz Üniversitesi çalışanları ve öğrencilerinin ortalama çevresel bilinç düzeyi 77,9 puan, ortalama çevresel tutum düzeyi 55,7 puandır. Mansuroğlu ve ark. (2006) Antalya halkının ortalama çevresel bilinç düzeyini 74,3 puan, çevresel tutum düzeyini 61,4 puan olarak saptamıştır. Eğitim düzeyi daha yüksek olan üniversite çalışanları ve öğrencilerinin çevresel bilinci Antalya halkından 3,6 puan,

çevresel tutumu ise 5,7 puan yüksektir. Bu fark topluma birçok konuda öncülük etmesi beklenen üniversite çalışanları ve öğrencileri açısından yeterli değildir. Çukurova Üniversitesi personel ve öğrencilerinin ortalama çevresel bilinç düzeyi 71,1 puan, ortalama çevresel tutum düzeyi 49,8 puan olarak saptanmıştır (Yücel ve ark., 2003). Çalışmada Akdeniz Üniversitesi çalışanları ve öğrencilerinin ortalama çevresel duyarlılık puanı 66,8 olarak saptanmıştır. Bu puan “orta düzey”in üst kısmında bir çevresel duyarlılığa eşittir. Mansuroğlu ve ark. (2006) Antalya halkının çevresel duyarlılık puanının ortalama 67,8 olduğunu, çevresel duyarlılık düzeylerinin ağırlıklı olarak fazla (% 42,6) ve orta (%55,1) düzeylerine dağıldığını ortaya koymuşlardır. Yücel ve ark. (2003) Çukurova Üniversitesi personel ve öğrencilerinin toplam ortalama çevresel duyarlılık puanını 60,5, çevresel duyarlılık düzeylerinin orta (%55,1) ve fazla (%25,9) düzey ağırlıklı olduğunu saptamışlardır. Akdeniz Üniversitesi çalışanları ve öğrencilerinin çevresel bilinç, tutum ve duyarlılıkları Antalya halkından daha düşük, Çukurova Üniversitesine göre daha iyi olup, bunda Antalya'nın özellikleri ve son yıllarda çevre sorunları konusunda yaşanan küresel sorunların etkisinin olduğu düşünülmektedir.

Akdeniz Üniversitesi'nde ve ülkemizde yapılan diğer çalışmalarda da görüldüğü üzere bireylerin çevresel bilinç düzeyleri fazla iken, çevresel tutum düzeyleri orta ve az düzeydedir. Ülkemizde çeşitli üniversitelerin farklı bölümlerinde okuyan öğrencilerin çevre sorunlarına yaklaşımlarına yönelik yapılan çalışmalarda Namık Kemal Üniversitesi (Tekirdağ) öğrencilerinin çevresel duyarlılıklarının fakülte bazında değişkenlik gösterdiği (Kiper ve ark., 2017), Gaziosmanpaşa Üniversitesi (Tokat) öğrencilerinin çevre ile ilgili konularda bilinç oranının % 63, duyarlılık oranının % 83 (Erdal ve ark., 2013) olduğu, Ankara Üniversitesi öğrencilerinin lisans programlarında çevre ile ilgili aldığı derslerin tutum ve davranışları yönlendirmede etkili olabileceği (Oğuz ve ark., 2011), Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin çevre duyarlılığının sınıf düzeyinde farklılık gösterdiği, 4. sınıf öğrencilerinin alt sınıflardan daha duyarlı (Çabuk ve Karacaoğlu, 2003) olduğu saptanmıştır.

Bireyler çevre sorunları konusunda bilgi sahibi olup, bu sorunlarla mücadele için bir tutum geliştirmekte yetersiz kalmaktadır. Bunun nedeninin toplum bilimciler tarafından irdelenmesi ve eğitim çalışmalarının bu yönde geliştirilmesi önem taşımaktadır. Günümüzde toplumun her kesiminin çevre ve doğa koruma konularında bilinç, tutum ve duyarlılıklarının artırılmasına gereksinim duyulmaktadır. İçinde yaşadığımız yüzyılda küresel iklim değişikliği ve beraberinde yaşanan doğal felaketler etkisini arttırmaktadır. Bu ve benzeri olayların etkisinin azaltılması için ulusal ve uluslararası düzeyde alınması gereken önlemlerle birlikte bilinçli bir toplumunda önemli rol alacağı düşünülmektedir. Bu nedenle özellikle eğitim-öğrenimin en temel aşamasından üniversitelere kadar öğrencilerin çevre, ekoloji ve doğa koruma temelli dersler almasının bilinç, tutum ve duyarlılıklarının artırılmasına katkı sağlayacaktır. Ayrıca yerel ve ulusal ölçekte çevre, ekoloji ve doğa temalı festivaller, etkinlikler ve organizasyonlar düzenlenerek toplumun tüm bireylerinin çevresel bilinç düzeylerinin artırılması ve çevresel tutum geliştirmeleri sağlanabilir.

Çevre sorunlarına yönelik davranışların anket aracılığı ile araştırılması ve bu çalışmaların birbirleriyle karşılaştırılmasının en önemli nedeni bireylerin davranışlarının gözlenmeyip, sadece kendi ifadelerine bağlı kalınmasıdır. Ancak anket çalışmalarının düzenli aralıklarla yapılması ve bunun gözlemlerle desteklenerek irdelenmesi, çevre sorunları ile mücadelede geliştirilecek önlemlerin belirlenmesi açısından önemlidir. Yücel ve ark. (2003) Çukurova Üniversitesi personel ve öğrencilerinin çevre duyarlılıklarını araştırdıkları çalışmada, hem ülkedeki gelişmeler, hem de çevre konusunda verilen eğitim dikkate alınarak, aynı özelliklere sahip topluluğa 5 yıl aradan sonra tekrarlanması ve bu iki farklı zamandaki sonuçların birbiri ile kıyaslanmasının gereği üzerinde durmuşlardır.

Ülkelerin geleceklerini belirleyen kişiler olmaya aday üniversite öğrencileri ile onları hayata hazırlayan çalışanların, bulunduğu kentlerde yerel yönetimlerin de desteği ile toplumda bireysel çevresel bilinç, tutum ve davranışların artmasına katkı sağlayacak sosyal sorumluluk projelerinin başlatılması önem taşımaktadır. Bu durum üniversite-yerel yönetim-toplum ilişkisi açısından da önemli görülmektedir.

Sonuç olarak, üniversite öğrencileri ve çalışanları ile yapılan bu çalışmada çevresel duyarlılığın beklenen düzeyin altında olduğu görülmektedir. Bireylerin çevresel tutum düzeyinin düşük olmasının, çevre konularındaki eğitimin yetersizliğine, çevre sorunlarının doğuracağı sonuçlar konusundaki bilgi ve tecrübe eksikliğine ve toplumsal tepki göstermedeki yetersizliğe bağlı olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ankaya F., Aslan B. G. & Tahta B. T (2017). Çevre duyarlılığı düzeyinin belirlenmesi üzerine bir araştırma: İzmir ili örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(4), 419-427.
- Baş, T. (2003). Anket: anket nasıl hazırlanır?: anket nasıl uygulanır?: anket nasıl uygulanır?. Seçkin yayıncılık.
- Çabuk, B. & Karacaoğlu C., (2003). Üniversite öğrencilerinin çevre duyarlılıklarının incelenmesi. Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 36 (1-2), 189-198.
- Davis, J. M. (1998). Young children, environmental education and the future. In Education and the environment (pp. 141-154). World Education Fellowship.
- ECLAC (2000). Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC). Role of environmental awareness in achieving sustainable development. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/31562/S00111003_en.pdf?sequence=1
- Erdal H., Erdal, G. & Yücel M (2013). Üniversite öğrencilerinin çevre bilinç düzeyi araştırması: Gaziosmanpaşa Üniversitesi örneği. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, (4), 57-65.
- Farrukh I. A., & Shakoor U. (2018). A Comparative Study of the Attitude of the Male and Female Elementary School Teachers towards Teaching Profession. Journal of Education and Educational Development, Vol. 5 No. 2.
- Kalaycı Önaç A., Birişçi T., Gündel H., Işık N. & Çalışkan E., (2018). Üniversite Öğrencilerinin Rekreatif Eğilimleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 55 (1) , 1-9 . DOI: 10.20289/zfdergi.390683
- Keleş, R. (2012). The quality of life and the environment. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 35, 23-32.
- Kiper, T., Korkut, A., & Üstün Topal, T. (2017). Üniversite Öğrencilerinin Çevre Duyarlılıkları Üzerine Bir Araştırma: Namık Kemal Üniversitesi Örneği. Inonu University Journal of Arts and Design, 7 (16). 112-124. DOI: 10.16950/iu-jad.337132
- Mansuroglu, S., Karaguzel, O., & Atik, M., (2006). Antalya Kentinde Halkın Çevre Duyarlılığının Saptanması ve Bu Duyarlılığı Arttırabilecek Önlemlerin Geliştirilmesi. Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Proje No: 2004.01.0104.006.
- Mansuroglu, S., Karaguzel, O., Atik, M., & Kinikli, P. (2009). Determining environmental sensitivity of inhabitants of Antalya City, Turkey. Journal of Food, Agriculture & Environment, 7(3), 961-969.
- Oğuz, D., Çakıcı, I., & Kavas, S. (2011). Yükseköğretimde öğrencilerin çevre bilinci. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 12(1), 34-39.
- Pooley, J. A., & O'Connor, M. (2000). Environmental education and attitudes: Emotions and beliefs are what is needed. Environment and behavior, 32(5), 711-723.
- Shobeiri, S. M., Omidvar B., & Prahallada N. N. (2007). A Comparative Study of Environmental Awareness among Secondary School Students in Iran and India. International Journal of Environment Research 1 (1): 28-34
- UNEP (2012). United Nations Environment Programme. Annual Report. <https://www.unenvironment.org/resources/annual-report/unep-2012-annual-report>
- Vaughan C., Gack J., Solorazano H. & Ray, R. (2003). The effect of environmental education on schoolchildren, their parents, and community members: A study of intergenerational and intercommunity learning. The Journal of Environmental Education, 34(3), 12-21.
- Yılmaz, R., & Yılmaz, O. (2017). Halkın çevre bilincinin saptanması ve sosyo-ekonomik özelliklerin çevresel bilinç üzerine etkileri: Kırklareli Örneğinde. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 54(3), 301-310.
- Yurttaş, G. D., & Sülün, Y. (2010). What are the most important environmental problems according to the second grade primary school students?. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2(2), 1605-1609.
- Yücel, M., Altunkasa, F., Güçray, S., Uslu, C. & Peker Say, N., (2006). Adana'da çevre duyarlılığı düzeyinin ve geliştirme olanaklarının araştırılması. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi 19(2):217-228.
- Yücel, M., Uslu, C., & Peker Say, N., (2003). Çukurova Üniversitesi Personel ve Öğrencilerinin Çevre Duyarlılıklarının Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Projesi Proje No: BAP-PM 2002-01. Adana

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):239-246

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.682293>

Ali KARANFİL¹ 

Savaş KORKMAZ^{1*} 

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü,
Çanakkale/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

skorkmaz@comu.edu.tr

Güney Marmara Bölgesi kabakgöl üretim alanlarında cucumber mosaic virus enfeksiyonunun tespiti ve kılıf protein gen diziliminin filogenetik analizi

Detection and phylogenetic analysis of coat protein gene region of cucumber mosaic virus Infecting cucurbit plants in South Marmara Region of Turkey

Alınış (Received): 30.01.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 02. 07.2020

ÖZ

Amaç: Güney Marmara Bölgesi (GMB) kabakgöl üretim alanlarında cucumber mosaic virus (CMV) enfeksiyonunun tespiti ve elde edilen CMV izolatlarının moleküler karakterizasyonu amacı ile bu çalışma yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem: GMB'yi oluşturan Çanakkale, Balıkesir ve Bursa illerinde arazi çalışmaları gerçekleştirilerek virüs ve virüs-benzeri semptom gösteren bitkilerden örnekler alınmış ve DAS-ELISA yöntemi ile CMV enfeksiyonu açısından testlenmiştir. İleri analizler için toplanan örnekler içerisinde 3 tanesi elde edildikleri coğrafik orijine göre seçilerek, RT-PCR ile kılıf protein genlerinin tamamı çoğaltılarak klonlanmış ve sekanslanmıştır.

Araştırma Bulguları: Arazi çalışmaları sonucunda 72 bitkiden örnek alınmıştır. Virüs tanılama çalışmaları sonucunda ise 10 bitkide CMV enfeksiyonu tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen sekans analizleri sonucunda GMB CMV izolatları birbirleri ile nükleotit düzeyinde %93.15-99.70 oranında, amino asit düzeyinde ise bu izolatların %97.71-100 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Dünya izolatları ile gerçekleştirilen karşılaştırmalar sonucunda ise GMB izolatlarının nükleotit ve aminoasit düzeyinde %76-100 benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir. Gerçekleştirilen filogenetik analizler sonucunda ise GMB CMV izolatlarının ikisinin altgrup IA, birinin ise altgrup IB'de olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: Gerçekleştirilen bu çalışma ile GMB kabakgöl üretim alanlarında CMV enfeksiyonu tespit edilerek ülkemizden ilk kabakgöl CMV izolatlarının kılıf protein gen dizilimlerinin genbankasında yer alması sağlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: CMV, DAS-ELISA, RT-PCR, sekanslama

ABSTRACT

Objective: This study was carried out for the detection and molecular characterization of cucumber mosaic virus (CMV) infecting cucurbit plants in the Southern Marmara Region (SMR) of Turkey.

Material and Methods: Surveys were performed in the SMR (Çanakkale, Balıkesir and Bursa provinces) and, samples showing virus and virus-like symptoms were collected. The samples were tested by DAS-ELISA to detect CMV infection. For further analysis, three isolates were selected according to the geographic origin which they were obtained from. Their complete coat protein genes were amplified by RT-PCR, cloned and sequenced.

Results: While seventy-two samples were collected, CMV infection was found in 10 plants. As a result of sequence analysis, SMR CMV isolates were 93.15-99.70% and 97.71-100% similar to each other at nucleotide (nt) and amino acid (aa) levels, respectively. And, it was determined that 76-100% similarities with world isolates at nt and aa levels. Moreover, based on the phylogenetic analysis, it was determined that two of the GMB CMV isolates were in subgroup IA and remaining was in subgroup IB.

Conclusion: CMV infections were detected in cucurbit plant production areas of SMR. And, for the first time, complete coat protein gene sequences of Turkish cucurbit CMV isolates were deposited in Genbank.

Keywords: CMV, DAS-ELISA, RT-PCR, sequencing

GİRİŞ

Hıyar mozaik virüsü (cucumber mosaic virus; CMV), dünyada ilk kez 1934 yılında Amerika'da Price tarafından hıyar (*Cucumis sativus* L.) bitkisi üzerinde bildirilmiştir. CMV, Bromoviridae familyasından Cucumovirus cinsine ait bir virüs hastalığıdır. Etmenin konukçu genişliği muhtemelen bitki virüsleri içinde en fazla olandır. CMV, 100 familyadan 500 cinse ait olan 1200'ün üzerinde bitkide enfeksiyon meydana getirebilmektedir (Zitter and Murphy, 2009; Jacquemond, 2012). Etmen, bitki özsuyla mekanik, yaprak bitleri ile non-persistent olarak ve tohum ile taşınabilmektedir (Palukaitis et al., 1992; Palukaitis and Garcia-Arenal, 2003).

CMV, pozitif duyarlılıkta tek sarmal ve üç segmentli bir RNA genomuna sahiptir. Bu RNA segmentlerinden RNA1 ve RNA2 replikaz ve hareket ile ilgili kompleks genleri içerirken, RNA3 ise hareket (MP) ve kılıf (CP) protein genlerini kodlamaktadır (Palukaitis and Garcia-Arenal, 2003; Zitter and Murphy, 2009). Etmenin taşınmasının ise 75'den fazla aphid türü ile olduğu da bildirilmiştir (Palukaitis et al., 1992).

Kabakgillerin en önemli virüs hastalıklarından bir tanesi olan CMV'nin; sahip oldukları serolojik ilişkiler ve genetik çeşitlilik oranları temel alınarak 2 gruba ayrıldığı bildirilmiştir. Ayrıca bu iki grup I ve II olarak sembolize edilmektedir (Palukaitis et al., 1992). Dünyada son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda etmenin CP geni ve 5' ucunda protein kodlamayan bölgelerinin analizi ile alt grup I'in IA ve IB olarak 2'ye ayrıldığı belirtilmiştir (Roossinck et al., 1999).

Ülkemiz'de daha önceden farklı konukçularda CMV enfeksiyonlarının tespit edildiği bildirilmiştir (Gümüş ve ark., 2004; Beler ve Açıköz, 2005; Köklü ve Yılmaz, 2006; Buzkan ve ark., 2013; Ergün ve ark., 2013; Erkan ve ark., 2013). Gerçekleştirilen sınırlı sayıdaki çalışmada ise CMV'nin altgrup IA izolatlarının yaygın olarak görüldüğü belirtilmiştir (Çağlar, 2006; Ergün ve ark., 2013). Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar ile de grup II ve alt grup IB'nin varlığı ülkemizde bildirilmiştir (Sarı, 2015; Karanfil ve Korkmaz, 2017). Ancak ülkemiz kabakgil üretim alanlarında CMV enfeksiyonunun varlığı sıklıkla bildirilmesine rağmen bu izolatların genetik çeşitlilikleri hakkında bir bilgi bulunmamaktadır.

Bu bağlamda ülkemizin Güney Marmara Bölgesi (GMB)'ni oluşturan Çanakkale, Balıkesir ve Bursa illeri kabakgil üretim alanlarında şimdiye kadar CMV'nin tanısı ve genetik çeşitliliği üzerine bir araştırma yapılmamıştır. Bu amaçla belirtilen alanlardan virüs ve virüs-benzeri simptom gösteren bitkilerden örnekler alınarak CMV'nin varlığı ve kılıf protein (CP) gen diziliminin filogenetik ilişkileri belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Arazi ve virüs tanılama çalışmaları

Arazi çalışmaları Çanakkale, Balıkesir ve Bursa illeri ve ilçeleri kabakgil üretim alanlarında yürütülmüştür. Üretim sezonu boyunca kabakgil üretim alanlarına arazi çıkışları yapılarak bitkiler görsel olarak incelenmiş, viral hastalık benzeri belirti gösteren bitkilerden örnekler alınmıştır. Üretim alanlarının seçimi tesadüfi olarak yapılmıştır. Toplanan örnekler silika jeller içerisinde soğuk zincirde laboratuara getirilmiş ve ileri analizlerin yapılması için 4°C'de saklanmıştır.

Toplanan örneklerdeki CMV varlığı DAS-ELISA testi ile belirlenmiştir. Bu amaçla Clark ve Adams (1977)'in belirttiği yöntem temel alınarak, ELISA kitlerinin alındığı firmanın önerileri doğrultusunda testler gerçekleştirilmiştir (Bioreba, İsviçre).

Moleküler karakterizasyon çalışmaları

DAS-ELISA testleri sonucunda CMV ile enfekteli olarak bulunan izolatlar arasından elde edildikleri coğrafik orijinler göz önünde bulundurularak her bir il için birer izolat olmak üzere toplamda 3 izolat seçilmiş ve moleküler karakterizasyon çalışmaları kapsamında kullanılmıştır. Seçilen örnekler Çanakkale ili için CAN54, Balıkesir ili için BAL136 ve Bursa ili için BUR152 olarak adlandırılmıştır.

RNA izolasyonu, cDNA sentezi ve PCR çalışmaları

CMV ile enfekteli olarak bulunan örneklerden ilk olarak CTAB metodu ile total RNA izolasyonu gerçekleştirilmiştir (Li et al., 2008). Elde edilen total RNA'lar ilk olarak RevertAid First Strand cDNA

Synthesis Kit (Thermo Scientific, USA) kullanılarak PCR çalışmaları için complimentary DNA (cDNA)'lar sentezlenmiştir. Elde edilen cDNA'lar çalışma kapsamında tasarlanan CMV CP geninin tamamını çoğaltabilen primer çifti (CMV_CP_F_5'_AGG TTC AAT TCC TCT TRC TCC_3' ve CMV_CP_R_5' AAC GGG TTG TCC ATC CAG_3') kullanılarak 2X Emerald Master Mix (Takara, Japonya) ile 915 bp uzunluğunda gen bölgesi amplifiye edilmiştir.

Klonlama ve Sekanslama Çalışmaları

Amplifiye edilen CP genleri T-A klonlama yöntemi ile Promega (ABD) firmasından sağlanan kitler ile klonlanmıştır. Klonlanan hedef gen bölgesi Bio Basic plazmid purifikasyon kit (Kanada) kullanılarak saflaştırılmıştır. Elde edilen plazmidler sekanslarak seçilen CMV izolatlarının CP genlerinin nükleotit (nt) dizimleri belirlenmiş ve gen bankasına kaydı CAN54, BAL136 ve BUR 152 izolatları için sırasıyla MN985117, MN985118 ve MN985119 erişim numaraları ile gerçekleştirilmiştir. Gen bankasına dünyanın farklı bölgelerinden elde edilerek yüklenen CMV izolatlarının ilgili gen bölgesine karşılık gelen sekans verileri de kullanılarak (Çizelge 1), GMB CMV izolatlarının kendi içinde ve dünya izolatları ile göstermiş olduğu filogenetik ilişkileri CLC Main Workbench V. 20 ve Sequence Demarcation Tool V 1.2 programı ile belirlenmiştir (Muhire et al., 2014).

Çizelge 1. Moleküler karakterizasyon çalışmalarında kullanılan cucumber mosaic virus izolatlarına ait bilgiler

Table 1. Information for cucumber mosaic virus isolates used in molecular characterization studies

Erişim Numarası	Izolate Kodu	Orijin
KC407999	Hnt	Çin
AJ304397	LBO	Hollanda
AB189917	MT	Japonya
AF268598	Xb	Çin
HE583224	Palampur	Hindistan
AJ511990	NS	Macaristan
D10538	Fny	ABD
KP455737	Ka16	İran
AJ276479	Mf	Güney Kore
AB004781	D8	Japonya
AF103991	pepo	Japonya
AJ810259	KS44	Tayland
KJ746022	YB6	Çin
U20219	Ixora	ABD

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Gerçekleştirilen arazi çalışmaları sonucunda GMB kabakgil üretim alanlarından virüs ve virüs-benzeri belirti gösteren Çanakkale'den 25, Bursa'dan 21 ve Balıkesir'den 26 örnek olmak üzere toplam 72 örnek toplanmıştır (Şekil 1).

Toplanan örneklerin kabakgil türü düzeyinde dağılımı incelendiğinde ise en fazla toplanan kabakgil türü 29 örnekle kavun olmuştur. En az toplanan tür ise 3 bitki ile acur olmuştur. Toplanan diğer türler ve sayıları ise kabak (20), karpuz (14) ve hıyar (6) olmuştur (Çizelge 2).

Toplanan 72 örneğin DAS-ELISA testi ile analizi sonucunda 10 örneğin CMV ile enfekteli olduğu tespit edilmiştir. Çanakkale ilinden toplanan 25 örneğin 7'si, Balıkesir ilinden toplanan 21 örneğin 1'i ve Bursa'dan toplanan 26 örneğin 2'si CMV ile enfekteli olarak belirlenmiştir. Toplanan örneklerdeki enfeksiyon oranı %13.8 olarak gerçekleşmiştir. En fazla CMV enfeksiyon sayısı 4 bitki ile kavunda tespit edilirken en az enfeksiyon birer örnek ile karpuz ve hıyar bitkilerinden elde edilmiştir. Oransal olarak ise en yüksek enfeksiyon oranı acur örneklerinden elde edilmiştir. Toplanan 3 acur bitkisinin 2'sinde (%66.6) CMV enfeksiyonu tespit edilmiştir (Çizelge 2).



Şekil 1. Çalışma kapsamında arazi çalışmalarının gerçekleştirildiği Güney Marmara Bölgesi'ni oluşturan iller (Parantez içindeki sayılar o ilden toplanan örnek sayılarını ifade etmektedir).

Figure 1. The provinces that constitute the South Marmara region where the field studies are carried out (the numbers in parentheses represent the number of samples collected from that province).

Çizelge 2. Güney Marmara Bölgesi kabakgil üretim alanlarından toplanan ve cucumber mosaic virus ile enfekteli örnek sayıları

Table 2. Numbers of samples collected from cucurbit production areas in South Marmara region and infected with cucumber mosaic virus

Kabakgil Türleri	İller			Toplam
	Çanakkale	Balıkesir	Bursa	
	Enf/Top*	Enf/Top	Enf/Top	Enf/Top
Kavun	3/8	0/6	1/15	4/29
Karpuz	0/5	0/5	1/4	1/14
Kabak	1/7	1/7	0/6	2/20
Hıyar	1/2	0/3	0/1	1/6
Acur	2/3	-/-	-/-	2/3
Toplam	7/25	1/21	2/26	10/72

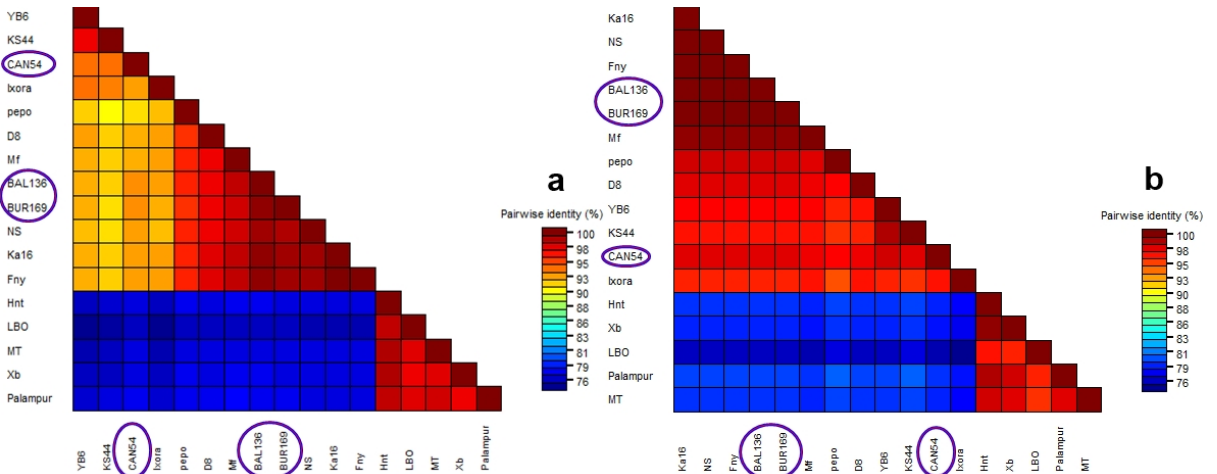
*Top: Toplanan; Enf: Enfekteli

Tekirdağ ilinde kabakgil virüsleri ile ilgili yapılan bir çalışmada toplanan 300 bitkinin %4.6'sında CMV enfeksiyonu bulunduğu bildirilmiştir (Altınay, 2017). Kızmaz ve ark. (2016), Diyarbakır ve Mardin illeri kabakgil üretim alanlarında gerçekleştirdiği çalışmalar sonucunda CMV enfeksiyon oranını % 43.13 olarak bulmuştur. Gümüş ve ark. (2004)'nın bazı kabakgil tohumlarındaki virüs enfeksiyonlarını araştırdıkları çalışmanın sonucunda ise kabakgil tohumlarının % 36.8'inde CMV enfeksiyonu bulduklarını belirtmişlerdir. Yukarıda verilen ve ülkemizde kabakgil üretim alanlarında gerçekleştirilen daha birçok çalışmada da CMV enfeksiyon oranlarının birbirine paralel olmadığı görülmektedir (Kaya ve Erkan, 2011; Korkmaz ve ark., 2018). Bu sonuçlar kabakgil üretim alanlarında CMV enfeksiyon oranının yıldan yıla ve/veya bölgelere göre değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında toplanan tüm örneklerin, oldukça tipik virüs ve virüs benzeri semptom göstermesine rağmen % 86.7'sinde CMV enfeksiyonunun bulunması, CMV açısından sağlıklı olduğu tespit edilen ancak tipik virüs belirtisi gösteren diğer örneklerin farklı bir veya birden çok virüs ile enfekteli olma ihtimalini de güçlendirmektedir.

Nitekim ülkemiz kabakgil üretim alanlarında son yıllarda yapılan çalışmalar neticesinde özellikle Potyvirus cinsine ait virüs hastalıklarının enfeksiyonlarının ön planda olduğu rapor edilmiştir. Örneğin Topkaya et al. (2019), Ankara ve Antalya illeri kabakgil üretim alanlarında yoğun olarak *zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV) ve *watermelon mosaic virus* (WMV) enfeksiyonlarını bildirmişlerdir. Tokat ili kabakgil üretim alanlarında gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise araştırmacılar araziden aldıkları örneklerde en fazla enfeksiyon oranına sahip viral etmeni WMV olarak rapor etmişlerdir (Korkmaz ve ark., 2018). Doğu Akdeniz Bölgesi kabakgil üretim alanlarında gerçekleştirilen bir çalışmada ise bölgede WMV enfeksiyon oranı %46.7 olarak bildirilmiştir (Keçe ve Kamberoğlu, 2016). Ülkemizin farklı bölgelerinde gerçekleştirilen ve bu çalışmadan elde edilen enfeksiyon oranları dikkate alındığında ülkemiz kabakgil üretim alanlarında CMV'nin kabakgillerin majör viral hastalıkları içerisinde bulunmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu bağlamda ülkemiz kabakgil üretim alanlarındaki viral etmenlerin geniş alanlarda gerçekleştirilecek arazi çalışmaları sonucunda mümkün olduğunca fazla virüs hastalığı dikkate alınarak belirlenmesinin faydalı sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

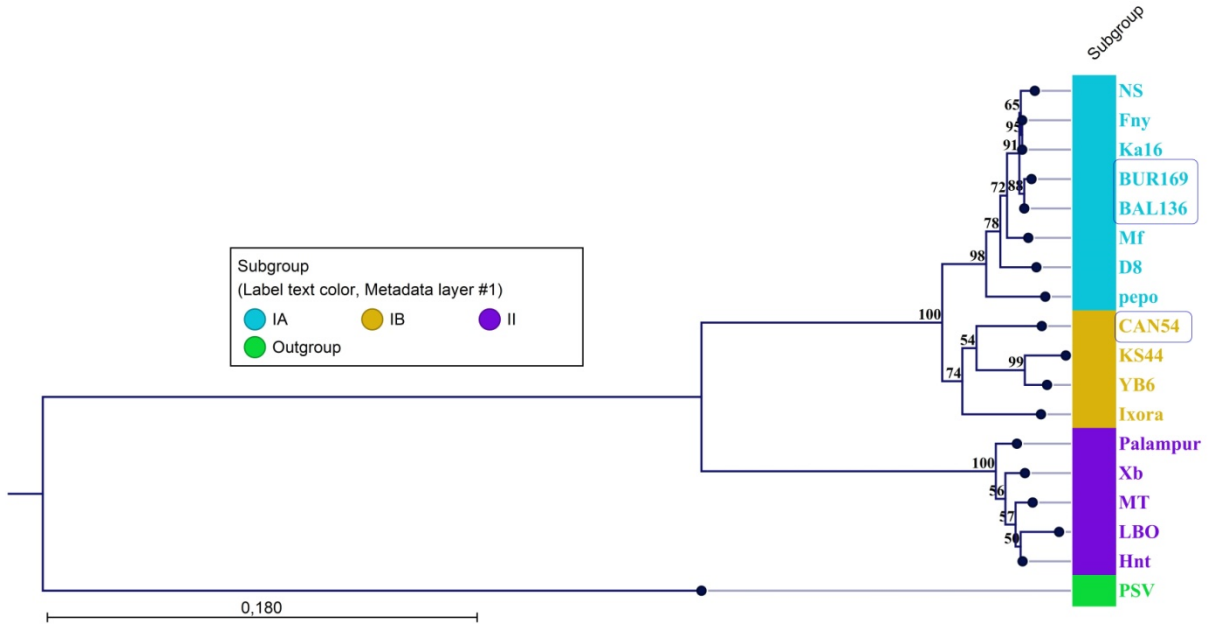
CMV'nin kılıf proteini (CP) gen bölgesine ile gerçekleştirilen moleküler karakterizasyon çalışmaları sonucu GMB CMV izolatlarının bir birleri ile nükleotit düzeyinde %93,15-99,70 oranında, amino asit düzeyinde ise bu izolatların %97,71-100 oranında benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Seçilen dünya izolatları ile gerçekleştirilen karşılaştırmalar sonucunda ise GMB izolatlarının nükleotit ve amino asit düzeyinde %76-100 benzerlikler gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 2). Ülkemizde daha önceden CMV izolatlarının moleküler karakterizasyonu ile ilgili olarak gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda da ülkemiz CMV izolatlarının dünya izolatları ile yüksek oranda sekans homolojisine sahip olduğu bildirilmiştir (Karanfil ve Korkmaz, 2017; Güneş and Gümüş; 2019). Genel olarak nükleotit düzeyindeki benzerlik matrislerinde 3 rengin, amino asit temelli benzerlik matrislerinde ise 2 rengin baskın olduğu görülmektedir. Nükleotit temelli benzerlik matrisinde CMV altgrupları olan IA, IB ve II'nin belirgin olarak ayrıldığı görülürken, amino asit temelli benzerlik matrisinde IA ve IB'nin birbirleri ile artan benzerlik oranları sebebiyle sekans benzerliği yönünden birbirine yaklaştığı ve matrisin I ve II olarak ayrıldığı görülmektedir.



Şekil 2. Güney Marmara Bölgesi cucumber mosaic virus izolatlarının birbirleri ve dünya izolatları ile nükleotit (a) ve amino asit (b) düzeyinde göstermiş oldukları benzerlik oranları.

Figure 2. Similarity rates of South Marmara region and world cucumber mosaic virus isolates at nucleotide (a) and amino acid (b) levels.

Gerçekleştirilen filogenetik analizler sonucunda ise GMB izolatlarının altgrup I içinde olduğu bulunmuştur. BUR169 ve BAL136 CMV izolatları altgrup IA'da bulunurken, CAN54 izolatının ise altgrup IB'de olduğu bulunmuştur (Şekil 3). Ülkemizde daha önceden CMV ile gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda da altgrup IA izolatlarının yaygın olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Çağlar, 2006; Ohshima et al., 2016). Bununla birlikte Çanakkale ili börülce üretim alanlarında CMV enfeksiyonu ile ilgili olarak gerçekleştirilen başka bir çalışma da altgrup IB varlığı saptanmıştır (Karanfil ve Korkmaz, 2017). Bu bağlamda CMV izolatlarının coğrafik orijinlerinin filogenetik grupları etkileyebileceği düşünülmektedir (Ohshima et al., 2016). Bununla birlikte Doğu Akdeniz Bölgesi'nde gerçekleştirilen bir çalışmada kavun CMV izolatının IA alt grubunda olduğunun bulunması da genel olarak ülkemiz kabakgil üretim alanlarında altgrup IA'nın daha yaygın olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır (Çağlar, 2006).



Şekil 3. Güney Marmara Bölgesi cucumber mosaik virus izolatlarının filogenetik ilişkileri (Filogenetik ağaç neighbor-joining metodu ile kiamura 80 parametresi uygulanarak 1000 tekrarlı bootstrap analizi ile oluşturulmuştur. Ayrıca filogenetik ağaçta %50 bootstrap eşiği uygulanmıştır. Peanut stunt virus; PSV dış grup olarak kullanılmıştır).

Figure 3. Phylogenetic relationships of cucumber mosaic virus isolates of South Marmara region (The phylogenetic tree was created by the neighbor-joining method by applying kimura 80 parameters with 1000 repetitive bootstrap analysis. Also, 50% bootstrap threshold was applied in the phylogenetic tree. Peanut stunt virus; PSV was used as an outgroup group).

SONUÇ

Gerçekleştirilen bu çalışma ile ülkemizde ilk kez GMB kabakgil üretim alanlarında CMV enfeksiyonu tespit edilerek kılıf proteini (CP) gen bölgesinin moleküler karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca GMB CMV izolatlarının CP genlerine ait sekansların gen bankasına kaydı yapılarak NCBI'da ülkemiz orijinli kabakgil CMV izolatlarının olması sağlanmıştır. Genel olarak çalışma bölgesi kabakgil üretim alanlarında CMV enfeksiyon oranının düşük bulunmasına rağmen daha geniş kabakgil alanlarında gerçekleştirilecek CMV sörveyleri ile elde edilecek izolatların tüm genom bilgileri kullanılarak genetik çeşitliliğinin belirlenmesi gerektiği düşünülmektedir. Böylelikle ülkemiz kabakgil üretim alanlarında CMV izolatlarının moleküler olarak popülasyon yapıları ve coğrafi dinamikleri tam anlamıyla ortaya çıkarılabilecektir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-2019-2873.

KAYNAKLAR

- Altınay, N. 2017. Tekirdağ ilinde bazı kabakgil türlerinde virüs enfeksiyonlarının belirlenmesi. NKÜ. Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, Yüksek Lisans Tezi, 73 s.
- Belçer, Ö. & S. Açıkgöz, 2005. Ege ve Marmara bölgelerindeki zeytin fidanlıkları ve ağaçlarında görülen bazı virüs hastalıklarının ELISA testi ile saptanması. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2(1): 79-84.
- Buzkan, N., B.B. Arpacı, V. Simon, H. Fakhfakh & B. Moury, 2013. High prevalence of poleroviruses in field-grown pepper in Turkey and Tunisia. Archives of Virology, 158(4): 881-885.
- Clark, M.F. & A.N. Adams, 1977. Characteristics of the Microplate Method of Enzyme-Linked Immuno Sorbent Assay for the Detection of Plant Viruses. Journal of General Virology, 34(3): 475-483.
- Çağlar, B.K. 2006. Hıyar mozaik virüsü (CMV)'nün kavun (CMV-K), domates (CMV-D), biber (CMV-B) izolatlarının biyolojik, serolojik, moleküler yöntemlerle karakterizasyonu ve satellit RNA'lerin virüs üzerindeki etkisi. ÇU. Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, Doktora Tezi, 89 s.
- Ergün, M., S. Erkan & İ.C. Paylan, 2013. Cucumber mosaic virus in globe artichoke in Turkey. Canadian Journal of Plant Pathology, 35(4): 514-517.
- Erkan, S., M. Gümüş, İ.C. Paylan, İ. Duman & M. Ergün, 2013. İzmir ili ve çevresindeki bazı kışık sebzelerde görülen viral etmenlerin saptanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 50(3): 311-322.
- Gümüş, M., S. Erkan & S. Tok, 2004. Bazı kabakgil türlerinin tohumlarındaki viral etmenlerin saptanması üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(1): 49-56.
- Güneş, N. & M. Gümüş, 2019. Detection and characterization of tomato spotted wilt virus and cucumber mosaic virus on pepper growing areas in Antalya. Journal of Agricultural Sciences, 25(3): 259-271.
- Jacquemond, M. 2012. Cucumber mosaic virus. Advances in Virus Research, 84: 439-504.
- Karanfil, A., & S. Korkmaz, 2017. Çanakkale ili börülce üretim alanlarında hıyar mozaik virüsü (cucumber mosaic virus; CMV)'nün tespiti ve kılıf protein genine göre moleküler karakterizasyonu. Bitki Koruma Bülteni, 57(3): 293-304.
- Kaya, A., & S. Erkan, 2011. Detection and incidence of viruses in cucurbits grown in Izmir, Aydın, Manisa and Balıkesir provinces. Bitki Koruma Bülteni, 51(4): 387-405.
- Keçe, M.A. & M.A. Kameroğlu, 2016. Doğu Akdeniz Bölgesi'nde karpuz yetiştirilen alanlarda karpuz mozaik virüsü (WMV-2)'nün biyolojik, serolojik ve moleküler olarak belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 13(3): 156-164.
- Kızmaz, M.Z., A. Sağır & S. Baloğlu, 2016. Diyarbakır ve Mardin illeri kabakgil üretim alanlarında görülen viral hastalıkların yaygınlıklarının ve etmenlerinin belirlenmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(4): 397-406.
- Korkmaz, F., Ş. Topkaya & Y. Yanar, 2018. Tokat kabakgil üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan virüslerin belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 7(2): 46-56.
- Köklü, G. & Ö. Yılmaz, 2006. Occurrence of cucurbit viruses on field-grown melon and watermelon in the Thrace region of Turkey. Phytoprotection, 87(3): 123-130.
- Li, R., R. Mock, Q. Huang, J. Abad, J. Hartung & G. Kinard, 2008. A reliable and inexpensive method of nucleic acid extraction for the PCR-based detection of diverse plant pathogens. Journal of Virological Methods, 154(1-2), 48-55.
- Muhire, B.M., A. Varsani & D.P. Martin, 2014. SDT: A virus classification tool based on pairwise sequence alignment and identity calculation. PLoS One, 9, 0108277.
- Ohshima, K., K. Matsumoto, R. Yasaka, M. Nishiyama, K. Soejima, S. Korkmaz, S.Y.W. Ho, A.J. Gibbs & M. Takeshita, 2016. Temporal analysis of reassortment and molecular evolution of cucumber mosaic virus: Extra clues from its segmented genome. Virology, 487, 188-197.
- Palukaitis, P. & F. Garcia-Arenal, 2003. Cucumoviruses. Advances in Virus Research, 62: 241-323.
- Palukaitis, P., M.J. Roossinck, R.G. Dietzgen & R.I. Francki, 1992. Cucumber mosaic virus. Advances in Virus Research, 41, 281-348.

- Price, W.C. 1934. Isolation and study of some yellow strains of cucumber mosaic virus. *Phytopathology*, 24, 743–761.
- Roossinck, M.J., L. Zhang & K.H. Hellwald, 1999. Rearrangements in the 5' nontranslated region and phylogenetic analyses of Cucumber mosaic virus RNA 3 indicate radial evolution of three subgroups. *Journal of Virology*, 73(8), 6752-6758.
- Sarı, S., 2015. Samsun ilinde yetiştirilen yazlık sebzelerde enfeksiyon oluşturan Cucumber mosaic virus (CMV) izolatlarının karakterizasyonu ve konukçu-simptom-satellit RNA ilişkilerinin araştırılması. OMÜ. Fen Bil. Ens., Bitki Koruma ABD, Yüksek Lisans Tezi, 89 s.
- Topkaya, S., C. Desbiez & F. Ertunc, 2019. Presence of cucurbit viruses in Ankara and Antalya province and molecular characterization of coat protein gene of zucchini yellow mosaic virus Turkish isolates. *Fresenius Environmental Bulletin*, 28(4): 2442-2449.
- Zitter, T.A. & J.F. Murphy, 2009. Cucumber mosaic. *Plant Health Instructor*, DOI: 10.1094. PHI-I-2009-0518-01.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):247-252
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.697540>

Çiğdem COŞKUN HEPCAN^{1*} 

Aybüke CANGÜZEL¹ 

¹ Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj
Mimarlığı Bölümü, İzmir/Türkiye

² Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

cigdem.coskun.hepcan@hotmail.com

Anahtar Kelimeler: Düzenleyici ekosistem
servisi, İzmir, yeşil koridor, yol ağacı,

Keywords: Regulating ecosystem services,
İzmir, green corridor, street trees,

Bornova üniversite caddesi yol ağaçlarının hava kalitesi üzerine etkisi

Air quality effects of Bornova university street trees

Alınış (Received): 02.03.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 02.07.2020

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada İzmir kenti Bornova ilçesinde bulunan Ağaçlı Yol olarak bilinen 2.5 km uzunluğundaki Üniversite Caddesinde yer alan yol ağaçlarının hava kalitesini iyileştirmesine yönelik ekosistem servisinin hesaplanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem: Araştırma materyalini Üniversite Caddesinde bulunan yol ağaçları oluşturmaktadır. Araştırmada yolun her iki kıyısında bulunan yetişkin demir ağaçlarının (*Casuarina equisetifolia*) coğrafi konumları ile boy, taç genişliği, taç yüksekliği, gövde kalınlığı gibi fiziksel özellikleri yapılan ölçümlerle belirlenmiş ve ağaç envanteri hazırlanmıştır. Bu ağaçların yıl içinde hava kalitesini iyileştirme ekosistem servisi kuru çöküntü yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.

Araştırma Bulguları: Çalışmada, 483 adet demir ağacının bir yılda atmosferden 161 kg kirlenici (O₃, NO₂, SO₂, PM10) toplama potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: İzmir kentinin en eski ağaçlı yollarından biri olan ve bu yeşil koridor ekolojik özellikleriyle kentin hava kalitesinin iyileştirilmesine ve kent halkının yaşam kalitesinin yükselmesine olumlu katkıda bulunmaktadır. Ağaçların hava kalitesini iyileştirme fonksiyonlarının kirlenici kaynaklarına yakın olduğu durumlarda yüksek olması nedeniyle koridorun yol kıyısında bulunması sağladığı etkiyi arttırmaktadır. Sonuç olarak kent içindeki yeşil koridorların sağladığı ekosistem servislerinin niceliksel olarak ortaya konulması, ekolojik kalitesi yüksek yeşil alanlara sahip, dayanıklı kentlerin oluşmasına katkı sağlayacaktır.

ABSTRACT

Purpose: The aim of this research is to estimate the air purification ecosystem services of street trees of University Street.

Materials and Methods: Australian pine trees (*Casuarina equisetifolia*) located on the both side of the University Street were the research materials. Geographic locations, and physical characteristics such as tree height, crown width/height, and diameters of breast height of the trees were measured in the field. In this research, the air purification regulating ecosystem services provided by the trees in the green corridor was calculated by using dry deposition.

Results: In this research, the air pollutant removal capacity of the 453 trees was estimated 161 kg year (O₃, NO₂, SO₂, PM10).

Conclusion: As one of the oldest green corridors in İzmir, the University Street helped to improve the health and well-being of residents by reducing air pollutants. Trees can improve air quality by intercepting pollutants through their leaves depending on their ecological characteristics, climate and environmental conditions. The air pollutant removal capacity of trees is high when they close to the source of the pollutant. As a roadside green corridor, the benefits of the University Street is high. Therefore, calculating their ecosystem services of urban green corridors will help to create resilient cities with high ecological value.

GİRİŞ

Kentsel açık-yeşil alan sisteminin temel bileşenlerinden olan ağaçlı yollar ve caddeler koridor işlevine sahip olmalarının yanı sıra ısı adası etkisini azaltma, yağış suyunun hızını düşürme ve toprağa sızmasını sağlama, hava kalitesini iyileştirme, besin ve barınma ortamı sağlayarak biyolojik çeşitliliği destekleme gibi çok sayıda ekosistem servisleri sağlayarak kent ekolojisinin iyileşmesine ve kent halkının yaşam kalitesinin yükselmesine olumlu katkıda bulunur (MEA, 2005; Forman 2014).

Hava kirliliği günümüzde kentlerin başta gelen problemlerinden biridir (Fenn et al. 2002; Coskun Hepcan ve Hepcan, 2017). Hava kirliliğine neden olan kirleticiler atmosferde partikül madde (PM2.5 - boyutları 2.5 mikrondan küçük ve PM10 - boyutları 2.5-10 mikron arasında) ve gaz (ozon O3, nitrojendioksit-NO2, sülfurdioksit-SO2) formlarında bulunur (Forman 2014).

Fosil yakıt tüketimi hava kirliliğini artırır ancak kirlilik sadece kış aylarında ortaya çıkan bir sorun değildir. Sıcak ve kuru hava koşulları atmosferdeki kirletici konsantrasyonunun yükselmesine neden olur (Berberoğlu et al., 2019). Kirleticiler canlılarda solunum ve kalp damar sistemlerini etkileyerek çeşitli sağlık sorununun ortaya çıkmasına neden olur (Schlesinger, 2007). Yaşlı ve çocuklar bu durumdan daha fazla etkilenir.

Bitki örtüsüyle kaplı yeşil alanlar bitkilerin ekolojik özellikleri, iklim ve çevre koşullarına bağlı olarak atmosferde bulunan kirleticileri filtre ederek hava kalitesini iyileştirir. Ağaçlar havadaki kirleticileri solunum sırasında yapraklarındaki stomalardan absorbe ederek ya da yapraklarıyla atmosferdeki kirleticileri tutarak buldukları ortamın hava kalitesini iyileştirir. Yaprak yüzeyinde tutulan bu kirleticiler ağaç yaprak dökene ya da yapraklar yağışla yıkanana kadar bitki üzerinde kalır (Nowak et al. 2006). Ağaçların hava kalitesini iyileştirme fonksiyonları kirletici kaynaklarına yakın olduğu durumlarda yüksektir (Freer-Smith et al. 2005).

Bu nedenle birçok kentte iklim değişikliğine adaptasyon uyum çalışmalarının odağında atmosfere verilen kirletici miktarının düşürülmesi, kirlilik kaynağı olan yolların yeşil koridorlar oluşturacak şekilde ağaçlandırılması ve bu koridorların sağladığı ekosistem servislerinin hesaplanmasına yönelik çalışmalar yürütülmektedir (Shan et al. 2007; Yong et al.2010; Tallis et al. 2011; Baro et al. 2014).

Bu çalışmada Üniversite Caddesinde (Bornova Ağaçlı Yol) bulunan ağaçların sağladığı hava kalitesini iyileştirme ekosistem servisinin hesaplanması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Araştırma materyalini Bornova ilçesinde Kuzeydoğu-Güneybatı yönünde 2.5 km uzunluğundaki Üniversite Caddesi bulunan yol ağaçları oluşturmaktadır (Şekil 1). Bornova ağaçlı yol olarak bilinen 6 m genişliğindeki çift şeritli bu cadde, Evka 3 - Konak metro hattına paralel doğrusal bir aksta yer almaktadır. Üniversite ve kamu kurumlarına ait yerleşkeler arasında bağlantı oluşturan bu yolun her iki kenarında yer alan 3 m genişliğindeki kaldırımlarda 1955 yılında dikildikleri tahmin edilen yetişkin demir ağaçları (*Casuarina equisetifolia*) bulunmaktadır.

Yöntem

Araştırmada Üniversite Caddesinde bulunan yol ağaçlarının atmosferdeki kirleticileri tutarak hava kalitesinin iyileştirilmesine yönelik sağladığı ekosistem servisleri hesaplanmıştır. 2017 yılı Eylül-Aralık ayları arasındaki arazi çalışmalarında cadde üzerinde bulunan ağaçların coğrafi konumları ile boy, taç genişliği, taç yüksekliği, gövde kalınlığı gibi fiziksel özellikleri yapılan ölçümlerle belirlenmiş ve ağaç envanteri hazırlanmıştır.

Gaz ve partikül madde formundaki kirleticiler atmosferden yağışlı dönemlerde ıslak çökme, yağışsız dönemlerde kuru çökme şeklinde uzaklaşır. Kirleticilerin yakınından geçtiği bir yüzey tarafından tutulması kuru çökme olarak tanımlanır (McPherson et al., 1998). Kuru çökme atmosferdeki kirletici madde oranı, kirleticinin niteliği, iklim koşulları ve çökme yüzeyi özellikleri gibi çok sayıda faktöre bağlı

olarak değişir. Yaprak yüzeyinde meydana gelen kuru çökeltme, stomalar tarafından kontrol edilir. Bu nedenle stomaların açık olduğu gelişme dönemlerinde çökeltme hızı daha yüksektir (Fowler, 2002; Wang and Zhou, 2000).

Üniversite Caddesinde bulunan ağaçların taç örtüsüyle atmosferden uzaklaştırdığı kirletici miktarı kuru çöküntü yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir (McPherson et al., 1998; Baldocchi et al., 1987). SO₂, NO₂ ve PM₁₀ için kuru çökeltme hız değeri ilgili literatürden 0.55, 0.37, 0.64 cm sn⁻¹ olarak kabul edilmiştir (Lowett, 1994; Nowak et. al., 1994):

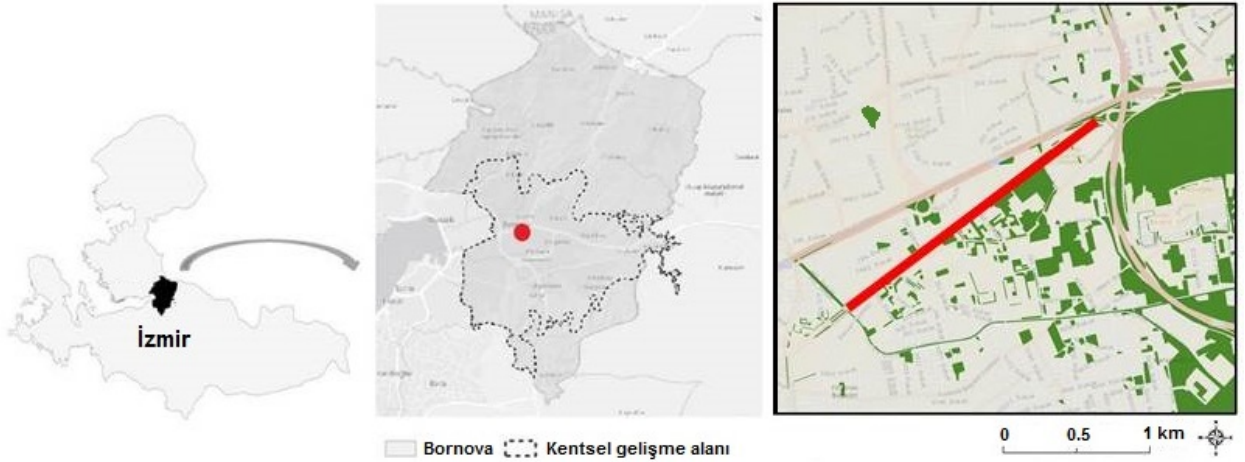
$$F_i = Vd(cm/sn) \times C(g/m^3)$$

$$Fit = F_i \times A \times T$$

$$F = \sum_{i=1}^n Fit$$

F: kuru çökeltme akışı (mg m² gün), VD: çökeltme hız değeri, T: zaman aralığı, A: alan, C: atmosferde bulunan kirletici konsantrasyonunu (mg m³) tanımlar.

Çalışmada ağaç türü, taç örtüsü yoğunluğu, yaprak yüzey alanı; arazi gözlemleri ile ağaç türüne özgü geçmiş çalışmalar dikkate alınarak belirlenmiştir. Kuru çöküntü yönteminin hesaplanmasında Çevre Şehircilik Bakanlığı Ulusal Hava Kalite İzleme Ağı Bornova istasyonu 2017 yılına ait hava kirliliği verilerinden yararlanılmıştır (CSB, 2017). İklim verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir (MGM, 2017).



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu.

Figure 1. The location of the study area.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırma alanında yolun iki kiyisinde 216 ve 267 adet olmak üzere toplam 483 adet yetişkin demir ağacı bulunduğu belirlenmiştir. Kaldırımların araç yoluna yakın kenarlarında 5 m aralıklarla dikilmiş olan bu ağaçlar yaklaşık 1 metrekarelik bitki dikim çukurlarında yer almaktadır. Boyları 8-23 m, tac genişlikleri 2-8 m arasında değişen ağaçların büyük bölümü 16-20 m boy ve 3.5-5 m taç genişliği ve 1.50 – 3 m gövde kalınlığına sahiptir.

Zaman içinde çeşitli nedenlerle sağlığını kaybeden yetişkin ağaçların bir kısmının yerine daha genç fidanlar dikilmiştir. Bu nedenle Üniversite Caddesindeki ağaçların tamamı aynı yaş ve gelişme formu özellikleri göstermemektedir. Ayrıca 30 adet ağacın kesilmiş ve yenilenmemiş olduğu belirlenmiştir. Bakım çalışmaları kapsamında tepe sürgünleri ve yan dallarının kesilmiş olması nedeniyle ağaçların büyük bölümü doğal gelişme formuna sahip değildir (Şekil 2).



Şekil 2. Üniversite caddesi.

Figure 1. University Street.

Bu çalışmada Üniversite Caddesindeki yol ağaçlarının taç örtüsünün 1.88 ha genişliğinde olduğu belirlenmiştir. Ağaçların yaprak yüzey alanı ise 10.92 ha olarak hesaplanmıştır. Ağaçların yapraklarıyla bir yılda atmosferden 141.9 kg O₃, 1.29 kg NO₂, 15.61 kg SO₂, 2.41 kg PM10 olmak üzere toplam 161.61 kg (8.5 gr m²) kirletici uzaklaştırma potansiyeline sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Ağaçlar tarafından atmosferden uzaklaştırılan kirletici miktarı

Table 1. Air pollutant removed from atmosphere

Kirleticiler	Kirletici Uzaklaştırma Potansiyeli (kg)
O ₃	141.9
NO ₂	1.29
SO ₂	15.61
PM10	2.41
Toplam	161.21 kg

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitkilendirilmiş yollar yapı yoğunluğunun yüksek olduğu kentsel peyzajlarda koridor işlevi oluşturmaktadır. Üniversite Caddesi İzmir'in en eski ve az sayıdaki ağaçlı yollarından biridir. Sahip olduğu ağaçlar ile bütünleşen bu yol Bornova'daki geniş yeşil alanlar arasında sayılan yerleşkeler arasında bağlantı oluşturması açısından ekolojik öneme sahiptir.

Bitkilerin hava temizleme fonksiyonu yaprak büyüklüğü, şekli, yaprak yüzey alanı gibi bitkilerin fiziksel özelliklerine, ve iklim özellikleri ve hava koşullarına ve atmosferdeki kirlenici miktarına bağlı olarak değişir (Nowak et al. 2006). Bu nedenle farklı çalışmalardan elde edilen değerlerin karşılaştırılması birim alandaki kirlenici tutma miktarı dikkate alınarak yapılmaktadır.

Üniversite Caddesindeki ağaçlar tarafından tutulabilecek kirlenici miktarı 8.5 gr m² belirlenmiştir. Bu değer İzmir'in Balçova ilçesindeki (1.30 gr m²) (Berberoğlu et al. 2019) ve Londra'daki yol ağaçları (3.97 gr m²) için yapılan tahminlerin üzerindedir. Bu durum ağaç türlerinin, dikim aralıklarının ve ağaçların fiziksel özelliklerinin farklı olmasıyla açıklanabilir.

Ağaçların atmosferdeki kirlenicileri filtreleme işlevlerinin kirlenici kaynaklarına yakın olduklarında daha yüksek (Freer-Smith et al. 2005) olması nedeniyle kent içindeki yolların uygun şekilde ağaçlandırılması kentin hava kalitesinin ve kent ekolojisinin iyileştirilmesine olumlu katkıda bulunur. Bornova ilçesindeki kirlilik ölçümleri atmosferdeki kirlenici gazların kış aylarında Ekim, Kasım ve Aralık'ta, yaz aylarında ise Temmuz ve Ağustos aylarında yüksek oranlara ulaştığını göstermektedir. Üniversite Caddesinde yer alan demir ağaçları herdem yeşil olması nedeniyle atmosferden kirlenicileri uzaklaştırma işlevlerini yıl boyunca sürdürür.

Ağaçların sağladığı ekosistem servisleri taç yapısıyla doğru orantılıdır. Bu nedenle doğal gelişme formunu koruyan ağaçların sağladığı ekosistem servisleri yüksektir (Nowak et al. 2006). Araştırma alanındaki birçok ağaç sert bir şekilde budanmıştır. Gövdenin üst kısmının belirli bir yükseklikten tamamen kesilmesi şeklinde yapılan sert budamalar ağaçların sağlığını olumsuz etkilemekte ve yaşam sürelerini kısaltmasına neden olmaktadır. Ağaç gövdelerinde oluşan bu geniş yüzeyli yaraların ağaç tarafından kapatılması mümkün değildir. Ağaçları mantar ve böceklerle karşı dayanıksız hale getiren bu budamalar ayrıca ağaçların düzensiz bir şekilde dal geliştirmesine yol açmakta ve ağaçların doğal büyüme formlarını kaybetmesine yol açmaktadır. Taç örtüsünün küçültüldüğü durumlarda bu yararlar azalmaktadır. Ne yazık ki Üniversite caddesindeki ağaçların tac ortusu yan dallarının ve tepe surgunlerinin kesilmesine bağlı olarak kucultulmaktadır.

Bunun yanı sıra yaşlı ve yetişkin ağaçların bulunduğu yeşil alanların ekolojik değeri yüksektir (Forman 2014). Bu nedenle kent içinde Üniversite Caddesi gibi yetişkin ağaçlar içeren bulvarların korunması ve yönetilmesi kent ekolojisi açısından önemlidir.

Açık-yeşil alanlardaki mevcut bitki varlığının fiziksel özelliklerinin bilinmesi ve bu verilerin düzenli olarak güncellenmesi kentsel açık-yeşil alan yönetimi çalışmalarına büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu veriler kentteki mevcut koridorların sağladığı ekosistem servislerinin niceliksel olarak ortaya konulması açısından önemlidir.

Bornova ilçesi ve İzmir kentindeki benzer karaktere sahip ağaçlı yolların sağladığı ekosistem servislerinin hesaplanması bu alanların korunması ve iyileştirilmesine yönelik önlemlerin alınmasını sağlayacaktır.

Sonuç olarak kent içinde yeşil koridorlar oluşturulurken seçilecek bitki türlerinin bu alanlardan beklenen ekosistem servisleri dikkate alınarak belirlenmesi ekolojik kalitesi yüksek yeşil alanlara sahip dayanıklı kentlerin oluşmasına katkı sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 2016-ZRF-012 nolu proje kapsamında hazırlanmış olup, projeyi destekleyen Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu ile arazi çalışmalarını gerçekleştiren peyzaj mimarı S. Elvan Gündüzlü, Cihan Orpak ve Mahmut Turgut Çakır'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Baldocchi, D.D., B.B. Hicks, P. Camara, 1987. A canopy stomatal resistance model for gaseous deposition to vegetated surfaces. *Atmospheric Environment*, 21(1): 91–101.
- Baro, F., L. Chaparro, E.J. Gomez-Baggethun, D.J. Nowak, J. Terradas, 2014. Contribution of Ecosystem Services to Air Quality and Climate Change Mitigation Policies: The Case of Urban Forests in Barcelona, Spain. *AMBIO*, 43(4): 466–479.
- Berberoğlu, S., A. Çilek, Y. Ünlükaplan, 2019. A Framework for Resilient Cities: Green Infrastructure Based on Adaptation Project Modelling, Mapping, Analysis and Training, Eds. H. Alphan, C. Coşkun Hepcan. PARDUS, Ankara, 168pp.
- Coşkun Hepcan, C., Ş. Hepcan, 2017. Ege Üniversitesi Lojmanlar Yerleşkesinin Hava Kalitesinin İyileştirilmesine Yönelik Düzenleyici Ekosistem Servislerinin Hesaplanması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1): 113- 120.
- ÇŞB, 2017. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Hava İzleme Kalite Ağı Verileri, (Erişim tarihi: Ocak 2018).
- Jauregui, E. 2002. The Climate of the Mexico City Air Basin: Its Effects on the Formation and Transport of Pollutant, In: *Urban Air Pollution and Forests Resources at Risk in the Mexico City Air Basin*, Eds. M.E. Fenn, L.I. de Bauer, T. Hernandez-Tejeda. Springer, New York, 387 pp.
- Forman, R.T.T., 2014. *Urban ecology science of cities*. Cambridge University Press, 462 pp. ISBN-13: 978-052118824.
- Fowler, D., 2002. Pollutant deposition and uptake by vegetation, In: *Deposition and Uptake by Vegetation second ed.*, Eds. J.N.B., Bell, M. Treshow, John Wiley and Sons Ltd, West Sussex, England, 43-67 pp.
- Freer-Smith, P., K. Beckett, G. Taylor, 2005. Deposition velocities to *Sorbus aria*, *Acer campestre*, *Populus deltoides x trichocarpa 'Beaupre'*, *Pinus nigra* and *x Cupressocyparis leylandii* for coarse, fine and ultra-fine particles in the urban environment. *Environmental Pollution*, 133(1): 157-167.
- Lovett, G.M. 1994. Atmospheric deposition of nutrients and pollutants in North America: an ecological perspective. *Ecological Application*, 4(4): 629-650.
- McPherson, E.G., K.I. Scott, J.R. Simpson, 1998. Estimating cost effectiveness of residential yard trees for improving air quality in Sacramento, California, using existing models. *Atmospheric Environment*, 32(1): 75–84.
- MEA, 2005. Millenium ecosystem assessment. *Ecosystems and Human Well-Being*. Island Press, DC: Island). Washington DC, USA.
- MGM, 2017. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü İklim Verileri.
- Nowak, D.J. 1994. Air pollution removal by Chicago's urban forest. In: McPherson, E.G, Nowak, D.J., and Rowntree, R.A. *Chicago's Urban Forest Ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project*. USDA Forest Service General Technical Report NE-186, 63-81 pp.
- Nowak, D.J., D.E. Crane, J.C. Stevens, 2006. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry and Urban Greening*, 4(3): 115-123.
- Schlesinger, R.B. 2007. The health impact of common inorganic components of fine particulate matter in ambient air: a critical review. *Inhalation toxicology* 19(10): 811-832.
- Shan, Y., C. Jingping, C. Liping, S. Zhemin, Z. Xiaodong, W. Dan, W. Wenhua, 2007. Effects of vegetation status in urban green spaces on particle removal in a street canyon atmosphere. *Acta Ecologica Sinica*, 27(11): 4590-4595.
- Tallis, M., G. Taylor, D. Sinnett, P. Freer-Smith, 2011. Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. *Landscape and Urban Planning*, 103(2): 129-138.
- Wang, Y., G. Zhou, 2000. Analysis on quantitative simulation of stomatal conductance of *Aneurolepidium chinense*. *Acta Phytocologica Sinica*, 24(6): 739-743.
- Yong, H., L. Lei, L. WeiXing, M. LiQiang, 2010. Air purification efficiency of thirty species of landscape trees in northern China. [Journal of Northeast Forestry University](#), 38 (5):37-39.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):253-261
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.717528>

Harun DAYSAL¹ 

Nevin DEMİRBAŞ² 

¹ Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, İzmir/Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım
Ekonomisi Bölümü, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:
nevin.demirbas@ege.edu.tr

Anahtar sözcükler: Gıda israfı, hane gıda
israfı, İzmir, tüketici

Keywords: Food waste, household food
waste, İzmir, consumer

Tüketicilerin gıda israfının önlenmesine yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesi: İzmir ili örneği

Determination of consumers' attitude and behavior on food waste prevention: The case of İzmir

Alınış (Received): 09.04.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 02.07.2020

ÖZ

Amaç: Bu çalışmanın amacı, tüketicilerin gıda israfının önlenmesine yönelik tutum ve davranışlarını belirlemek ve gıda israfının azaltılması için öneriler geliştirmektir.

Materyal ve Yöntem: Araştırmanın verileri, İzmir'de nüfusun en yoğun olduğu beş ilçede toplam 150 tüketici ile yüz yüze yapılan anketlerden elde edilmiştir. Kavramsal çerçeve, literatürde gıda israfına yönelik davranışlar üzerinde etkili olduğu belirlenmiş faktörler bir araya getirilerek geliştirilmiştir. Bu faktörleri değerlendirmek ve değişkenleri, gıda israfı davranışının ayrı ve bağımsız alt boyutlarını temsil eden yapıları ayırmak için faktör analizinden yararlanılmıştır.

Araştırma Bulguları: Araştırmanın bulgularına göre, "kişisel", "ekonomik", "fayda", "planlama" ve "endişe" isimlendirilen faktör gruplarıdır. En fazla taze meyve ve sebze israf edilirken, kırmızı et ve et ürünleri israf edilmemektedir.

Sonuç: Tüketiciler gıda israf ettiklerinin farkında ve kişisel olarak bunu azaltmanın yollarını denemeye istekli bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, tüketicilerin gıda israf etmeme davranışını geliştirebilmesi için bazı önerilerin oluşturulmasına rehberlik etmiş ve bu önerilere makalede yer verilmiştir.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to determine the attitudes and behaviors of consumers towards preventing food waste and to develop suggestions for reducing food waste.

Material and Methods: The data of the research were obtained from face-to-face surveys with 150 consumers in five districts with the highest population in İzmir. The conceptual framework has been developed in the literature by combining the factors that are stated to be effective on behaviors related to food waste. Factor analysis was used to evaluate these factors and to separate the variables into structures that represent separate and independent sub-dimensions of food waste behavior.

Results: According to the results of the research, factor groups were named as 'personal', 'economic', 'utility', 'planning' and 'concern'. Most products that are wasted while fresh fruits and vegetables, meat and meat products are not wasted.

Conclusion: Consumers were aware that they were wasting food and were willing to try ways to reduce waste. Some suggestions are also included in the article so that consumers can improve their non-food waste behavior.

GİRİŞ

Artan dünya nüfusu ile birlikte beslenme gereksinimi ve gıda güvencesizliği de artmaktadır. Gıda israfı ciddi çevresel ve sosyo-ekonomik sorunlar doğurmakta (Stefan et al., 2013), dolayısıyla gıda israfının önlenmesi, kaynakların daha etkin kullanılması ve gelecek nesiller için yaşanabilir bir dünya bırakmak adına son derece önemlidir. Bu açıdan, gıda kayıp ve israfının azaltılması, tüm ülkelerin gıda güvencesi açısından birinci önceliğidir (Demirbaş, 2019). Gıda israfı insan tüketimi için uygun ancak tüketici seviyesinde farklı nedenlerle değerlendirilmeden atılan gıdalardır (Oral, 2015).

Dünyada gıda israfı giderek tartıőılan bir konu olmakla birlikte, israf miktarları ve kompozisyonu üzerine çok az güvenilir veri bulunmaktadır (Lebersorger & Schneider, 2011). Bununla birlikte, son yıllarda gıda israfına yönelik farkındalık dünya çapında artmaktadır (Evans et al., 2012; Kummu et al., 2012; Beretta et al., 2013; Quested et al., 2013; Jörissen et al., 2015) ve israfın her yıl yenebilir gıdaların üçte biri kadar olduğu tahmin edilmektedir (FAO, 2006; Gustavsson et al., 2011). Gıda israfı, geliőmekte olan ve gelişmiş ülkelere göre daha fazla ortaya çıkmaktadır (Dorward, 2012). Kalite standartları, gıdanın yanlış işlemlerden geçirilmesi, zayıf saklama koşulları, planlama eksikleri, gıda ürününde tavsiye edilen tüketim tarihlerine dikkat edilmemesi, pişmiş gıdanın serviste tamamen tüketilmemesi ve çevresel faktörler gıda kaybının başlıca sebepleridir (Gustavsson et al., 2011).

Araştırma konusu hem ekonomik hem de sosyo kültürel anlamda farkındalık oluşturulması suretiyle israfın azaltılması ve önlenmesi ile ilgili stratejilerin geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu çalışmanın ana amacı, İzmir ilinde yaşayan tüketicilerin gıda israfına iliőklin farkındalıkları ile gıda israfının önlenmesine yönelik tutum ve davranışlarının belirlenmesidir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Verilerin toplanmasında kullanılan yöntem

Araştırmanın ana kitlesini İzmir ilinin toplam nüfusu oluşturmaktadır. İzmir ili toplam nüfusu 4.279.677'dir (TÜİK, 2018). Araştırmada görüşülen tüketici sayısı oransal örnek hacmi formülüyle hesaplanmıştır (Newbold, 1995).

$$n = \frac{Np(1-p)}{(N-1)\sigma^2_{px} + p(1-p)}$$

Formülden;

n = Örnek hacmi

N = İzmir ili nüfusu

p = Gıda israf eden tüketicilerin oranı (0.50)

σ^2_{px} = Oranın varyansdır.

Araştırmada maksimum örnek hacmine ulaőabilmek için p:0.50 ve (1-p):0.50 kabul edilmiştir. Örnek hacmi, %95 güven aralığı ve %8 hata payı ile 150 olarak belirlenmiştir. Örnek hacmi ilçeler itibariyle, İzmir ilinin en yoğun nüfuslu ilçelerinin il nüfusuna oranına göre dađıtılmıőtır (Çizelge 1). Seçilen beş ilçenin (Buca, Karabağlar, Bornova, Konak, Karşıyaka) nüfusunun toplamı, İzmir ili toplam nüfusunun %50'sini oluşturmaktadır (TÜİK, 2018).

Sorular satın alma, piőtirme, muhafaza ve planlama tutum ve davranıőlarıyla ilgili olduğu için anket yapılan kiőtiler gayeli olarak seçilmiştir (Mallinson et al., 2016; Stancu et al., 2016; Diaz-Ruiz et al., 2018). Bu amaçla, anket soruları gıda alışveriőini gerçekteőtiren ve mutfakta aktif rol oynayan tüketicilere yöneltilmiőtir. Tüketicilerle anketler ilçelerde bulunan market, süper market, semt pazarı, bakkal, kasap, pastane, fırın gibi alışveriş noktalarında 2018 yılının Mayıs-Kasım ayları arasında yapılmıştır.

Çizelge 1. Anketlerin ilçeler itibarıyla dağılımı**Table 1.** Distribution of Surveys by Districts

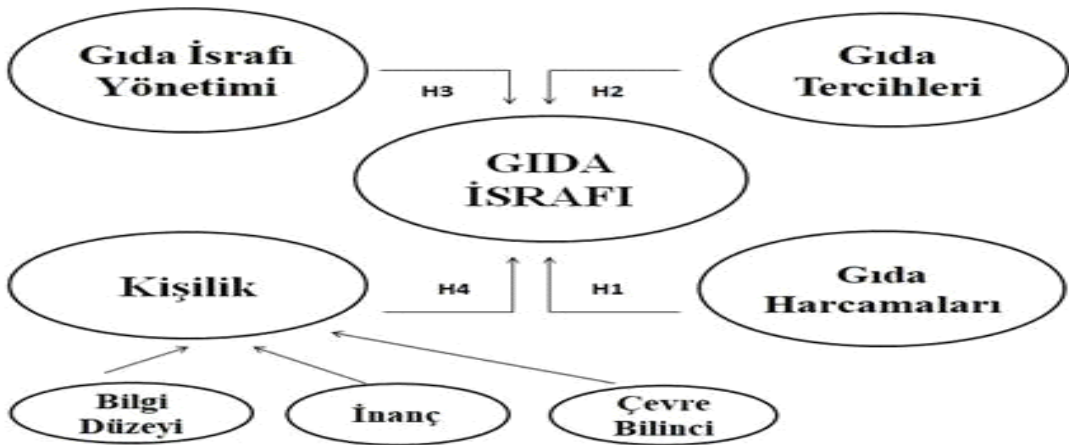
İlçeler	Toplam Nüfus	Görüşülen Tüketici Sayısı
Buca	492.252	35
Karabağlar	480.790	34
Bornova	442.839	31
Konak	363.181	26
Karşıyaka	342.062	24
Toplam	2.121.124	150

Kaynak: TÜİK, 2018.

Verilerin analizinde kullanılan yöntemler

Araştırmada kapsama alınan gıda ürünleri ; taze meyve ve sebze, kırmızı et ve et ürünleri, süt ve süt ürünleri, yumurta, kanatlı et ve ürünleri, balık ve ürünleri, pişmiş yemek, paketlenmiş gıda, ekmek ve unlu mamuller, bakliyat, yağlar (tereyağı, ayçiçek ve zeytinyağı vb) ve diğer gıda ürünleri olmak üzere 12 gruptan oluşmaktadır. Toplanan verilerin analizinde, tüketici davranışlarını etkileyen çeşitli demografik özellikleri (Bektaş Kenanoğlu ve ark., 2010; Stefan et al., 2013; Babaoğlu ve ark., 2016; Stancu et al., 2016; Ündevli ve ark., 2019) dikkate alınarak karşılaştırma grupları oluşturulmuştur. Grup özellikleri olarak; cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim, aktif olarak çalışma durumu, meslek, gelir düzeyi, hanedeki birey sayısı, hanedeki çocuk sayısı, hane aylık geliri ve hane aylık mutfak harcaması alınmıştır. Tüketicilerle yapılan anketlerde demografik sorular kapalı uçlu olarak, diğer sorular ise 7'li Likert ölçeği kullanılarak çoklu ifadelerden oluşturulmuştur. Bir toplamalı sıralama tekniği olan Likert Ölçeği, tutum ölçekleri içinde en yaygın olarak kullanılanıdır. Bunun nedeni, Likert tipi ölçeklerin geliştirilmesinin diğer ölçeklere göre daha kolay ve kullanılabilirliğinin de yüksek olmasıdır (Tavşancıl, 2014; Bora ve Altunışık, 2016; Savran & Demirbaş, 2017). Tüketicilerin gıda israfı konusundaki bir çok çalışmada tutum ve davranışları ölçmek amacıyla Likert tipi ölçeklerden yararlanılmıştır (Mallinson et al., 2016; Mondejar-Jimenez et al., 2016; Gaiani et al., 2018).

Bu çalışmanın kavramsal modeli, literatürde gıda israfına yönelik davranışlar üzerinde etkili olduğu düşünülen faktörler bir araya getirilerek geliştirilmiş ve bu faktörler arasındaki ilişkiler, Şekil 1'de gösterilmiştir.

**Şekil 1.** Gıda israfına yönelik davranışlar üzerinde etkili olan faktörler.**Figure 1.** Factors affecting food waste behavior.

Kaynaklar: Abdelradi, 2018; Diaz-Ruiz et al., 2018.

Çalışmanın amacı doğrultusunda, sözü edilen faktörleri değerlendirmek için bazı değişkenler ankete dahil edilmiştir. Bu değişkenleri, gıda israfı davranışının ayrı ve bağımsız alt boyutlarını temsil eden yapılara veya faktörlere ayırmak için faktör analizi uygulanmıştır.

Faktör Analizi, birbirleri ile ilişkili veri yapılarını birbirinden bağımsız ve daha az sayıda yeni veri yapılarına dönüştürmek, bir oluşumu ya da olayı açıkladıkları varsayılan değişkenleri gruplayarak ortak faktörleri ortaya koymak, bir oluşumu etkileyen değişkenleri gruplamak amacıyla başvurulan yöntemdir (Özdamar, 2002; Özdamar, 2004; Tavşancıl, 2014; Pallant, 2017). Faktör analizi gözlenen ve aralarında korelasyon bulunan x veri matrisindeki p değişkenden gözlenemeyen fakat değişkenlerin bir araya gelmesi ile ortaya çıkan, sınıflamayı yansıtan rasgele faktörleri ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır. Türetilen bu yeni değişkenlere “faktör” adı verilmektedir. Kullanım amacı daha çok, fazla sayıdaki veriler setinin azaltılması ve basitleştirilmesidir. Böylece çok sayıdaki veri setinde, değişkenler arasındaki bağıntılar ve önemli hususlar açığa kavuşturulmaktadır (Özdamar, 2002; Özdamar 2004). Genel olarak iyi bir faktörleştirmede; değişken azaltma olması, üretilen yeni değişkenin ya da faktörler arasında ilişkisizlik sağlanması ve yeni elde edilen faktörlerin anlamlı olması gerekmektedir (Tatlıdil, 1992).

Faktör analizi belirli aşamalardan oluşmaktadır: Bunlar sırasıyla,

1-Faktör analizine uygun değişkenlerin kurgulanması ve faktör analizine konu olacak değişkenlerin aralıklı veya oran ölççeklerine uygun şekilde hazırlanması,

2-Verilerin analize uygunluğunun belirlenmesi için güvenilirlik analizi (Cronbach Alpha (α) değerinin bulunması) sonrasında KMO ve Bartlett Test istatistiklerinin hesaplanması, (KMO değeri 0,5'in altındaki düşük olan veri setleri için faktör analizi yapılması uygun değildir) ve

3- Bartlett Test istatistiğinin seçilen güven aralığı sınırlarına göre anlamlı olması gerekmektedir.

Daha sonraki aşamalarda faktörlerin elde edilmesine geçilmektedir. Son aşama ise, faktörlerin isimlendirilmesi ve yorumlanmasıdır. Bunun için, değişken ile ortak faktör arasındaki ilişkiyi gösteren bir korelasyon katsayısı olan faktör yükü değerlerinden yararlanılmaktadır. Faktör analizinde yer alan değişkenler, aşağıdaki gibi ifade edilebilir,

$$X_i = A_{i1}F_1 + A_{i2}F_2 + \dots + A_{im}F_m + U_i$$

X_i = Standartlaştırılmış i'inci değişken

A_{ij} = Ortak j faktöründe standartlaştırılmış çoklu regresyon katsayısı (i değişkeninin j ortak faktörü üzerindeki etkisine ilişkin standartlaştırılmış çoklu regresyon katsayısı)

F= Ortak faktör

U_i = i'inci değişken için eşsiz faktör (Ortak faktörlerce açıklanamayan kısmı gösterir)

m= Ortak faktör sayısı

Faktör analizi neticesinde elde edilen ortak faktörleri değişkenlerin lineer bir kombinasyonu olarak şu şekilde ifade edilebilir.

$$F = W_{i1}X_1 + W_{i2}X_2 + \dots + W_{ik}X_k$$

F_i = i'inci faktörün tahmini

W_i = Faktör skoru (katsayısı); ağırlık

k= Değişken sayısı

Analiz sonucu kaç faktör elde edilirse, o kadar denklem var demektir. Ancak, her zaman birinci faktörün ağırlığı (katsayısı) en yüksek olanıdır. Diğer bir deyişle, birinci faktör toplam varyans içinde en büyük paya sahip olandır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Tüketicilerin demografik ve sosyo-ekonomik özellikleri

Tüketicilerin %70'i kadın, %30'u erkeklerden oluşmaktadır. Yaş dağılımı 20 ila 73 arasında değişmekte ve yaş ortalamaları ise 36.46 yıldır. Tüketicilerin %64.7'si yükseköğretim mezunu, %26'sı lise ve %9.3'ü ilköğretim mezundur. Katılımcıların %67.2'si evli bireylerden oluşmakta, %69.3'ü fiili iş yaşamı içinde ve %30.7'si (işsiz, emekli, öğrenci) çalışmamaktadır. Tüketicilerin %38'inin aylık geliri 1601-2499 TL arasındadır. Hane toplam geliri hanelerin %38'inde 3500-5499 TL, %23.7'sinde ise 1601-3499 TL arasında değişmektedir. Ailelerin %37.3'ünde mutfak harcaması 500 TL ve altında, %40.7'sinde 501-900 TL arasında ve %22'sinde 901TL ve üzerindedir. Ailelerin aylık ortalama mutfak harcamaları 908.33 TL, mutfak harcamalarında maksimum tutar 2500 TL, minimum tutar ise 200 TL'dir. Hanede yaşayan birey sayısı hanelerin %66.7'si için üç ve daha fazla bireyden oluşmakta ve hanelerin %93.3'ünde 0-6 yaş arası çocuk bulunmamaktadır.

Gıda ürünlerinde israf düzeyi

Tüketicilerin %68'i gıda israf ettiklerini ve sadece %32'si ise israf etmediklerini belirtmişlerdir. Tüketicilerin en çok taze meyve ve sebze (2.4) israf ettiği belirlenmiştir. Bunu sırasıyla pişmiş yemek (2.09) ile ekmek ve unlu mamuller israfı izlemektedir (1.99). Taze sebze ve meyve satın alan tüketicilerin %51.3'ünün satın aldıkları ürünlerin %10'undan daha azını israf ettikleri belirlenmiştir. Pişmiş yemek satın alanların %59.3'ü de satın aldıkları gıdanın %10'undan azını israf etmektedir. Buna karşın, kırmızı et ve et ürünleri satın alan tüketicilerin çok büyük bir kısmının (%87.3) hiç kırmızı et ve et ürünü israf etmedikleri belirlenmiştir. Yine, yumurta, kanatlı eti ve ürünleri ile balık ve ürünleri alanların sırasıyla %86.7, %74.7 ve %82.7'si satın aldıkları ürünleri israf etmediklerini belirtmişlerdir. Yağ satın alan tüketicilerin %83.3'ü ve bakliyat satın alan tüketicilerin %72.7'si hiç gıda israf etmemektedir. Süt ve süt ürünlerinde hiç israf yapmayanların oranı daha azdır (%58) ve ancak %35.3'ü %10'dan daha az israf etmektedir. Paketlenmiş gıda satın alanların %44.7'sinin hiç gıda israf etmedikleri belirlenmiştir. Bu ürünlerin %10 ve daha azını israf edenlerin oranı ise %42'dir. Ekmek ve unlu mamuller satın alan tüketicilerin %50'si satın aldıkları ekmek ve unlu mamullerin %10'undan azını israf etmektedir.

Görüldüğü gibi seçilen gıda gruplarında israf düzeyleri genellikle %10 ve altındaki oranlardadır. Ekmek ve unlu mamuller, pişmiş yemek, taze meyve ve sebze ile süt ve süt ürünlerinde ise israf oranı (%11-25) daha yüksektir. Satın alınan gıdaların %50 ve fazlasının israf edildiği ürünler sadece ekmek ve unlu mamuller ile pişmiş yemek olmakla birlikte, çok az sayıda tüketici bu düzeyde gıda israf etmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2 . Çeşitli gıdaların israf düzeyleri

Table 2 .Waste levels of various foods

Ürünler	Hiç (1)		≤ %10 (2)		%11-25 (3)		%26-50 (4)		%50 ≤ (5)		Ort.
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Taze Sebze ve Meyve	42	28.0	77	51.3	26	17.3	5	3.3	-	-	2.4
Kırmızı Et ve Et Ürünleri	131	87.3	16	10.7	3	2.0	-	-	-	-	1.10
Süt ve Süt Ürünleri	87	58.0	53	35.3	6	4.0	4	2.7	-	-	1.43
Yumurta	130	86.7	16	10.7	4	2.7	-	-	-	-	1.16
Kanatlı Eti ve Ürünleri	112	74.7	33	22.0	3	2.0	2	1.3	-	-	1.30
Balık ve Ürünleri	124	82.7	19	12.7	6	4.0	1	0.7	-	-	1.20
Pişmiş yemek	23	15.3	89	59.3	28	18.7	9	6.0	1	0.7	2.09
Paketlenmiş Gıda	67	44.7	63	42.0	18	12.0	2	1.3	-	-	1.72
Ekmek ve Unlu Mamuller	36	24.0	75	50.0	30	20.0	7	2.0	2	1.3	1.99
Yağlar	125	83.3	20	13.3	4	2.7	1	0.7	-	-	1.23
Bakliyat	109	72.7	35	23.3	5	3.3	1	0.7	-	-	1.26

Faktör analizi sonuçları

Çalışma kapsamında tüketicilerin gıda israfını önleme ile ilgili tutum ve davranışları Likert Ölçeği ile hazırlanan ifadelerle belirlenmiştir. Ölçeğin güvenilirliğini belirlemek için yapılan Güvenilirlik Analizi sonucunda, ölçeğin Cronbach's Alpha değeri 0.801 bulunmuştur. Bu değer çalışmada kullanılan ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir.

Faktör Analizi yapabilmek için Kaiser Meyer-Olkin (KMO) değerinin 0.5'in üzerinde olması beklenmektedir. Bu çalışmada, ilgili KMO değeri 0.707 olarak hesaplanmış (Çizelge 3) ve Faktör Analizine uygun olduğu belirlenmiştir. Ek olarak, Bartlett'in Küresellik Testi'nde p değerinin 0.05'ten küçük ($p=0.000$) belirlenmiş olması, öğelerin uygulanabilirliğinin bir diğer göstergesidir.

Çizelge 3. KMO ve Bartlett's Test Sonuçları

Table 3. The results of KMO and Bartlett's Test

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	0.707
Bartlett's Test of Sphericity Approx. Chi-Square	444.041
df	91
p	.000

Açıklanan toplam varyansın özdeğerleri faktör sayısının belirlenmesinde dikkate alınmıştır. Özdeğerleri birden büyük olan değişkenlerin sayısı faktörlerin sayısını belirlemiştir. Faktör adlandırmada, değişken puanları ile ortak faktörler arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon katsayısı faktör puanlarından faydalanılmıştır (Field, 2006). Sosyal bilimlerde faktör puanlarının değişmesine rağmen, en küçük faktör puanının 0.30 olduğu kabul edilmektedir (DiStefano et al., 2009). Faktör adlandırmada, en büyük faktör puanı veya birkaç faktörün ortak özellikleri göz önünde bulundurulmaktadır. Bu çalışma için özdeğerlerin 1'den büyük olduğu faktörlerin sayısı beş olarak belirlenmiştir. Beş faktörün tanımlanma oranı %62.407'dir. Model faktör sayısının belirlenmesinden sonra, her bir faktördeki değişken sayısı ve değişkenlerin faktöre göre dağılımı belirlenmiştir. Böylece her bir faktörün faktör puanları hesaplanmıştır. Faktör puanları değişkenlerin her faktördeki önemini göstermektedir. Buna göre, tüketicilerin gıda israfını önleme ile ilgili tutum ve davranışlarına ilişkin maddeler ve bu maddelerin faktör puanları çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Değişkenlerin Faktörlere Göre Dağılımı

Table 4. Distribution of Variables by Factors

	1	2	3	4	5
Ailemi israf konusunda uyaracağım.	.764				
Dünyada bu kadar açlık varken yiyecekleri atmak ahlaksızlıktır.	.700				
Gıdaların muhafaza koşullarını öğrenir ve uygulamaya çalışırım.	.576				
Gıda israf ettiğimde kendimi kötü hissediyorum.	.518				
Sofradan kalan yiyecekleri tekrar kullanmayı düşünüyorum.		.722			
Gıda israf etmeyerek aile bütçesine katkıda bulunduğumu düşünüyorum.	.681				
Her zaman satın aldığım tüm yiyecekleri tüketmeye çalışırım.	.573				
Yiyeceklerin israf edilmemesi gerektiğine inanarak yetiştirildim ve hala buna göre yaşıyorum.	.542				
Tüketilen gıdaların vitamin ve protein açısından zengin olması önemlidir.			.839		
Ürünler arasında fiyat karşılaştırması yaparım.			.743		
Bir alışveriş listesi yaptığımda ona her zaman sıkı sıkıya bağlı kalırım.				.880	
Birkaç gün öncesinden ne pişireceğime karar veririm.				.700	
Son tüketim tarihi yaklaşan gıda ürünlerini atarım.					.749
Hazırladığım yemeklerin yetmemesinden endişe duyduğumdan hep daha fazlasını pişiririm.					.747

Faktör analizinin son aşaması değişkenlerden elde edilen faktörleri isimlendirmektir. İsimlendirme sırasında en yüksek faktör puanı esas alınmakta ve bir grubu temsil etmek için ortak bir isim oluşturulmaktadır. Tüketicilerin gıda israfını önlemeye yönelik tutum ve davranışları ile ilgili faktör isimlendirmeleri, Çizelge 5’de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Faktörlerin İsimlendirilmesi

Table 5. *Naming of the Factors*

Ailemi israf konusunda uyaracağım.	1-Kişisel
Dünyada bu kadar açlık varken yiyecekleri atmak ahlaksızlıktır.	
Gıdaların muhafaza koşullarını öğrenir ve uygulamaya çalışırım.	2-Ekonomik
Gıda israf ettiğimde kendimi kötü hissediyorum.	
Sofradan kalan yiyecekleri tekrar kullanmayı düşünüyorum.	
Gıda israf etmeyerek aile bütçesine katkıda bulunduğumu düşünüyorum.	
Her zaman satın aldığım tüm yiyecekleri tüketmeye çalışırım.	3-Fayda
Yiyeceklerin israf edilmemesi gerektiğine inanarak yetiştirildim ve hala buna göre yaşıyorum.	
Tüketilen gıdaların vitamin ve protein açısından zengin olması önemlidir.	
Ürünler arasında fiyat karşılaştırması yaparım.	4-Planlama
Bir alışveriş listesi yaptığımda ona her zaman sıkı sıkıya bağlı kalırım.	
Birkaç gün öncesinden ne pişireceğime karar veririm.	5-Endişe
Son tüketim tarihi yaklaşan gıda ürünlerini atarım.	
Hazırladığım yemeklerin yetmemesinden endişe duyduğumdan hep daha fazlasını pişiririm.	

SONUÇ

Bu araştırmada, tüketicilerin yaklaşık %70’inin gıda israf ettiği belirlenmiştir. Farklı ürün gruplarında değişimle birlikte, genel olarak israf düzeyi %10 civarında yoğunlaşmaktadır. Özellikle kolay bozulabilen taze ve meyve grubu ile çok sık satın alınan ekmek ve unlu mamuller israfta öne çıkmaktadır. Kırmızı et israfının olmadığı gıdalardan biridir. Başka bir ilde yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Ündevli ve ark., 2019).

Faktör analizi sonuçlarına göre, tüketicinin gıda israfının önlenmesine yönelik tutum ve davranışları “kişisel”, “ekonomik”, “fayda”, “planlama” ve endişe” faktör gruplarında toplanmıştır. Birinci sıradaki “kişisel” faktör grubu içinde yer alan ifadelerle göre, tüketicilerin gıda israfını azaltmada istekli oldukları anlaşılmaktadır. Ancak faktör öncelik sırasına göre, mutfak pişirme planı ve alışveriş planı yapma konusu geride kalmaktadır. Yine elde edilen sonuçlar, gıda güvenliği endişesinin israf nedenleri arasında yer aldığını göstermektedir. Mutfakta gıda muhafazası, etkin buzdolabı kullanımı ve alışveriş öncesi etkin bir ihtiyaç listesi ve pişirme planına sadık kalınması yine gıda israfını azaltabilmek açısından değerli önlemlerdir. Nitekim, COVID-19 döneminde sokak kısıtlamalarının ve ticari çalışma saatlerindeki kısıtlamaların, tüketicilerin israf davranışlarını olumlu yönde etkilediğine ilişkin çalışmalar da yayınlanmaya başlamıştır (Jribi et al., 2020). Sosyo-ekonomik açıdan (gıda mevcudiyeti (yoksunluk-kısa sürede gıdaya ulaşamama kaygısı), kısıtlı hareketler, gelir kaybı gibi) ortaya çıkan faktörlerin gıda davranışını israf açısından olumlu etkilediği belirtilmektedir. Bu çalışmaların sonuçları hanehalkı gıda israfını önleme davranışını daha da geliştirmek için bir temel oluşturabilir. Pandemi gibi olağan dışı koşullar haricinde tüketicilerin satın alma ve israfı önleme davranışlarının geliştirilmesi için, kamu spotları hazırlanması ve alternatif israf azaltma yolları için farkındalık kazandırılabilir (Stefan, 2013; Bravi et al., 2019; Karakaş, 2019). Toplumun geleceği için eğitim sisteminde anaokulları ve ilköğretim planlarına sağlıklı beslenme teması içine gıda israf etmeme bilincini oluşturacak konular eklenebilir.

Doğal olarak, israfı önleme çalışmaları sadece tüketim aşamasında alınacak önlemlerle ilgili çabaları değil, üretimden tüketime kadar olan gıda arz zinciri boyunca ortaya çıkan kayıpları önleme ve/veya azaltma çabalarını da kapsamaktadır. Bu çabalar çeşitli ulusal ve uluslararası organizasyonlar çerçevesinde gerçekleştirilmektedir. Bu organizasyonlara Türkiye’de de Gıda Bankacılığı alanında faaliyet gösteren dernek ve sosyal teknoloji girişimleri örnek olarak gösterilebilir (Demirbaş et al., 2017; Demirbaş, 2018).

KAYNAKLAR

- Abdelradi, F. 2018. Food waste behaviour at the household level: A conceptual framework. *Waste Management*, 71: 485–493.
- Babaoğul, M., A. Şener & E.B. Buğday. 2016. Tüketici Profili, Eğilimleri ve Davranışlarının Analizi. TC Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Yayın No: Belirtilmemiş, 85 s.
- Bektaş, Kenanoğlu, Z., B. Miran, Ö. Karahan Uysal, C. Günden & M. Cankurt. 2010. Dondurulmuş gıda ürünlerine yönelik tüketici tercihleri: İzmir ili örneği. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 47 (3): 211-221.
- Beretta, C., F. Stoessel, U. Baier & S. Hellweg. 2013. Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Manage*, 33: 764–773.
- Bora, S.B. & R. Altunışık. 2016. Pazarlama araştırmalarında Likert tipi ölçeklerin özelliklerinin cevaplama tarzları üzerindeki etkilerinin incelenmesi. *Bartın Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7 (14): 577-598.
- Bravi, L., F. Murmura, E. Savelli & E. Vigano. 2019. Motivations and actions to prevent food waste among young Italian consumers. *Sustainability*, 11(4):1104-1110.
- Demirbaş, N. 2018. Dünyada ve Türkiye’de gıda israfını önleme çalışmalarının değerlendirilmesi. VIII. IBANESS Kongresi, (21-22 Nisan 2018, Plovdiv/Bulgaria), Bildirileri, s. 521-526.
- Demirbaş, N. 2019. Gıda arz zincirindeki kayıp ve israfın azaltılmasında ambalajın önemi ve gelişmeler. XI. IBANESS Kongresi, (9-10 Mart 2019, Tekirdağ), Bildirileri, s.627-632.
- Demirbaş, N., Ö. C. Niyaz & Y. M. Apaydın. 2017. An evaluation on problems within food supply chain in Turkey in terms of reducing of food losses and waste, *International Balkan and Near Eastern Social Sciences Conference Series*, (04-05 March 2017, Edirne), p.830-835.
- Diaz-Ruiz, R., M. Costa-Font & J. M. Gil. 2018. Moving ahead from food-related behaviours: An alternative approach to understand household food waste generation. *Journal of Cleaner Production*, 172:1140-1151.
- DiStefano, C., M. Zhu & D. Mindrila. 2009. Understanding and using factor scores: considerations for the applied researcher. *Practical Assesment Research and Evaluation*, 14(20):1-11.
- Dorward, L.J. 2012. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? A comment. *Food Policy*, 37: 463–466.
- FAO, 2006. Livestock’s long shadow: Environmental issues and options. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Field, A. 2006. Reliability Analysis. <http://www.discoveringstatistics.com/docs/reliability.pdf>. Erişim: Mart 2020.
- Gaiani, S., S. Caldeira, V. Adorno, A. Segrè & M. Vittuari. 2018. Food wasters: profiling consumers’ attitude to waste food in Italy. *Waste Management*, 37: 17–24.
- Gustavsson J., J. Cederberg & U. Sonesson. 2011. Global Food Losses and Food Waste, Save Food Congress, 16 May, Düsseldorf.
- Jörissen, J., C. Priefer & K. Brautigam. 2015. Food waste generation at household level: results of a survey among employees of two European research centers in Italy and Germany. *Sustainability*, 7: 2695-2715.
- Jribi, S., H. B. Ismail, D. Doggui & H. Debbabi. 2020. COVID–19 virus outbreak lockdown: What impacts on household food wastage? *Environment, Development and Sustainability*, 22:3939–3955.
- Karakaş, G. 2019. Gıda israfının davranışsal belirleyicileri; Çorum ili örneği. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(3): 467-474.

- Kummu, M., H. De Moel, M. Porkka, S. Siebert, O.Varis & P.J.Ward. 2012. Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Science of The Total Environment*, 438:477–489.
- Lebersorger, S. & F. Schneider. 2011. Discussion on the methodology for determining food waste in household waste composition studies. *Waste Management*, 31:1924–1933.
- Mallinson, L. J. Russell & M. Barker. 2016. Attitudes and behaviour towards convenience food and food waste in the United Kingdom. *Appetite*, 103:17-28.
- Mondejar-Jimenez, J.A., G. Ferrari, L., Secondi & L.Principato. 2016. From the table to waste: An exploratory study on behaviour towards food waste of Spanish and Italian youths. *Journal of Cleaner Production*, 138: 8-18.
- Newbold, P. 1995. *Statistics for Business and Economics*, Prentice Hall International Editions. p.866.
- Oral, Z. 2015. Dünya’da ve Türkiye’de Gıda İsrafı ve Önlenmesine Yönelik Uygulamalar, Gıda Tarım Ve Hayvancılık Bakanlığı, Avrupa Birliği ve Dış İlişkiler Genel Müdürlüğü, AB Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Özdamar, K. 2002. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 584 s.
- Özdamar, K. 2004. Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi 2, Kaan Kitabevi, Eskişehir, 522 s.
- Pallant, J. 2017. SPSS Kullanma Klavuzu, Anı Yayıncılık, ISBN 978-605-170-099-1, p.384.
- Quested, T.E., E. Marsh, D. Stunell & A.D. Parry. 2013. Spaghetti soup: the complex world of food waste behaviours. *Resources, Conservation and Recycling*, 79: 43–51.
- Savran, M.K. & N. Demirbaş. 2017. The warehouse receipt system in terms of olive oil producers in Turkey. *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 54(1):45-52.
- Stancu, V., P. Haugaard & L. Lähteenmäki. 2016. Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. *Appetite*, 96:7-17.
- Stefan, V., E. Herpen, A. Tudoran & L. Liisa. 2013. Avoiding food waste by Romanian consumers: The importance of planning and shopping routines. *Food Quality and Preference*, 28 (1): 375-381.
- Tatlidil, H., 1992. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz. Ziraat Matbaacılık, Cem Web Ltd. Şti, 631 s.
- Tavşancıl, E., 2014. Tutumların Ölçülmesi ve SPSS ile Veri Analizi, Nobel Yayıncılık, Ankara. ISBN: 978-605-133-740-1, 230 s.
- TÜİK, 2018. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>. (Erişim: 14.03.2018).
- Ündevli, A., G. Kadam, Y.L. Bekdik, H.İ. Yılmaz & F. Çobanoğlu. 2019. Gıda israfının belirlenmesi: Aydın ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 25(2):169-184.

Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (1):263-271

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.654150>

Orçun ELBİRLİK¹ 

Mürsel ÖZDOĞAN² 

¹ Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın/Türkiye

² Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Aydın/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

mozdogan@adu.edu.tr

Anahtar kelimeler: Kimyasal metot, Metabolik enerji, NIRS, Yem formu

Keywords: Chemical method, Metabolisable energy, NIRS, Feed form

Yem formunun yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi metoduyla süt sığırları karma yemlerinin besin madde değerlerine etkisinin belirlenmesi

Determination of the effect of feed form on nutrient values of dairy cattle mixed feeds by near-infrared reflectance spectroscopy method

* Bu makale ilk yazarın yüksek lisans tez projesinden özetlenmiştir.

Alınış (Received): 02.12.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 09.02.2021

ÖZ

Amaç: Bu çalışmada; toz, granül ve pelet formdaki süt sığırları karma yemlerinin ham besin madde içerikleri kimyasal ve yakın kızılötesi yansıma spektroskopisi (NIRS) metodlarıyla analizleri yapılmış ve sonuçları değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem: Farklı zamanlarda her bir formdan alınmış 50 karma yem örneğinin ham besin madde analizleri her iki metotla yapılmıştır.

Araştırma Bulguları: Kuru madde değerleri hariç diğer besin madde değerleri bakımından, yem formlarının kimyasal analizi sonucundaki fark istatistiksel olarak önemli çıkmamıştır. Ham protein (HP) ve ham yağ (HY) bakımından yem formları arasındaki farklar, NIRS metoduna göre analizde ise; ham protein (HP) ve ham yağ (HY) bakımından, yem formları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur. Oysa NIRS'a göre; KM, ham kül (HK), organik madde (OM) ve ham selüloz (HS) bakımından yem formları arasındaki farkın önemli olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Kimyasal ve NIRS analizlerinin KM, OM ve HP değerleri arasında istatistiksel fark gözlenmezken, iki analiz metodunun HK, HY ve HS değerlerinde ise istatistiksel farklar görülmüştür ($P<0.05$).

Sonuç: Yemlerin iki farklı enerji formülüne göre kimyasal ve NIRS analiz sonuçlarına göre hesaplanmış metabolik enerji içerikleri karşılaştırılmış, sadece eşitlik 1'e göre istatistiksel fark bulunmuştur ($P<0.05$).

ABSTRACT

Objective: In this study, Crude nutrients contents of dairy cattle mixed feeds in powder, crumble, and pellet form were analyzed by chemical and near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) methods, and the results of analyzes were evaluated.

Material and Methods: Crude nutrient analysis of 50 mixed feed samples taken from each form at different times, was done by both methods.

Results: As a result of the chemical analysis of the feed forms, the difference among the samples in terms of other nutrient values except for dry matter (DM) values was statistically insignificant. According to the analysis of feed forms on the NIRS method, it was found that the difference among the feed forms in terms of crude protein (CP) and ether extract (EE) values was not statistically significant. On the other hand, it was found that the differences among the feed forms in terms of the DM, crude ash (ash), organic matter (OM) and crude fiber (CF) in NIRS method were statistically significant ($P<0.05$). While no statistical difference was observed between DM, OM and CP values of chemical and NIRS analyzes, it was seen that the differences between two methods at ash, EE and CF values were statistically significant ($P<0.05$).

Conclusion: The metabolisable energy values of feeds calculated according to two different energy formulas between the chemical and NIRS methods were compared, only the value of equality 1 was found statistical difference ($P<0.05$).

GİRİŞ

Dünya yem üretimi %3 artarak 1. 103 milyar tona yükselmiştir. Her yıl düzenli olarak yapılan bir araştırmaya göre, 144 ülkenin yaklaşık 30000 yem fabrikasının bilgilerini içermektedir. Bu araştırmaya göre son 5 yılı aşkın sürede, yem endüstrisi, her yıl eşit seviyelerde ortalama %2.76 oranıyla %14.6 büyüdüğü görülmüştür. Çin, ABD, Brezilya, Rusya, Hindistan, Meksika, İspanya ve Türkiye, Dünya yem üretimindeki ilk 8 sıradaki ülkelerdir. Bu ülkeler dünya yeminin %55'ni üretmektedirler: Bu ülkeler, Dünya'daki yem fabrikalarının %59'nu bulundurmaktadırlar. Karma yem sektörünün gelişimi, hayvancılıktaki gelişmelerin ve yeniliklerin göstergesi olarak düşünülebilir. Yumurta tavuğu, etlik piliç ve süt sığırcılığı, yem üretiminde ağırlıklı olan sektörlerdir (Anonymous, 2019a). FAO (The United Nations Food and Agriculture Organization)'ya göre 2050 yılına kadar gıda talebi %60 artacağı bildirilmiştir. Aynı zamanda; 2010-2050 yılları arasında et üretimi yaklaşık %70'e, su ürünleri %90'a ve süt sığırcılığı da %55 artış planlarıyla, hayvansal protein üretimi her yıl %1.7 büyümesi tahmin edilmektedir (Anonymous, 2019b). Dolayısıyla yem ve hayvan Besleme çalışmaları, bir yandan hedef odaklı yem ve rasyon uygulamaları üzerinde araştırmalar yaparken, öte yandan da hızlı ve etkili teknolojik uygulamaları geliştirmeye odaklanmıştır (Ünlü ve ark., 2015). Mikro besin madde içeriklerinin tespiti yanı sıra, yeni yem hammaddelerin besin madde içeriklerinin tahminine yönelik, NIRS çalışmaları yoğunlaşmıştır.

Kaba ve yoğun yem yanı sıra, diğer çiftlik veya evcil hayvanların karma yemlerinin besin madde kalitesinin tespitinde NIRS teknolojisi üzerinde durulmaktadır (Goldman ve ark., 1987; Osborne ve Feam, 1988; Fontanieve ark., 2001; Pérez-Marín ve ark., 2004; Cabezuelo ve ark., 2011; Decruyenaere ve ark., 2012; Pehlevan ve Özdoğan, 2015; Karaman ve Erdemir, 2018). Diğer taraftan, veri seti oluşturulan her türlü yemin sindirilebilir organik madde, ADF ve NDF değerlerinin NIRS teknolojisiyle, tek bir analitik işlemde belirlenebilmesine kolaylık sağladığı bildirmektedir (Stuthve ark., 2003). Önceki bir çalışmada; yaygın kullanılan proteince zengin yemlerin nem, ham protein ve bazı önemli amino asitlerin hızlı ve doğru belirlenmesine olanak sağlayan NIRS ayarları (kalibrasyonu) geliştirilmiştir. Bu çalışmada örneklerin aminoasit değerlerinin doğruluğu %85-98 aralığında gözlemlenmiştir. Karma yem içeriğinin doğruluğu için NIRS tekniğinin, daha yararlı hale getirilebileceği ve böylece karma yemlerin üretim maliyetleri ve kalitesinin iyileştirileceği bildirilmiştir (Fontaineve ark.,2001). Benzer bir başka çalışmada ise; bazı buğdaygil yemlerin nem, ham protein ve bazı önemli aminoasitlerin hızlı ve doğru tahmini için NIRS ayarları (kalibrasyon) geliştirilerek, yemlerin aminoasit değerlerinin %70-98 arasında doğruluğu tahmin edilmiştir (Fontaineve ark., 2002). Nitekim Yeni Zelanda da mısır üzerinde daha evvel yapılan bir araştırma sonuçları da bu yönde olduğu bildirilmiştir (Corson ve ark., 1999). Cabezuelo ve ark., (2011) da NIRS metodolojisini kullanarak ham maddelerde hayvansal yemlerin tespiti için çalışma yürütmüşlerdir. Peletlenmiş domuz ve hindi karma yemlerinde, pelet kalitesi ve ufalanma oranı yanı sıra besin madde içeriklerinin ortaya koyulduğu bir çalışmada da;NIRS ve kimyasal analizlerinin sonucuna göre ufalanma değeri, selülozlu ve yağlı karma yemlerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (De Jongve ark., 2014).

Önceki çalışmalar ışığında mevcut bu çalışmada ise; süt ineği karma yem formlarının besin madde içeriklerinin belirlenmesinde NIRS ve kimyasal yöntemlerin karşılaştırılması, karma yem formunun NIRS sonuçlarına göre farklı metotlarla hesaplanmış enerji değerleri ortaya konmuştur.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada; ticari bir yem fabrikasından alınan toz, granül ve pelet formdaki karma yemler kullanılmıştır. Bu amaçla farklı zamanlarda alınan 50 tane karma yem örneğinin, her birinin toz, granül ve pelet formu olmak üzere toplam 150 örnek değerlendirilmiştir. Araştırmada ticari üretilmiş karma yemlerin içeriğinin, % 70'lik kısmı aynı hammaddelerden, geri kalan kısmının ise,ham madde çeşidi ve maliyeti sebebiyle farklı yem hammaddeleri ve katkı maddelerinden meydana gelmiştir. Fabrikada yem üretim aşamasında; her yemin toz, granül ve pelet formundan örnekler alınmıştır. Her yem örneğinin kimyasal ve

NIRS analizi 3 tekrarlı yürütülmüştür. Laboratuvara getirilen örnekler; kimyasal analizi için 1 mm'lik elekten geçecek şekilde öğütülürken, NIRS analizinde ise doğal haliyle (öğütme yapılmadan) analiz edilmiştir. Karma yemlerin kuru madde (KM), ham kül (HK), ham protein (HP), ham yağ(HY) ve ham selüloz (HS) kimyasal analizleri, sırasıyla, metot 934.01,metot 942.05, metot 990.03,metot 920.39 ve metot 962.09'e göre yapılmıştır (AOAC, 1997).

Spektrofotometrik analiz için, Bruker MPA (multi-purpose analyzer; Bruker Optics, Germany) yakın kızılötesi yansıma spektrometre cihazı kullanılmıştır. Kimyasal analizi yapılmış her örnek ilk önce NIRS cihazına tanıtılmış, daha sonra kimyasal analiz değerleri kalibrasyon verileri oluşturmak için, cihazın "Opus yazılım programı"na girilmiştir. Böylece NIRS cihazında ölçülmüş spektral veriyle, kimyasal analizlerden elde edilen veriler (referans data olarak kabul edilecek) arasında matematiksel ilişki kurulması hedeflenmiştir. NIRS cihazında süt ineği karma yemleri adı altında pelet, granül, toz formunda olan 3 farklı ürün alt grubu oluşturulmuştur. Aynı örnekler tekrar NIRS'da okutulmuş NIRS veri değerleri elde edilmiştir.

Kimyasal ve spektrofotometrik analiz sonuçlarından elde edilen besin madde değerlerine göre, organik madde ve metabolik enerji değerleri hesaplama yoluyla bulunmuştur. Organik madde (%), kuru maddeden (%) ham külün (%) çıkarılmasıyla elde edilmiştir. Görgülü (2014)'de, metabolik enerji değeri (kcal/kg), Eşitlik 1'de Alderman (1985) ve Eşitlik 2'de Sauvart (1978) ve TSE (1991) tarafından bildirilen aşağıdaki iki farklı formülle hesaplandığı beyan edilmiştir.

Eşitlik 1:

$$\text{Metabolik Enerji : (Kcal/Kg KM)} = 2816 + 15.63 \cdot \%HP + 15.89 \cdot \%HY^2 - 9.89 \cdot \%HY \cdot \%HS - 28.2 \cdot \%HK$$

Eşitlikte kullanılan besin madde değerleri kuru madde esasına göre verilmiştir.

Eşitlik 2:

$$\text{Metabolik Enerji}^1, \text{ kcal/kg OM} = 3260 + (0.455 \cdot HP^* + 3.517 \cdot HY^*) - 4.037 \cdot HS^*$$

*Değerler g/kg OM'dir.

¹: Organik madde de hesaplanmış metabolik enerji değerleri, çizelgelerde ve bulgularda kuru maddedeki enerji değerlerine çevrilerek verilmiştir.

İstatistik analiz

Verilerin normal dağılışı uygunluğu SAS (1999) paket programında test edilmiştir. Normal dağılışı uygun olduğu belirlenen özellikler, varyans analizine tabi tutulmuş ve en küçük kareler ortalamaları elde edilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklar Tukey's çoklu karşılaştırma testiyle analiz edilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

Yem fabrikasının değişik üretim zamanlarından alınmış, süt sığırları karma yemlerinin farklı yem formlarının besin madde içerikleri ve metabolik enerji değerleri tespit edilmiştir. Karma yemlerin kimyasal analiz ve NIRS tekniğine göre elde edilen sonuçları bu çalışmada ortaya konmuştur.

Çalışmada farklı formdaki sığır süt karma yemlerinin kimyasal analiz değerlerinin sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Karma yemlerin toz, granül ve pelet formları arasında KM, HK, OM, HP, HY, HS ve metabolik enerji değerleri karşılaştırılmıştır. Karma yem formlarının KM değerleri arasındaki fark hariç, diğer besin madde değerleri arasındaki fark önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Granül yemin KM'si, diğer formlardan daha yüksek tespit edilmiştir ($P < 0.05$).

Çizelge 1. Farklı formlardaki sığır süt karma yemlerin kimyasal analiz sonuçları ($\bar{X}\pm SH$)**Table 1.** The Chemical analysis results of dairy cattle mixed feeds at different forms ($\bar{X}\pm SE$)

Besin Maddesi	Toz	Granül	Pelet	P Değeri
KM, %	89.07±0.07 ^b	89.31±0.07 ^a	89.03±0.07 ^b	0.024
HK, %	7.88±0.11	8.09±0.11	7.79±0.11	0.153
OM, %	81.19±0.14	81.22±0.14	81.24±0.14	0.972
HP, %	19.66±0.20	19.64±0.20	19.70±0.20	0.973
HY, %	4.00±0.09	3.97±0.09	3.97±0.09	0.958
HS, %	9.56±0.11	9.59±0.11	9.76±0.11	0.447
ME (Eşitlik 1), kcal/kg	2479.8±9.98	2479.4±10.21	2473.6±10.02	0.765
ME (Eşitlik 2), kcal/kg	2812.6±8.08	2817.1±7.91	2803.6±7.91	0.800

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05)

Eşitlik 1 ve Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış yem formlarının metabolik enerji değerleri arasındaki farkın önemli olmadığı hesaplanmıştır (P>0.05).

Çalışmada süt sığır karma yemlerinin farklı formlarının NIRS tekniğine göre besin madde analiz değerleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Farklı formlardaki sığır süt karma yemlerin NIRS analizi sonuçları ($\bar{X}\pm SH$)**Table2.** The NIRS analysis results of dairy cattle mixed feeds at different forms ($\bar{X}\pm SE$)

Besin Maddeleri	Toz	Granül	Pelet	P Değerleri
KM, %	89.28±0.06 ^b	89.35±0.06 ^a	88.80±0.06 ^b	0.000
HK, %	7.58±0.09 ^b	8.04±0.09 ^a	7.54±0.09 ^b	0.001
OM, %	81.7±0.11 ^a	81.31±0.11 ^b	81.26±0.11 ^b	0.011
HP, %	19.47±0.18	19.67±0.18	19.25±0.18	0.267
HY, %	3.82±0.06	3.85±0.06	3.78±0.06	0.763
HS, %	9.76±0.07 ^b	9.69±0.07 ^b	9.97±0.07 ^a	0.019
ME (Eşitlik 1), kcal/kg	2475.0±4.87	2471.5±4.87	2454.8±4.87	0.450
ME (Eşitlik 2), kcal/kg	2808.1±4.38 ^a	2810.7±4.38 ^b	2780.4±4.38 ^b	0.001

^{a,b,c}: Aynı satırdaki farklı harfler istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05)

NIRS tekniğine göre yem formlarının; KM, HK, OM ve HS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yapılmış analizlerde, granül yemin KM ve HK değerleri, toz ve pelet yemden daha yüksek bulunmuştur (P<0.01). Öte yandan toz yemin OM'si ise, granül ve pelet yemin OM'sinden daha yüksek olduğu (P<0.05) görülürken, pelet yemin ham selülozu toz ve granül yem HS'dan daha yüksek olduğu görülmüştür (P<0.05). Karma yemin farklı formlarının HP ve HY değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli olmadığı ortaya konmuştur.

Karma yemlerin enerji değerlerinin NIRS tekniği verileriyle hesaplanmış sonuçlarında, Eşitlik 1'e göre farklı yem formlarının metabolik enerji değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, Eşitlik 2'ye göre ortalamalar arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur (P<0.01).

Süt sığır karma yemlerinin kimyasal ve NIRS analiz sonuçlarını, farklı yem formları dikkate alınmadan analiz edildiğinde, iki farklı analiz tekniğinin KM, HK, OM, HP, HY ve HS değerleri Çizelge 3'de sunulmuştur.

Karma yemlerin kimyasal ve NIRS metotlarının KM, OM ve HP değerleri arasında farkın istatistiksel olarak önemli olmadığı, bundan dolayı her iki tekniğin sonuçlarının birbiriyle örtüştüğu görülmektedir. Bununla birlikte, aynı yemlerin farklı metotlara ait HK, HY ve HS değerleri arasındaki farkın önemli olduğu bulunmuştur (P<0.05). Kimyasal yöntemle elde edilmiş HK ve HY değerleri, NIRS metoduyla elde edilmiş değerlerden yüksek iken, kimyasal analizle edilmiş HS değeri NIRS ile elde edilmiş HS değerinden daha düşük bulunmuştur.

Kimyasal ve NIRS analiz sonuçları dikkate alınarak eşitlik 1 ve eşitlik 2'ye göre süt sığırları karma yemlerinin hesaplanmış metabolik enerji değerleri Çizelge 4' de verilmiştir.

Çizelge 3. Sığırların süt karma yemlerinin kimyasal ve NIRS metoduna göre besin madde analizleri sonuçları ($\bar{X} \pm SH$)

Table 3. The nutrient analysis results according to the chemical and NIRS methods of dairy cattle mixed feeds ($\bar{X} \pm SE$)

Besin Maddeleri	Kimyasal	NIRS	P Değeri
KM, %	89.14±0.04	89.14±0.04	0.962
HK, %	7.92±0.06	7.72±0.06	0.025*
OM, %	81.22±0.07	81.42±0.07	0.058
HP, %	19.66±0.11	19.46±0.11	0.202
HY, %	3.98±0.04	3.82±0.04	0.013*
HS, %	9.64±0.05	9.81±0.05	0.038*

* Aynı satırdaki değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Çizelge 4. Sığırların süt karma yemlerinin kimyasal ve NIRS metodlarına göre hesaplanmış metabolik enerji değerleri ($\bar{X} \pm SE$)

Table 4. The calculated metabolisable energy values according to chemical and NIRS methods of dairy cattle mixed feeds ($\bar{X} \pm SE$)

Hesaplama Yöntem	Kimyasal	NIRS	P Değeri
ME (Eşitlik 1) , kcal/kg	2477.7±4.11	2467.0±4.11	0.035*
ME (Eşitlik 2) , kcal/kg	2811.2±3.22	2799.6±3.22	0.226

* Aynı satırdaki değerler arasındaki fark önemlidir (P<0.05)

Kimyasal analiz sonuçlarına göre Eşitlik 1'deki hesaplanmış metabolik enerji değeri ile NIRS metodu sonuçlarına göre Eşitlik 1'deki hesaplanmış metabolik enerji değerleri arasındaki fark önemli olduğu görülmüştür (P<0.05). Eşitlik 2'de ise her iki metoda göre hesaplanmış metabolik enerji değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Eşitlik 1'e göre, en yüksek enerji değerini kimyasal analiz metodunun sonuçları gösterirken, Eşitlik 2'ye göre metodlar arasında enerji farklılığının istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür. Bu açıdan, kimyasal NIRS metodlarının besin madde sonuçları Eşitlik 2'ye göre metabolik enerji değerleri birbirini doğruladığı düşünülmüştür.

TARTIŞMA

Karma yem fabrikalarında ve bilimsel kriterlere uygun üretim hayvancılık işletmelerinde, satın alınan hammaddelerin ve üretilen yemlerin besin madde içeriğinin hızlı bir şekilde analizi önemlidir. Karma yemlerin besin madde analizinin hem hızlı hem de doğru sonuçlar verecek cihazlar ve metodlar üzerinde yoğun çalışmalar yürütüldüğü görülmektedir. Besin madde analizleri, klasik anlamda ve yaygın olarak kimyasal yöntemlerle yapılmaktadır. Kimyasal yöntemler hem zahmetli ve zaman alıcı, hem de kullanılan kimyasallar nedeniyle insan ve çevre sağlığı için riskli ve masraflı olmakla birlikte, güvenilir sonuçlar verdiği bilinmektedir. Ancak son yıllarda, hızlı ve doğruya yakın sonuçların alınabilmesi için, hammadde analizlerinde NIRS teknolojisine yönelik çalışmalar oldukça yoğunlaşmıştır.

Mevcut bu çalışmada süt sığırları karma yemlerin toz, granül ve pelet formlarının; kuru madde, ham kül, organik madde, ham protein, ham yağ, ham selüloz içerikleri, kimyasal ve NIRS metodlarıyla ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlara göre; her iki analiz metodunun birbirine benzerlikleri veya farklılıkları tespit edilmiştir. Aynı zamanda, söz konusu yemlerin metabolik enerji içerikleri de iki farklı eşitlik formları kullanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen analiz sonuçlarının tartışılması ve değerlendirilmesiyle, önümüzdeki dönemlerde yem hammaddelerinin kalite değerlendirmesine katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Mevcut bu çalışmadaki kimyasal analiz sonuçlarına göre yem formları arasında, kuru madde değerleri hariç diğer besin madde değerleri arasında fark çıkmamıştır. NIRS teknolojisiyle yapılmış analiz sonuçlarına göre ise; yem formlarının KM, HK, OM, HS ve eşitlik 2'ye göre hesaplanmış ME

değerleri arasında istatistiksel fark bulunurken, HP, HY ve eşitlik 1'e göre hesaplanmış ME değerlerinde istatistiksel farklılık görülmemiştir. Kimyasal metoda göre toz, granül ve pelet yemlerin KM değerleri arasında fark görülmüş, fakat kuru madde değerleri arasındaki farkın, %0.28 çıkması nedeniyle bu sonuçlarında kabul edilebilir bulunmuştur. Ayrıca bu farklılığın, yem formuna uygulanan işlemlerden kaynaklanabileceği düşünölmüştür. Kimyasal analiz sonuçlarına göre süt sığırı karma yemlerinde, Eşitlik 1 ve Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış metabolik enerji içeriklerinde farklılık gözlenmemiştir. Bu değerlendirmelerin ışığında, üretilen karma yemin homojen karıştırıldığı ve sonrasında, toz, granül ve pelet yem formları arasında besin madde değerlerinde farklılığın olmaması, karma yeme uygulanan ısı işlem ve sonrasında soğutma işlemi yemin besin madde kompozisyonunu değiştirmediği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda, kimyasal analiz sonuçlarının güvenilirliğini de ortaya çıkarmıştır. Aynı yem formlarının NIRS sonuçları değerlendirildiğinde ise; kuru madde, ham kül, organik madde, ham selüloz ve Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış değerleri arasında istatistiksel fark çıktığı görülmüştür. Yem formları arasında kuru madde de %0.55, ham kül de %0.50, organik madde de %0.44 ve ham selüloz değerlerinde ise %0.28'lik, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış metabolik enerji değerlerinde de 30.3kcal/kg KM'de farklar olduğu görülmüştür. Kuru madde ve ham kül hariç, diğerleri arasındaki farklar, yemlerin kalite değerlendirmesinde çok önemli farklar yaratmayacağı düşünölmüştür. Ancak analiz sonuçları arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli çıkmasının değerlendirmesinde; NIRS analizlerinin daha güvenilir ve tekrarlanabilir sonuçlara ulaşılabilmesinde örnek sayısının mümkün olabildiğince çok olması gerektiği açıklamalarıyla örtüşmektedir (Conzen, 2006). Dolayısıyla, çalışmamızdaki numunelerin kuru madde, ham kül, organik madde ve ham selüloz değerlerinin güvenilirliğini arttırmak için örnek sayısının artması gerektiği tavsiye edilmiştir. Konuya ilişkin literatürler incelendiğinde, NIRS yönteminin etkinliği ve daha düşük aralıkta hata sınırları içerisinde çalışmasının temelinde, örnek sayısı, birörneklik ve örnek miktarı olduğu görülmektedir (Shenk ve Westerhaus, 1991; Park ve ark., 1998; Quampah ve ark., 2012; Gürbüz ve Yılmaz, 2019; Atalay ve ark. 2020). Diğer yandan bitkisel ürünlerle yapılan çalışmalar incelendiğinde mısır, buğday ve soya fasulyesi küspesi gibi tek tip yemlerde besin madde analizlerinde daha güvenilir sonuçlar alındığı bildirilmektedir (Coleman ve ark., 1990; Williams ve Sobering, 1993). Önceki bir başka çalışmada; 163 adet yem örneği analizi üzerinde iki yıl süreyle çalışan De Boever ve ark.(1995) tarafından, NIRS ile hem daha kolay ve çabuk, hem de insan sağlığı için risksiz, kalibrasyon hatasının ise dikkate alınmayacak düzeyde olduğu bildirilmektedir. De Boever ve ark.(1995) kimyasal analizlerin daha az kullanılması gerektiği bunun yerine NIRS tekniğinin kullanılmasının daha verimli olacağı sonucuna varmışlardır. Mevcut bu çalışmada; yem formunun enerji içeriğine etkisinin olmadığı, daha çok örnek sayısı ve numunenin homojenliği ve selüloz miktarına bağlı olduğu düşünölmektedir. NIRS teknolojisiyle tahmin edilmiş besin madde değerlerine göre hesaplanmış metabolik enerji içeriklerini değerlendirmiş çalışmalarda; KM, HP, HY, HS gibi besin madde sonuçlarının güvenilirliğinin yüksek olduğunu, bunlara göre hesaplanmış metabolik analiz sonuçlarının güvenilir olduğu vurgulanmaktadır (Atalay ve ark., 2020). Yine Pehlevan (2014) alternatif yem hammaddelerinde enerji değerlerini tahminde kullandığı eşitliklere göre çıkan sonuçlar, şimdiki çalışmalarla örtüştüğu, NIRS tekniği sonuçlarının Kimyasal analiz sonuçlarıyla benzeşmesinde örnek sayısı, homojenlik ve yemin selüloz içeriğinin belirleyici olduğunu vurgulamıştır.

Mevcut bu çalışmadaki başka değerlendirmede ise; kimyasal ve NIRS metoduna göre elde edilmiş besin madde analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada; bu iki metoda göre KM, OM, HP değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmazken, HK, HY ve HS değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yine aynı çalışmada; her iki metoda göre besin madde değerleri üzerinden Eşitlik 1'e göre hesaplanmış metabolik enerji içeriklerinde istatistiksel fark görülürken, Eşitlik 2'ye göre hesaplanmış metabolik enerji değerleri arasında istatistiksel fark görülmemiştir. Eşitlik 1'e göre; metabolik enerji değerleri arasındaki fark 10.7 kcal/kg KM'de olduğu, kabul edilebilir hata sınırları içerisinde olduğu sonucuna varılmıştır. Mevcut bu çalışmada, özellikle ham kül, ham yağ ve ham selüloz gibi besin madde analizlerinde, numuneye gönderilen ışınların geri yansımada farklılıkların olmasından dolayı örnek sayısının artırılması durumunda varyasyonun azalacağı düşünölmüştür. Aynı alanda yapılmış çalışmalarda da, karma yemler gibi farklı numune karışımları içeren örneklerin homojenitesinin ve örnek sayısının daha fazla olması gerektiği üzerinde durulmuştur (Fontaine ve ark., 2001, 2002; Conzen, 2006; Gürbüz ve Yılmaz, 2019; Atalay ve ark., 2020). Kanatlı karma yemlerle ilgili yürütölmüş Karaman ve Erdemir, (2018)'deki çalışmasında ise; NIRS metoduyla elde edilen sonuçların, kimyasal

metotla elde edilen sonuçlara yakın olduğu gözlenmiş ve daha kesin sonuçların alınabilmesi için, bundan sonraki çalışmalarda örnek sayısının fazla tutulması tavsiye edilmiştir. Aynı çalışmada NIRS cihazının denge ayarlarının yapılmasında daha hassas olunması gerektiği vurgulanmıştır. De Boever ve ark. (1995) ise; karma yemlerin in vivo ve in vitro sonuçlarını değerlendirmiş, kimyasal yöntemle elde ettikleri yem analiz sonuçlarının, NIRS teknolojisiyle elde ettikleri sonuçlarla kıyaslandığında, nem, ham protein ve ham yağ sonuçlarıyla yüksek bir uyum gösterirken, ham selüloz ve enerji değerlerindeki benzerlik daha düşük uyum içerisinde olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde Fontiane ve ark. (2002)'de; ham Kül (HK) hariç tüm parametreler için sonuçların korale olduğunu kaydetmişlerdir. Tavşan yemleri için yapılmış NIRS analizlerinde de HP, HS gibi kimyasal bileşenlerin ve enerji değeri tahmininde güvenilir sonuçlar alınmıştır (Xiccatove ark. 2003).

Yemlerin metabolik enerjilerinin NIRS metodu verileriyle hesaplanmasına ilişkin çalışmalar irdelendiğinde; Atalay ve Tanay (2020)'deki çalışmada NIRS sonuçlarına göre metabolik enerji değerlerinin güvenilir olduğu bildirilmiştir. Öte yandan Pehlevan (2014)'deki araştırmasında ise, kimyasal analiz ve NIRS tekniği sonucuna göre hesaplanmış alternatif yemlerin metabolik enerji içeriklerindeki istatistiksel farklılığın oluşmasında, örnek sayısının azlığı, numunenin selüloz içeriğinin zenginliği ve buna bağlı homojenliğin azalmasından kaynaklandığı üzerinde durmuşlardır. Ancak De Boever ve ark. (1995)'nin yaptıkları bir çalışmada ise, 163 örnekten sadece ikisinde hatalı ME sonucu alındığını diğerlerinde ise doğru sonuçlar alındığını kaydetmişlerdir. Aynı şekilde Corson ve ark. (1999)'da; NIRS metoduyla yemlerdeki metabolik enerjinin saptanabileceğini ortaya koymuşlardır.

SONUÇ

Araştırmada süt sığırları karma yemlerin kimyasal analizi sonucuna göre; kuru madde değerleri hariç diğer besin madde değerleri bakımından örnekler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Yemlerin NIRS tahminlerine göre ise; HP, HY, eşitlik 1'e göre hesaplanmış metabolik enerji değerleri bakımından yem formları arasındaki farkın önemli olmadığı, KM, HK, OM ve eşitlik 2'ye göre hesaplanmış ME değerleri arasında istatistiksel fark olduğu görülmüştür.

Karma yemlerin kimyasal analiz ve NIRS tahmin sonuçları karşılaştırıldığında ise; KM, OM, HP ve Eşitlik 2'ye göre ME değerleri bakımından istatistiksel fark bulunmadığı, HK, HY, HS ve Eşitlik 1'e göre ME değerlerinde ise istatistiksel olarak fark bulunduğu ancak ortalamalar arasındaki farkın sayısal açıdan çok yüksek olmadığı görülmüştür.

NIRS cihazı ile yapılan yem analizlerinde, örnek sayısının daha fazla tutulması ve kontrol ayarlarında daha hassas davranılmasıyla sonuçların daha tahmini yüksek olarak değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

ZRF-15075 no'lu Lisansüstü projesine maddi desteklerinden dolayı Aydın ADU Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz. Çalışmanın kimyasal ve spektrofotometrik analizleri, Aydın ADU. Ziraat Fakültesi Zootehni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Laboratuvarı ile Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvenliği Uygulama ve Araştırma Merkezi (TARBİYOMER) Laboratuvarlarında yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2019a. Global feed output up 3% in 2018. All About Feed. 30 January 2019. <https://www.allaboutfeed.net/Compound-Feed/Articles/2019/1/3-growth-in-compound-feed-in-2018-387470E/>Erişim: Ekim 2019
- Anonymous, 2019b. International feed industry federation annual report 2016/17. <http://annualreport.ifif.org/#start> Erişim: Ekim 2019
- AOAC., 1997. Association of official analytical chemists. 16th ed. Washington, D.C

- Atalay, H. and B. Tanay. 2020. Determination of crude protein and metabolized energy with near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in ruminant mixed feeds. *Journal of Istanbul Veterinary Sciences*, 4(2):31-36.
- Atalay, H., F. Kahrıman and F. Alatürk. 2020. Estimation of drymatter, crude protein and starch values in mixed feeds by near-infrared reflectance (NIR) spectroscopy. *Journal of İstanbul Veterinary Sciences*, 4(3):125-130.
- Cabezuelo, A.B.S., J. R. Quevedo, A. Bahamonde, S. Modroño, A. Martinez-Fernandez, F. Vicente, D. Perez-Marin, A. Garrido-Varo, J. E. Guerrero, B., and D.L. Roza-Delgado. 2011. Validation of two discriminant strategies applied to NIRS data spectra for detection of animal meals in feedstuffs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1):41-48.
- Coleman, S.W., S. Christiansen and J.S. Shenk. 1990. Prediction of botanical composition using NIRS calibrations developed from botanically pure samples. *Crop Science*, 30: 202-207.
- Conzen, J.P. 2006. Validation of chemometric models and analysis of unknown samples. In: *Multivariate Calibration. A practical guide for developing methods in the quantitative analytical chemistry*. Bruker Optif GmbH, 2.nd English Edition. Pp. 13-70. Germany.
- Corson, D.C.,G.C. Waghorn, M.J. Ulyatt and J.Lee. 1999. Nirs: forage analysis and livestock feeding. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 61: 127–132.
- De Boever, J.L.,B.G. Cottyn, J.M. Vanacker and C.V. Boucqu. 1995. The use of NIRS to predict the chemical composition and the energy value of compound feeds for cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 5: 243-253
- De Jong, J.A., J.M. De Rouchey, M.D.Tokach, R.D. Goodband, J.C. Woodworth, S.S. Dritz, J. Erceg, L. McKinney and S. Smith. 2014. Formation of fines during the pelleted feed manufacturing process and the resulting differences in nutrient composition of fines and pellets. *Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports*, 0: 297-301.
- Decruyenaere, V., E. Froidmont, N. Bartiaux-Thill, A. Buldgen and D. Stilmant. 2012. Faecal near-infrared reflectance spectrometry (NIRS) compared with other techniques for estimating the in vivo digestibility and dry matter intake of lactating grazing dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 173: 220-234.
- Fontaine, J., B. Schirmer and J.Hörr. 2002. Near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) enables the fast and accurate prediction of essential amino acid contents. 2. Results for wheat, barley, corn, triticale, wheat bran/middlings, rice bran, and sorghum. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 3902-3911.
- Fontaine, J., J. Hörr and B. Schirmer. 2001. Near-Infrared reflectance spectroscopy enables the fast and accurate prediction of the essential amino acid contents in soy, rapeseed meal, sunflower meal, peas, fishmeal, meat meal products, and poultry meal. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 57-66
- Goldman, A., A. Genizi, A. Yulzari and N.G.Seligman. 1987. Improving the reliability of the twostage in vitro assay for ruminant feed digestibility by calibration against in vivo datafrom a wide range of sources. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 18: 233-245.
- Görgülü, M. 2014. Ruminant yemlerin SE, ME, TDN, NEm, NEg, NEL, değerlerinin ham besin maddelerinin hesaplanması. <http://www.muratgorgulu.com.tr/altekran.asp?id=97> Erişim: Temmuz 2019
- Gürbüz, Y., and M. Yılmaz. 2019. Determination of the effect of technological procedures applied in feed factories on mixed feed nutrition and forming quality critical points. *Turkish Journal of Agriculture- Food Science and Technology*, 7(12): 2245-2251
- Karaman, M. and S. Erdemir. 2018. Kanatlı hayvanların beslenmesinde kullanılan bazı karma yemlerin kimyasal kompozisyonunun nearinfrared reflektans spektroskopi (NIRS) ile belirlenmesi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 1(2): 24-28.
- Osborne, B.G. and T. Feam. 1988. *Near-infraredspectroscopy in foodanalysis*. Longmans, Harlow, UK, 200 pp.
- Park, R.S., R.E. Agnew, F.J. Gordon and R.W.J. Steen. 1998. The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) on undried samples of grass silage to predict chemical composition and digestibility parameters. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 72(1-2): 155-167.
- Pehlevan, F ve M. Özdoğan. 2015. Bazı alternatif yemlerin besin madde içeriğinin belirlenmesinde kimyasal ve yakın kızılötesi yansıma spektroskopi metotlarının karşılaştırılması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2015: 12 (02):1-10

- Pehlevan, F. 2014. Bazı alternatif yemlerin kimyasal kompozisyonunun tahmini için nearinfraredreflektans spektroskopinin (NIRS) kullanımı. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, sayfa sayısı: , Aydın.
- Pérez-Marín, D.C., A. Garrido-Varo, J.E. Guerrero-Ginel and A. Gómez-Cabrera. 2004. Near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) for the mandatory labelling of compound feedingstuffs: chemical composition and open-declaration. *Animal Feed Science and Technology*, 116: 333–349.
- Quampah, A.,Z.R. Huang, J.G. Wu, H.Y. Liu, J.R. Li, S.J. Zhu and C.H. Shi. 2012. Estimation of oil content and fatty acid composition in cottonseed kernel powder using near infrared reflectance spectroscopy. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(4): 567-575
- SAS. 1999. The SAS System. Version 8. Copyright © 1999 by SAS Institute Inc., Carry NC, USA
- Shenk, J.S. and M.O. Westerhaus. 1985. Accuracy of NIRS instruments to analyse forage and grain. *Crop Sci.*, 25, 1120–1122
- Stuth, J., A. Jama and D. Tolleson. 2003. Direct and indirect means of predicting forage quality through near infrared reflectance spectroscopy. *Field Crops Research*, 84: 45-56.
- TSE. 1991. Hayvan yemleri-metabolik (çevrilebilir) enerji tayini (kimyasal Metot). UDK 636.085. TS 9610. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Ünlü, H.B., A. Kılıç and T. Ayyılmaz. 2015. Farklı düzeylerde öğütülmüş dane mısır ilavesinin yonca silajının yem değeri üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52: 335-341.
- Williams, P.C. and D. Sobering. 1993. Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 1: 25-32.
- Xiccato , G.,A.Trocino, J.L. De Boever, L. Maertens, R. Carabaño, J.J. Pascual, J.M. Perez, T. Gidenne , L. Falcao-E-Cunha. 2003. Prediction of chemical composition, nutritive value and ingredient composition of European compound feeds for rabbits by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Animal Feed Science and Technology*, 104(2003):153-168.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (2):273-283
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.753225>

Şeyma YİĞİT^{1*} 

Mustafa ATMACA² 

¹ Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı
Bölümü, Hatay/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

seymayigit@mku.edu.tr

Suriyeli göçmenlerin açık ve yeşil alanlardan talep ve eğilimlerinin belirlenmesi

Determining the demands and trends of Syrian immigrants from open and green areas

Alınış (Received): 15.06.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 05.11.2020

ÖZ

Amaç: Gözlemlere dayalı olarak Suriyeli Göçmenler açık ve yeşil alan kullanımlarında kendi geleneksel kültürlerini ülkemizde de yansıtmaktadırlar. Kültürel bir karmaşa yaratmamak nedeniyle Suriyeli Göçmenlerin kültürlerini anlamak ve açık-yeşil alan tasarımlarına kendi kültürümüzle birlikte entegre etmek bu çalışmanın temel hedefi olmuştur.

Materyal ve Yöntem: Hatay ili Antakya ilçesinde 15 Temmuz Milli İrade Parkı'nda yerinde/yüz yüze anket çalışması yapılmıştır. Anket çalışması gönüllülük esasına dayalı olarak 100 Suriyeli Göçmene uygulanmıştır. Göçmenlerin sosyo-demografik durumlarının parkı kullanım değerlendirilmeleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Ayrıca etkili olan faktörler belirlenerek anket soruları üzerindeki ilişki saptanmıştır.

Araştırma Bulguları: Parkı kullanım değerlendirmesi sorularına verilen yanıtların üzerinde en fazla, eğitim durumu, mesleki unvan, çocuk sayısı ve parkın kimlerle kullanıldığı değişkenleri etkili olmuştur. Bu değişkenlerin ise parkın kullanım değerlendirilmesi sorularından çoğunlukla 1, 2 ve 5 soruları arasında bir ilişki tespit edilmiştir. Ayrıca sözlü görüşmelerle elde edilen sonuçlara dayanarak, Suriye parkları ile Türkiye parkları arasında kullanım yönünden çok farklılıklar olduğu saptanmıştır.

Sonuç: Ortak paydada buluşmak adına Suriyeli Göçmenler özelinde ülkemizde yaşayan tüm göçmenlerin geleneksel kültürlerini yansıtırken, kendi kültürümüzü asimile ettirmeden planlama ve tasarım yaklaşımlarına yönelik bulgular oluşturulmuştur.

Anahtar sözcükler: Açık-yeşil alanlar, Göç, Korelasyon analizi, Peyzaj planlama ve tasarım, Suriyeli göçmenler,

Keywords: Open-green areas, Landscape planning and design, Migration, Correlation analysis, Syrian immigrants,

ABSTRACT

Objective: Understanding the cultures of Syrian Immigrants and integrating them into our open-green space designs together with our own culture has been the main goal of this study since it does not create a cultural confusion.

Material and Method: In the field study, an on-site / face-to-face survey was conducted. The survey was applied to 100 Syrian Immigrants on a voluntary basis. The effect of socio-demographic status of immigrants on park use assessments was statistically calculated. In addition, the factors affecting the questionnaire were determined by determining the effective factors.

Results: The most important variables were the educational status, professional title, number of children and who used the park with the answers given to the park usage assessment questions. As for these variables, a relation was found between questions 1, 2 and 5 of the park's usage evaluation questions. Also Syria's terms of use between Turkey parking and parking are found to be very different.

Conclusion: In order to meet on the common ground, while reflecting the traditional cultures of all immigrants living in our country, especially for Syrian Immigrants, findings regarding planning and design approaches were created without assimilating our own culture.

GİRİŞ

Günümüz koşullarında yoğun kentleşme ve betonlaşma nedeniyle; kent ortamında yaşayan insanlar, kentin onlara sağladığı imkanlar doğrultusunda yaşamlarını devam ettirmektedir (Yörük ve ark., 2005; Yazıcı ve Gülgün Aslan, 2017). Günümüz 21. yüzyılında da yaşanabilir çevre oluşturmak adına kentsel yaşam alanları yeniden düzenlenmektedir. Bu nedenle açık ve yeşil alanlar kentsel yaşamın önemli bir parçası olmuştur.

“Açık alanlar; sadece orada yaşayanların değil, tüm kentlilerin ortak kullanım alanı olup, üzerinde yapı bulunmayan, sokak, cadde ve meydan vasıtasıyla kent içinde yer alan çeşitli bölüm ve yapıları birbirine bağlayan kamusal mekânları içermektedir” (Budak, 2010).

“Açık alan kavramı, kent dokusunun önemli temel elemanlarından birisi olup, mimari yapı ve ulaşım alanları dışında kalan açıklıklar veya boş alanlar olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir deyişle, dış mekân üzerinde herhangi bir amaca göre yapılaşmanın olmadığı ve herhangi bir rekreasyonel kullanımı için uygun potansiyel imkânı bulunan alanlar olarak algılanmaktadır. Örneğin su yüzeyleri, üzerinde bitkisel eleman bulunmayan veya çok sınırlı sayıda bulunan meydanlar ve ulaşım alanları açık alan olarak tanımlanmaktadır” (Gül ve Küçük, 2001).

“Yeşil alan ise; kent ve kasabalarda, insanların dinlenmesine, gezmesine, çocukların oynamasına ayrılan ve bu yerlerin yoğun yapılanmış bir görünüm kazanmasına engel olmak amacıyla kent yönetimlerinde düzenlenen gezmelik, ağaçlık yol gibi ortak kullanım alanı olarak adlandırılır. Başka bir deyişle yeşil alan kavramı mevcut açık alanların bitkisel elemanlar (odunsu ve otsu bitkiler) ile kaplı veya kombine edilmiş yüzey alanları olarak tanımlanmaktadır. Bu tanıma göre her yeşil alan bir açık alandır ancak, her açık alan bir yeşil alan olarak adlandıramaz” (Tepe, 2018).

“23804 sayılı İmar Yönetmeliğinde, yeşil alan kavramı “Toplumun yararlanması için ayrılan oyun bahçesi, çocuk bahçeleri, dinlenme, gezinti, piknik, eğlence ve kıyı alanları toplamıdır. İnterpol ölçekteki fuar, botanik ve hayvanat bahçeleri ve bölgesel parklar da yeşil alan kapsamındadır” denilmektedir. Aktif yeşil alan kavramını ise kent ve mahalle parkı, çocuk bahçesi ve oyun alanlarının toplamıdır şeklinde tanımlamaktadır” (Anonim, 2000).

Açık ve yeşil alanlar, bulunduğu bölge üzerinde fonksiyonel-işlevsel, estetik, sağlık, sosyal, ekonomik ve kültürel birçok öneme sahiptir. “Özellikle, açık ve yeşil alanlar bölgeye ekonomik, ekolojik ve sosyal açıdan kimlik yaratmaktadır” (Çetinkale Demirkan, 2020). Açık ve yeşil alanlar, bulunduğu bölgenin ekolojisini yansıtırken, üzerinde birçok canlıya yaşam alanı sunar ve dolayısıyla flora ve fauna yaşamını korur. Toplumun ve/veya kişinin rekreasyonel ihtiyaçlarını karşılar. Bireylerin doğayla iç içe olmalarını sağlayarak, ruh ve beden sağlığı açısından bireyi olumlu yönde etkiler. Ayrıca bireylere huzur ve ferahlık duygusu yaratır. Gri örtünün yanında bireye açık alanlar oluşturur. Bölgenin sirkülasyonunu oluşturur. Bölgede toplanma ve odak noktası yaratır. Olası afet durumunda toplanma ve barınma gibi olanakları sağlamaktadır. Sel, erozyon gibi doğal afet sonucunda oluşabilecek etkileri azaltır. Bölgeye iklim mikro klima etkisi yaratır ve iklim dengesini korur. Hava kalitesini iyileştirir ve sert rüzgârların kesilmesini sağlar. Toprağın üst katmanı yeşil örtü ile kapatıldığı takdirde toprağı ve suyu besler, verimli olmasını sağlar. İşlevsel ve estetik yönden yapılan tasarımlarda bölgenin kalkınmasını sağlar. Cazibe merkezi yaratır. Bölgede rant sağlar. Beslenme, rekreasyon alanları, dinlenme gibi aktivitelerden ekonomik kazanç elde edilir ve böylelikle istihdam yaratır.

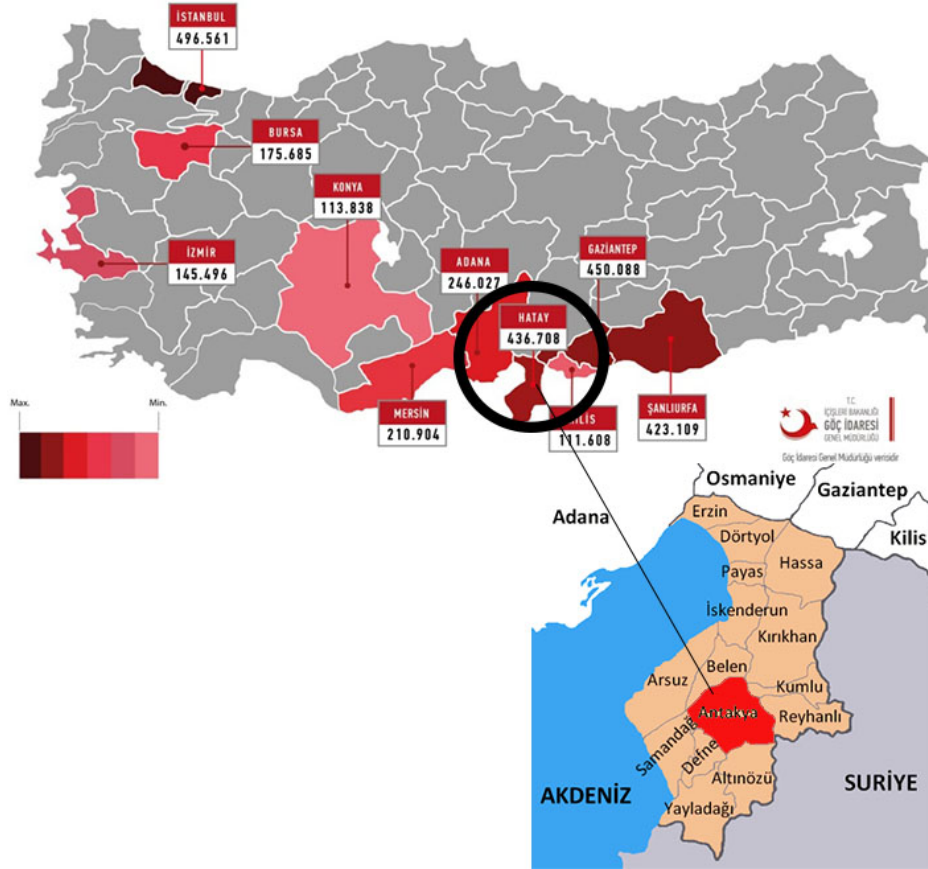
“Yeşil alanlardan optimum yararlanma öncelikle onların konum, büyüklük, ulaşılabilirlik, yeşil alanın niteliği ve sunu çeşitliliği gibi konularda yeterliliği ve kent halkına uygun kullanım koşulları oluşturmasıyla sağlanacaktır. Bunun için kentsel alanlarda yeşil alanların planlaması, tasarımı, uygulaması ve bakımının yeterince yapılması gereklidir. Öncelikle bu aşamaların hepsinde uzman ve yetkili kişilerin olması, özellikle peyzaj mimarlarının yeşil alan oluşturma çalışmalarının her aşamasında görev alması gereklidir” (Önder ve Polat, 2012).

“15 Mart 2011 tarihinde Suriye’de başlayan sokak gösterileri ve iç savaştan sonra Türkiye ve birkaç ülke “açık kapı” politikası uygulayacaklarını belirtmiş ve bunun sonucu olarak Suriyeli Mülteciler Türkiye, Lübnan, Ürdün ve Irak gibi komşu ülkelere sığınmaya başlamışlardır” (Ülger, 2020).

2011 yılından günümüze kadar ülkemize göç eden mültecilerin istihdam ettikleri şehirler Şekil 1 de gösterilmiştir. Bu haritadan yola çıkarak ülkemizde Suriyeli göçmenlerin ikamet ettikleri şehirlerden ilk 10 ilimiz arasında 3. Sırada Hatay ili bulunmaktadır.

“Sonuç olarak Türkiye’ye yönelen göç hareketlerinde yabancı uyrukluların oranı nispeten çoğalmış ve Türkiye uluslararası göç bakımından çoğunlukla transit alan haline gelmiş bulunmaktadır” (İçduygu, Sert, Karaçay, 2009; Ülger, 2020).

Suriye Savaşı nedeniyle ülkemizin yoğun göç alması açık ve yeşil alanların değişimini de beraberinde getirmiştir. Suriye ile sınır komşularından biri olan Hatay ili ise bu duruma en fazla maruz kalan iller arasındadır (Şekil 1). Merkez ilçesi olan Antakya’da ise göç nedeniyle kültürel değişimler gözlenmiştir. Suriyeli göçmenlerin en fazla kullanım alanlarından biri olarak gözlenen açık ve yeşil alanlar ise değişime maruz kalan alanlardır.



Şekil 1. Geçici koruma kapsamında bulunan Suriyelilerin ilk 10 ilimizdeki dağılımı ve Hatay il haritası (Göç İdaresi Genel Müdürlüğü).

Figure 1. Distribution of Syrians under temporary protection in our top 10 cities and Hatay province map (General Directorate of Migration Management).

Bu makalede, Suriyeli göçmenler ile bölge halkı arasındaki kültürel ayrılık veya farklılıkların ortaya çıkarılması, göçmen halkın açık ve yeşil alanlardan talep ve eğilimlerinin belirlenmesi, açık ve yeşil alan planlama, tasarım ve onarım aşamalarında göçmenlerin taleplerinin de süreçlere entegre edilmesi ve böylelikle kültürel farklılaşmanın önüne geçilerek ortak kullanımların belirlenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma alanında göç nedeniyle ortaya çıkan görsel, ekolojik, mekânsal ve/veya ekonomik yapılarında meydana gelen değişimlerin analiz edilmesi hedeflenmektedir. Ayrıca anket verilerinden elde edilen sonuçlara göre, Sosyo-demografik durum ve parkın kullanım durumları ile parkın Suriyeli Göçmenler özelinde kullanım değerlendirmeleri arasında bir ilişki olup olmadığının istatistiksel olarak yorumlanması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışma alanı ülkemizin en güneyinde bulunan Hatay ilinin merkez ilçesi Antakya'da (Şekil 1) bulunan 15 Temmuz Milli İrade Parkı'dır. "Antakya Belediye Parkı (Eski DSİ Parkı)" olarak bilinen bu kent parkının 2016 yılında belediye meclis kararıyla ismi değiştirilmiştir. 16.712 m² alan üzerine kurulu olan park da (Şekil 2) yapılan revize çalışmaları 2017 yılında tamamlanmıştır. Kentin merkezinde konumlandığından, gerek geçiş noktası gerekse diğer rekreasyonel faaliyetlerin gerçekleştirilmesinden dolayı bu park bilhassa Suriyeli göçmenlerin toplanma mekânı olmuştur. Ayrıca Antakya ilçesi Akdeniz iklimine sahip olması nedeniyle yazları sıcak, kurak ve rüzgârlı, kışları ise ılıman ve yağışlı geçmektedir. Bu nedenle rekreatif faaliyetlere yılın hemen hemen her döneminde olanak tanımaktadır.



Şekil 2. 15 Temmuz Milli İrade Parkı konum haritası.

Figure 2. 15 Temmuz Milli İrade Park location map.

2019 yılı TÜİK verilerine Antakya ilçesi 383.354 nüfusa sahiptir. Hatay il nüfusunun %23,53 oranına sahip olan bu ilçede yaşayan Suriyeli göçmen sayısının ise yaklaşık olarak 140.000 olduğu bilinmektedir. Farklı meslek gruplarına sahip bu göçmenlerin rekreatif faaliyetlerini gerçekleştirdiği yerler, gözlemlere dayanan incelemeler sonucunda kent ve mahalle parkları olarak belirlenmiştir. Halk arasında Suriyeli parkı olarak da bilinen 15 Temmuz Milli İrade Parkı, merkezi konumu, civar semtlerden yürüme mesafesinde olması, alışveriş merkezi, çarşısı, kamu kurumları, restoran ve iş merkezlerine yakınlığı nedeniyle Antakya halkı tarafından aktif olarak kullanılmaktadır. Antakya merkezinde sayılı büyük parklardan olan bu park, göçmenler tarafından yoğun olarak kullanıldığından bu çalışmanın ana materyali olarak seçilmiştir.

Yöntem

Çalışma alanında, gönüllülük esasına dayanan yerinde/yüz yüze anket çalışması uygulanmıştır. Anket yapılacak denek sayısı, Antakya ilçesinde yaşayan Suriyeli göçmen nüfusu dikkate alınarak %95 güven aralığında 73 olarak belirlenmiştir. Denek sayısının belirlenmesinde ise aşağıdaki formül esas alınmıştır (Kalıpsız, 1981; Akten, 2003).

$$n = \frac{Z^2 NPQ}{ND^2 + Z^2 PQ}$$

$$n = \frac{1.96^2 \times 140000 \times 0.95 \times 0.05}{140000 \times 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.95 \times 0.05} = 73$$

n= Örnek büyüklüğü

Z= Güven katsayısı

P= Ölçmek istediğimiz özelliğin kütlede bulunma ihtimali (çalışmada %95 olarak alınmıştır)

Q= 1-P

N= Ana kütle büyüklüğü (140000)

Sadece Antakya'da yaşayan Suriyeli göçmenlerden oluşan bu anket çalışmasının güvenilirliğinin sağlanabilmesi için anket uygulanan denek sayısı 100 olarak hedeflenmiştir. Denek seçiminde basit tesadüfi yöntem uygulanmıştır. Göçmenlere, Sosyo-demografik durum(1), Park kullanımı(2), Park kullanım değerlendirilmesi(3) ve beklentilerden(4) oluşan 4 ana başlıklı 30 soru yönlendirilmiştir. Anket çalışması eşit kullanım şartları ve kullanım yoğunluğu gözetilerek uygulanmıştır. Bu nedenle 2 hafta içi/ 2 hafta sonu, öğle ve akşam saatlerinde 4 farklı gün ve zaman dilimlerinde arazi uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Ankette kimlik göz ardı edilerek sorulan sorular 5'li likert ölçek esas alınarak yapılmıştır. Katılımcılara beklentiler sorusunda ise açık uçlu yorum yapmaları istenmiştir.

İstatistiksel Değerlendirme

Arazi çalışmalarında uygulanan anketlerin sayısal ortama işlenmesi sağlanmıştır. Bu aşamada IBM SPSS Statistics yazılımında verilerin işlenmesi ve sayısallaştırılması gerçekleştirilmiştir. Yazılım aracılığıyla Independent Sample T Test, One-Way Anova ve Korelasyon analizleri yapılmıştır.

Elde edilen sayısal veriler ise yorumlanmış, tablo ve grafik oluşturma işlemleri Microsoft Office Excel yazılımında gerçekleştirilmiştir.

ARAŞTIRMA BULGULARI

15 Temmuz Milli İrade Parkı'nda yerinde/yüz yüze anket çalışması 100 Suriyeli göçmene uygulanmıştır. Anket sonucunda IBM SPSS Statistics yazılımına aktarılan veriler nicel verilerdir ve bu nedenle parametrik testler uygulanmıştır. Parametrik testin uygulanabilirliği için verilerin (1) normal dağılımı ve (2) varyansların homojen olması gerektiğinden "Test of Normality" ve "Test of Homogeneity of Variances" testleri yapılmıştır. Sonuç olarak verilerin normal dağılım gösterdiği ve varyansların homojen dağıldığı tespit edilmiştir.

Anket çalışmasının **birinci kısmında**, elde edilen Sosyo-demografik durum verileri Çizelge 1 de belirtildiği gibidir. Veriler ışığında; cinsiyet faktöründe *kadınların*, yaş faktöründe *18-28 yaş arasının*, medeni durum faktöründe *evli olanların*, eğitim durumu faktöründe *ortaokul-lise mezunlarının*, aylık ortalama gelir faktöründe *asgari ücretle geçinenlerin* ve çocuk sayısı faktöründe *çocuğu olmayanların* çoğunlukta olduğu belirlenmiştir.

Ankete katılan göçmenlerin meslek dağılımları ise değişkenlik göstermektedir. Analiz sonucunda ankete katılanların çoğunluğunu (%37) *ev hanımları* oluştururken, azınlığı (%2) *aşçıların* oluşturduğu saptanmıştır. Ayrıca katılımcıların %12'sini öğrenciler, %9'unu esnaf, %7'sini işçi, %6'ını öğretmen, %4'ünü tercüman, %3'ünü doktor ve %20'sini de diğer meslek grupları oluşturmaktadır.

Suriyeli göçmenlerin bu parkı kullanabilmek için yakın veya uzak fark etmeden çeşitli semtlerden geldiği veriler sonucunda elde edilmiştir. Ayrıca ankete katılan tüm göçmenlerin 2011 yılı ve sonrasında Türkiye'ye göç ettiği ve göç sebebi olarak çoğunlukla *savaş* nedeniyle, daha azınlıkta ise *iş ve eğitim* sebebiyle geldikleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. Sosyo-demografik durum özellikleri**Table 1.** Socio-demographic status features

Sosyo – Demografik Durum			
Faktör	Alt Faktörler	Kişi Sayısı	Toplam
Cinsiyet	Kadın	61	100
	Erkek	39	
Yaş	18-28	43	100
	29-39	36	
	40-50	12	
	51-60	3	
	61 ve üzeri	6	
Medeni durum	Evli	70	100
	Bekâr	30	
Eğitim durumu	Okur-yazar yok	4	100
	İlkokul mezunu	18	
	Ortaokul-lise mezunu	38	
	Üniversite mezunu	35	
	Lisansüstü	5	
Aylık ortalama gelir	Gelir olmayan	26	100
	Asgari ücret	57	
	2500-3000	4	
	3001-4000	4	
	4001 ve üzeri	9	
Çocuk sayısı	Çocuk yok	35	100
	1	13	
	2	9	
	3	13	
	4 ve üzeri	30	

Analiz çalışmasının **ikinci kısmını** ise park kullanımı oluşturmaktadır. Elde edilen veriler sonucunda katılımcıların %51'i *Antakya için parkları yeterli bulurken, %49'u yeterli bulmamaktadır*. Parka ulaşımı %70 oranında yürüyerek sağlayan katılımcılar ayrıca %43 oranında hafta sonu parkta vakit geçirdiklerini belirtmişlerdir. Parkı kullanım saatleri ise çoğunlukla (%45) öğle vakitleri olup, %69 oranla park da ortalama 1-3 saat arası vakit geçirmektedirler.

Analiz çalışmasının **üçüncü kısmında** ise sosyo-demografik durum ve park kullanımlarının, kullanım değerlendirilmesi üzerinde bir etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. 5'li likert ölçek düzenine göre hazırlanan park kullanım değerlendirilmesi soruları 13 adet olarak belirlenmiş ve sorular aşağıda sıralanmıştır.

Soru 1: Bu park tasarım yönünden başarılıdır.

Soru 2: Bu parka ulaşım kolaydır.

Soru 3: Bu park temiz ve bakımlıdır.

Soru 4: Bu park da yeteri kadar tuvalet bulunmaktadır.

Soru 5: Bu park can ve/veya mal güvenliği yönünden yeterlidir.

Soru 6: Bu park da otopark sıkıntısı yaşanmamaktadır.

Soru 7: Bu park sakin ve huzurludur.

Soru 8: Bu park ile Suriye'deki park tasarımları aynıdır.

Soru 9: Bu park da bulunan çocuk oyun alanları yeterlidir.

Soru 10: Bu parktaki su yüzeyleri (havuz vb.) yeterlidir.

Soru 11: Bu park da oturma birimleri (bank, pergola vb.) yeterlidir.

Soru 12: Bu park da donatı elemanları (aydınlatma, çeşme, çöp kutuları vb.) yeterlidir.

Soru 13: Bu park da geçirdiğim vakit Suriye'deki parklardan daha fazladır.

Çizelge 2. Türkiye ve Suriye parkları kıyaslaması**Table 2.** Turkey and Syria parks comparison

Tasarım Elemanları	Türkiye Parkları	Suriye Parkları
Yürüyüş yolları	Var	Yok
Bisiklet yolları	Var (Kısmen)	Yok
Çocuk oyun alanları	Var	Yok
Oturma birimleri	Var	Var
Satış birimleri	Var	Yok
Donatı elemanları	Var	Var (Kısmen)
Su yüzeyleri	Var	Var (Kısmen)
Sergi elemanları	Var (Kısmen)	Var

Anket verilerinin değerlendirilmesine göre, göçmen katılımcıların %80'i Türkiye ve Suriye'de bulunan parklar arasında farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Park da bulunan tasarım elemanları üzerindeki farklılıklar (Var-Yok) Çizelge 2 de belirtildiği gibidir.

Veriler IBM SPSS Statistics 20 yazılımında gerçekleştirilmiştir. Sosyo-demografik durumun ve park kullanımına verilen yanıtların kullanım değerlendirmesi yanıtları üzerinde bir etkisi olup olmadığının belirlenmesi için, "Independent Sample T Test" ve "One-Way Anova" testleri uygulanmıştır. Anlamlı fark olduğu gözlenen maddeler için ise hangileri arasında fark olduğunu saptamak amacıyla "Post Hoc – Tukey" testi yapılmıştır.

Tüm bu analizler sonucunda, Sosyo-demografik durum özelliklerinin kullanım değerlendirmesi yanıtlarından en çok Soru 5 e, Park kullanımının kullanım değerlendirmesi yanıtlarında ise Soru 2 ye verilen yanıtlarda farklılıklar olduğu saptanmıştır. Ayrıca kullanım değerlendirmesi sorularında en fazla anlamlılık gösterenler ise, Eğitim durumu, Meslek, Çocuk sayısı ve Parkın kimlerle kullanıldığı üzerinedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Sosyo-demografik durum ve park kullanımının, kullanım değerlendirmesi üzerine etkileri**Table 3.** Socio-demographic situation and effects of park usage on utilization assessment

Sosyo-Demografik Durum	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 5	Soru 6	Soru 7	Soru 8	Soru 9	Soru 10	Soru 11	Soru 12	Soru 13
Cinsiyet (a)	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
Yaş (b)	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Medeni Durum (c)	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Eğitim Durumu (d)	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-	x	-
Meslek (e)	x	-	x	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-
Aylık Ort. Gelir (f)	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-
Cocuk Sayısı (g)	x	-	-	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-

Park Kullanımları	Soru 1	Soru 2	Soru 3	Soru 4	Soru 5	Soru 6	Soru 7	Soru 8	Soru 9	Soru 10	Soru 11	Soru 12	Soru 13
Antakya için parkları yeterli bulma	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
Parka ulaşım durumu	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gün bazlı kullanım durumu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saat bazlı kullanım durumu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ortalama geçirilen zaman durumu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kimlerle kullanıldığı	-	x	-	-	x	x	-	-	-	-	-	-	-

* x: p < 0.05 Anlamlı fark vardır. Etkisi var ve önemlidir.

-: p > 0.05 Anlamlı fark yoktur. Etkisi yok ve önemsizdir.

Elde edilen veriler ışığında ise gerçekleştirilen hipotez; Eğitim durumu, mesleki unvan, çocuk sayısı ve parkın kimlerle kullanıldığı değişkenlerinin parkın kullanım değerlendirmesi ile bir ilişkisi olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle IBM SPSS Statistics yazılımında korelasyon analizi uygulanmıştır.

Çizelge 4. Korelasyon analizi

Table 4. Correlation analysis

Faktör	Kullanım Değerlendirmesi
Eğitim Durumu	Soru1** (+) ve Soru5* (+)
Meslek Unvanı	Soru1** (+), Soru2**(+) , Soru5** (+) ve Soru11** (-)
Çocuk Sayısı	Soru1** (-), Soru2* (-) ve Soru5** (-)
Parkın Kimlerle Kullanıldığı	Soru2* (-), Soru3* (-) ve Soru6* (-)

** önem düzeyi $p < 0.01$ * $p < 0.05$

(+) pozitif yönde, (-) negatif yönde ilişki bulunmaktadır.

IBM SPSS Statistics yazılımında gerçekleştirilen korelasyon analizinde veriler normal dağıldığı ve varyanslar homojen olduğundan dolayı Pearson Correlation analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda 13 soruya verilen yanıtlar ışığında faktörlerle ilişkisi olan sorular tespit edilmiştir.

Kullanım değerlendirme soruları üzerine yapılan korelasyon analizi sonucunda Çizelge 4 de belirtildiği gibi eğitim durumunun anlamlılık düzeyi 0.01 düzeyinde Soru1 iken 0.05 düzeyinde Soru5 dir. Mesleki unvan durumunun ise Soru1, 2, 5, ve 11 soruları arasında 0.01 düzeyinde bir ilişkisi olduğu saptanmıştır. Çocuk sayısının kullanım değerlendirme soruları üzerindeki ilişkisinde ise Soru1 ve 5 sorularında 0.01 düzeyinde bir anlamlılık saptanırken, Soru 2 de ise 0.05 düzeyinde bir anlamlılık oranı belirlenmiştir. Fakat çocuk sayısı faktörünün kullanım değerlendirme üzerinde negatif yönde ilişki saptanmıştır. Parkın kimlerle kullanıldığı (tek başıma, ailemle, çocuğumla, arkadaşlarımla) faktörünün kullanım değerlendirme soruları üzerinde ise 0.05 düzeyinde anlamlılık rastlanmıştır. Fakat negatif yönde ilişki saptanmıştır.

TARTIŞMA

Park alanları yalnızca yeşil alan varlığı olarak görülmemelidir. Ayrıca bu alanların sosyal açıdan işlevleri oldukça fazladır. "Süreçlerin, kentlinin sosyo-kültürel seviyesine uygun sonuçlar üretmesine yönelik olarak: a. Parkın Fonksiyonel Yapısı (fiziksel, kültürel aktivite çeşitliliği, mevsimsel kullanım, gece-gündüz kullanımı, güvenlik), b. Parkın Doğal/Yeşil Yapısı (gerçek doğa, betimlenmiş doğa, sembolik yapaylaştırılmış doğa, işlevsel yeşil kullanım), c. Parkın Fiziksel/Mekânsal Yapısı (konumlanma- yer seçim, erişilebilirlik, tasarım elemanları kalitesi) ve d. Parkın Sosyo-Kültürel Yapısı (kullanıcı profili, kullanıcı tercihleri, grup katılımı) kapsamı çerçevesinde parkların işlevsellendirilmesi ve değerlendirilmesi, bu alanların planlanması ve tasarımı açısından göz önünde bulundurulması gerekli temel ölçütlerdir" (Onsekiz ve Emür, 2008; Ersoy, 2016).

Suriyeli göçmenlerin 15 Temmuz Milli İrade Parkı'ndaki kullanımları dikkate alınarak yapılan anket çalışmasında istatistiksel değerlendirmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında eğitim durumu, meslek unvanı, çocuk sayısı ve parkın kimlerle kullanıldığı değişkenleri kullanım değerlendirme soruları üzerinde en etkili olanlar şeklinde belirlenmiştir. Varsayılan hipotez ise bu değişkenlerin hangi kullanım değerlendirme sorularıyla bir ilişkisinin bulunduğu yönündedir. Yapılan analiz sonuçlarında bireyin eğitim seviyesinin yükselmesi tasarım anlayışını ve kendini güvenli hissetme içgüdüünün yeterliliğini arttırdığı saptanmıştır. Dolayısıyla pozitif yöndeki bu ilişki için eğitim seviyesindeki artışın parkın tasarım yönünden başarılı ve parkın can ve/veya mal güvenliği yönünden yeterli olduğunun kabulünü sağlamaktadır. Bireyin aylık ortalama geliriyle bağlantılı olan mesleki unvanının yüksek oluşu ise tasarım, ulaşım, güvenlik ve oturma birimi yeterlilik anlayışını da pozitif yönde etkilemektedir. Bireyin çocuk sayısındaki artış tasarım anlayışı, ulaşım kolaylığı ve güvenlik yeterliliğine bağlı olarak negatif

korelasyonu oluşturmaktadır. Bireylerin çocuk sayısı arttıkça bu sorulara verdikleri yeterlilik oranları düşmektedir. Bireyin parkı kullanımındaki çevresinin değişkenliği ve artışı, ulaşım kolaylığı, tuvalet gereksinimi ve otopark yeterliliği sorularına verdikleri memnuniyet durumunu negatif yönde etkilemektedir.

Genel itibariyle Antakya nüfusunun yaklaşık olarak %36,5'ünü oluşturan Suriyeli göçmenler bu tür açık ve yeşil alanları aktif olarak kullanılmaktadırlar. Kültürel açıdan yöre halkıyla benzer yönleri bulunsa da farklılıklar da göz ardı edilmemektedir. Çünkü göç eden insanlar kendi geleneksel davranışlarını da beraberinde getirmektedirler.

“Heterojen ve çok yönlü kentlerde yaşayanlar farklı bölgelerin örf ve adetlerini, gelenek ve göreneklerini asimile olmadan sürdürmektedirler. Bu durum kısa süreli olmasa da uzun vade de uyum sağlanmış olacaktır” (Es ve Ateş, 2004).

Anket verileri sonucunda ise Eğitim durumu, Meslek unvanı, Çocuk sayısı ve Parkın kimlerle kullanıldığı sorularının kullanım değerlendirmesi soruları ile ilişkisi kendi kültürümüzle bağdaşmaktadır. Anket çalışmalarında edinilen bilgiler ışığında ise parkı aktif olarak kullanmalarındaki amacı, Suriyeli göçmenler olarak bir araya gelerek sosyalleştiklerini belirtmişlerdir. Park da hem çocuklarının aktivitelerine olanak sağlarken hem de kendi kültürlerindeki insanlarla bir araya gelip savaşın etkilerini bir nebze de olsa unutmak istediklerini belirtmişlerdir.

Suriyeli göçmenler ölçeğinde yapılan bu çalışma farklı bölgelerde ve farklı istatistiksel yöntemlerle de yapılmasına imkân tanımaktadır. Bu çalışma Suriyeli göçmenlerin kültürleriyle kendi kültürümüzün benzerliklerini saptamak ve taleplerini belirtmelerine olanak tanımaktır. Böylelikle açık ve yeşil alan planlama ve tasarım süreçlerine farklı kültürlerin taleplerinin eklenmesine olanak tanıyabilmekte ve ilişkisi bulunan kullanım soruları üzerinde farklı çalışmalar yapılabilmektedir.

SONUÇ

Türkiye Cumhuriyeti kuruluşundan bu yana farklı dönemlerde dil, din, ırk, mezhep ve kültürel yönden çeşitliliğe sahip göçmenlere ev sahipliği yapmaktadır. 2011 yılında Suriye iç savaşı nedeniyle ise ülkemiz en çok göç alan ülke konumundadır. Sınır komşusu olduğundan dolayı Hatay vatandaşları gerek dil ve din gerekse kültürel olarak Suriyeli göçmenlerle benzer yanları bulunmaktadır. Antakya genelinde çalışmayı özelleştirdiğimizde ise gözlemlere dayalı olarak en çok 15 Temmuz Milli İrade Parkı'nda bir araya geldikleri sonucuna varılmıştır.

Suriyeli göçmenlerin kendi ülkelerindeki park tasarımları ve anlayışlarıyla Türkiye'deki park tasarım ve anlayışlarının çok farklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Suriye'deki mahalle parklarında genel itibariyle yürüyüş ve bisiklet yolları, çocuk oyun alanları, pergola, satış birimleri bulunmamaktadır. Her parkta birer heykelin olduğu belirtilmiştir. Parklarda genel olarak mevsimsel çiçeklerin sergilendiği ve bankların bulunduğu açık alanlar olarak tasarlandığı da saptanmıştır. Su yüzeylerinin ve pergolaların yalnızca kent parklarında olduğu belirtilmiştir. Türkiye'deki mahalle ve kent parklarında ise çok sayıda rekreasyonel aktivitelerin yapıldığı kullanımların olduğunu söylemişlerdir. Bu nedenle bireysel veya aile, arkadaş olarak her türlü kullanımdan yararlandıkları bu parkları tercih ettikleri belirlenmiştir.

Çalışma sonucunda eğitim seviyesi yüksek olanların parkı daha farklı eleştirdikleri ve taleplerinin daha fazla olduğu gözlenmiştir. Eğlence ihtiyaçlarının karşılanması, parkın ücretsiz internet ağının bulunması, su yüzeylerinin artırılması ve su yüzeylerindeki güvenliğin sağlanması, park alanında hayvanların yer alması, minimalist ölçekte müze olması, lunapark bulunması gibidir. Ayrıca parkın daha temiz olması gibi talepler vardır. Eğitim seviyesi ve aylık ortalama gelirleri düşük olan bireylerde ise taleplerin azaldığı ve belli başlı noktalara dikkat çektikleri belirlenmiştir. Çocuk oyun alanlarının fazla ve çeşitli olması, aileler için pergola bulunması, daha fazla sayıda oturma birimleri bulunmasıdır. Ayrıca tuvaletlerin ücretsiz olması ve yeme-içme faaliyetleri için satış birimlerinin bulunup, uygun fiyatlı olması beklenmektedir. Ayrıca birden fazla çocuğa sahip bireylerin çocuk oyun alanlarının artırılması ve güvenliğinin sağlanması yönünde beklentileri vardır. Yaş ortalaması düştükçe parkın güvenilir bulmama oranı da artmıştır.

15 Temmuz Milli İrade Parkı'nda yapılan uzun süreli ve değişken gün-saat kullanım analizlerinde, parkın görsel, ekolojik, mekânsal ve ekonomik yapılarında da farklılıklar olduğu sonucuna varılmıştır. Antakya ilçe genelinde diğer parklara oranla Suriyeli göçmenlerin ve Türk halkının bu parkı aktif olarak kullandığı bilinmektedir. Bu nedenle halk arasında "Suriyeli Parkı" olarak bilinen 15 Temmuz Milli İrade Parkı görsel açıdan bunu doğrular niteliktedir. Parkın kapasitesi, kullanıcı yoğunluğunun altındadır. Anket çalışmasında elde edilen sonuçlara göre parkın ekolojik yeterliliğe sahip olduğu belirlenmiştir. Fakat mekânsal anlamdaki yetersizlik talebin yüksek olduğunu göstermektedir. Antakya ilçe merkezinde bulunan ve konum itibarıyla ulaşımın rahatlıkla sağlandığı bu park da halkın ihtiyaçlarını karşılayacak yeterlilikte oturma mekânları, büfe ve yiyecek-içecek stantları bulunmaktadır. Fakat kullanım talebinin artması ve park alanındaki oturma birimlerinin yetersizliği, kullanıcıların park içerisindeki özel mekânlara yönelmesini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle parkın alan kapasitesinin artırılması, kullanıcı ve mekân işletmecileri bağlamında olumlu sonuçlanabilir. Bu durum parkın görsel, işitsel duyular ve psikolojik anlamda daha özgür ve güvende hissetmesine neden olabilecektir.

Ülkemizde sadece Suriyeli göçmenler bulunmamaktadır. Çok fazla çeşitlilik gösteren bu coğrafyada açık ve yeşil alan tasarımlarını yaparken kendi kültürümüzden ödün vermeden fakat diğer kültürlerinde barındığını düşünerek akılcı yaklaşımlar yapılmalıdır. Böylelikle kültürümüzü asimile ettirmeden uyumu, planlama ve tasarım süreçlerine entegre ettirebiliriz. "Kaliteli park çevreleri oluşturmak için parkın ve çevresinin bir bütün olarak ele alınması, parkın muhtemel kullanıcılarının ihtiyaç ve taleplerinin önceden bilinmesi, aktivite ve kullanımlar, ulaşılabilirlik, konfor ve imaj, sosyallik gibi her bir kalite bileşenin ayrı ayrı ele alınıp, park planlaması ve tasarımı sürecinde göz önünde tutulması önemlidir. Ancak, doğru yer seçimi, doğru planlama, doğru tasarım, doğru uygulama ve doğru bakım standartlarının yakalanması ile kent insanlarına kullanabilecekleri kalite kent parkı çevreleri oluşturulabilecektir" (Yücel, 2007).

Bu çalışma istatistiksel verilere dayalı olarak Suriyeli göçmenler özelinde açık ve yeşil alan planlama ve tasarımlarının değerlendirilmesi üzerinedir. Ülkemiz dinamik yapıdadır ve kültürel çeşitliliği sürekli değişmektedir. Bu nedenle kültürel farklılıkları esas alan planlama ve tasarım yaklaşımlarına yönelik çalışmalar artırılmalıdır. Bu çalışma birlikteliği sağlama ve hoşgörüyü dayalıdır. Aktif olarak kullanılan açık ve yeşil alanlarda Türk kültürünü asimile ettirmeden farklı kültürlerin taleplerini entegre edebiliriz. Bu nedenlerden dolayı çalışma, peyzaj planlama ve tasarım çerçevesinde literatüre katkıda bulunacaktır.

TEŞEKKÜR

Saha çalışmasında Arapça-Türkçe çevirisinden ve emeğinden dolayı Sayın Safa Bebek' e teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR


- Akten, M. 2003. Isparta ilindeki bazı rekreasyon alanlarının mevcut potansiyellerinin belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, ISSN: 1302-7085, 115-132 s.
- Anonim, 2000. 3194 Sayılı İmar Kanunu ve İlgili Yönetmelikler, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Budak, E. Z. 2010. Cumhuriyet döneminde Antakya kenti açık ve yeşil alan sistemlerinin irdelenmesi. Yüksek lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya, Türkiye.
- Çetinkale Demirkan, G. 2020. University students' use of campus open and green spaces and their satisfaction. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57 (1): 39-52.
- Ersoy, M. 2016. Kentsel planlama ansiklopedik sözlük. ISBN: 978-605-88444-2-1. 2. Baskı. Ninova Yayıncılık. İstanbul.
- Es, M. & Ateş, H. 2004. Kent yönetimi, kentleşme ve göç: Sorunlar ve çözüm önerileri. Sosyal Siyaset Konferansları Dergisi Sayı:48, İÜİF Yayını, İstanbul, 205-248 s.

- Gül, A. & Küçük, V. 2001. Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A Sayı: 2, 27-48 s., Isparta.
- İçduygu, A., Sert, D. Ş. & Karaçay, A. B. 2009. Türkiye'ye yönelen göç ve sığınma hareketleri ve politikaları üzerine brifing. Koç Üniversitesi Göç Araştırmaları Programı, No: 1.
- Kalıpsız, A., 1981. İstatistik Yöntemler. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No: 2837, O.F. Yayın No:294, İstanbul.
- Onsekiz, D. & Emür, S. H. 2008. Kent parklarında kullanıcı tercihleri ve değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. Sayı: 24, 69-104 s.
- Önder, S. & Polat, A. T. 2012. Kentsel açık-yeşil alanların kent yaşamındaki yeri ve önemi. Kentsel Peyzaj Alanlarının Oluşumu ve Bakım Esasları Semineri. Konya.
- Tepe, A.C. 2018. Açık ve yeşil alanların kentsel yaşam kalitesine etkisinin belirlenmesi: Sancaktepe örneği. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce.
- Ülger, N. E. 2020. Arazi yönetimi. ISBN: 978-605-81366-1-8. 2. Baskı. Yem Kitabevi. İstanbul.
- Yazıcı, K. & Gülgün Aslan, B. 2017. Açık-yeşil alanlarda dış mekân süs bitkilerinin önemi ve yaşam kalitesine etkisi; Tokat kenti örneği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, ISSN 1018 – 8851. 54 (3): 275-284.
- Yörük, İ., Gülgün, B. & Türkyılmaz, B. 2005. Akhisar ilçesi kentsel alan kullanım değişiminin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 42(3): 171-182 ISSN 1018-8851.
- Yücel, F. G. 2007. Kaliteli kent parkı tasarımı. Mimarlık Dergisi.

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (1): 285-294

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.750813>

Ataman Altuğ ATICI^{1*} 

Ahmet SEPİL¹ 

Fazıl ŞEN¹ 

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bölümü, Van/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:
atamanaltug@yyu.edu.tr

Van Gölü havzası tuzlu sularının su kalitesi özellikleri ve ağır metal kirlilik indeksinin belirlenmesi

Water quality properties and heavy metal pollution index of saline waters in Van Lake basin

Alınış (Received): 10.06.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 27.11.2020

ÖZ

Amaç: Van Gölü Havzası kapalı bir havza konumunda olup, içerisinde birçok tuzlu su kaynağı bulunmaktadır. Bu çalışmada Van Gölü Havzası içerisinde yer alan Van Gölü dışındaki diğer tuzlu su kaynaklarının özellikleri araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem: Çalışmada 7 noktada 2019 yılında Temmuz ayı içerisinde multimedre ile ölçümler yapılmış, su örneklerinde ağır metal kirlilik indeks değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca titrimetrik analizler ile nitrit, nitrat, amonyum azotu, fosfat, sülfat, florür, siyanür, bulanıklık, askıda katı madde ve silisyum analizleri de gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ilgili su kalite yönetmeliklerine göre değerlendirilmiştir.

Araştırma Bulguları: Çalışmada sıcaklık, çözünmüş oksijen, tuzluluk, elektriksel iletkenlik ve pH ortalama değerleri sırasıyla 23.5 ± 1.8 ($13.8-27.4$) $^{\circ}\text{C}$, 11.36 ± 1.56 ($6.91-17.70$) mg/L, $\%3.67 \pm 1.47$ ($0.71-12.16$), 6452.4 ± 2350.0 ($1087.0-19730.0$) $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve 9.02 ± 0.50 ($6.21-10.13$) olarak ölçülmüştür. Ağır metallerden bakır, kadmiyum, kurşun ve selenyum belirlenmezken, diğer ağır metal ortalama seviyeleri $\text{Mo} > \text{Mn} > \text{Al} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cr} > \text{Co} > \text{Ni} > \text{As}$ şeklinde olmuştur. Ağır metal kirlilik indeks ortalama değeri ise 147.4 ± 25.2 hesaplanmıştır.

Sonuç: Su örnekleri ağır metal indeksi (HPI) kalite sınıfına göre genel olarak "kullanılamaz su" sınıfında yer almıştır. Sonuçlara göre "mükemmel" sınıfta örnek noktası yer almazken, N1 "iyi" sınıfta yer alan tek nokta olmuştur. N2, N3, N4, N5, N6 ve N7 noktaları "kullanılamaz su" sınıfında yer almıştır.

Anahtar sözcükler: Ağır metal kirlilik indeksi, su kalitesi, su kirliliği, Van Gölü Havzası

Keywords: Heavy metal pollution index, water quality, water pollution, Van Lake Basin

ABSTRACT

Objective: Van Lake Basin is in a closed basin, and there are many saline water sources. In this study, the characteristics of other saline water sources were investigated outside Van Lake.

Material and Methods: In the study, measurements were made with multimeter at 7 points in July 2019, and heavy metal pollution index values were calculated. In addition, nitrite, nitrate, phosphate, phosphorus, sulfate, fluoride, cyanide, turbidity, total suspended solids and silicon analysis were also performed with titrimetric analyses. The results obtained were evaluated according to the relevant water quality regulations.

Results: The average temperature as 23.5 ± 1.8 ($13.8-27.4$) $^{\circ}\text{C}$, dissolved oxygen (DO) 11.36 ± 1.56 ($6.91-17.70$) mg L⁻¹, salinity $3.67 \pm 1.47\%$ ($0.71-12.16$), electrical conductivity (EC) 6452.4 ± 2350.0 ($1087.0-19730.0$) $\mu\text{S cm}^{-1}$ and pH 9.02 ± 0.50 ($6.21-10.13$) were measured. The concentration of copper, cadmium, lead and selenium from heavy metals were not determined. The heavy metals from the highest value to the lowest one were $\text{Mo} > \text{Mn} > \text{Al} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cr} > \text{Co} > \text{Ni} > \text{As}$. The average value of heavy metal pollution index (HPI) determined by heavy metal results was calculated as 147.4 ± 25.2 .

Conclusion: Saline water samples are generally classified as "unsuitable water" according to HPI quality class. N1 was the only station in the "good" class. The sample points of N2, N3, N4, N5, N6 and N7 are included in the "unsuitable water" class.

GİRİŞ

Dünya çapında, yakın gelecekte kaliteli tatlı suyun kıtlığa başlaması endişesi nedeniyle birçok ülke son on yılda ekonomilerini su kalitesi izleme programlarına ayırmaya başlamışlardır (Debels et al., 2005). Bununla birlikte ülkemizdeki su kaynaklarının eşit dağılmaması, mevcut kuraklıklar ve bazı havzalarda suyun etkin kullanımı konusunda tarımsal faaliyetler üzerindeki baskıyı oldukça arttırmıştır (Akkuzu & Pamuk Mengü, 2012).

Deniz ve okyanuslar, akarsular, göller ve buzullar yeryüzündeki en büyük su kaynakları olup, büyük bir bölümü tuzlu su veya buzul halindedir. Kullanılabilir tatlı su miktarı oldukça az ve sınırlı olup, sahip olduğu su kalitesi suyun bütün kullanım amaçlarını etkilemektedir. Yeryüzünde kullanılacak suyun sınırlı olması ve teknolojinin ilerlemesiyle insanların su ihtiyaçlarının artması temiz ve kullanılabilir su kaynaklarına olan baskıyı arttırmaktadır (Heathcote, 1998). Bu nedenle su kalitesiyle ilgili ölçütlerin temel amacı içme suyunda halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek bazı olumsuzlukların arındırılmasının yanında, su ürünleri üretimi, tarımsal üretim ve sanayi faaliyetlerinde kullanılan suyun kalitesini belirlemeye yöneliktir. Sağlığa zararlı bazı maddelerden suyun arındırılması, halk sağlığını tehlikeye düşürebilecek sonuçların engellenebilmesi açısından özellikle önem taşımaktadır (WHO, 2011; Najah et al., 2009).

Bir ülkede kullanılan toplam su miktarı, geleneksel olarak, içme-kullanma, endüstri ve tarım sektörlerinde tüketilen suyun toplamı olarak karışımına çıkmaktadır. Bu nedenle ülkelerin su talebi ve hedefleri farklı sektörlerdeki üretim süreçlerinde kullanılan su miktarlarından hesaplanmaktadır.

Van Gölü Havzası, Doğu Anadolu'da Van ve Erçek Gölü yağış alanlarından oluşan kapalı bir havza olmasına rağmen, su kaynakları bakımından oldukça zengindir. Havzada başta Van, Erçek, Nazik, Nemrut, Aygır ve Arin doğal gölleri, Sarımeşmet, Koçköprü, Zerne ve Morgedik baraj gölleri, çok sayıda gölet ile Bendimahî, Deliçay, Zilan, Karasu, Engil, Güzeldere, Karmuç, Sapur, Akköprü, Kurubaş ve Memedik dereleri bulunmaktadır. Havzadaki bu su kaynaklarından balıkçılık, enerji üretimi, sulama, taşıma, içme ve kullanma suyu ve turizm amaçlı yararlanılmaktadır (Çetinkaya, 1993).

Bu çalışmada Van Gölü Havzası içerisinde yer alan Van Gölü dışındaki diğer tuzlu su kaynaklarının özellikleri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında alınan su örneklerinde ağır metal ve diğer kimyasal parametreler incelenmiştir. Ağır metal sonuçları üzerinden ağır metal kirlilik indeksi (HPI) hesaplanmış ve HPI kalite sınıfına göre değerlendirilmiştir. Ayrıca su örneklerinde diğer su kalitesi parametreleri de incelenmiş, sonuçlar su kalitesi ile ilgili yönetmeliklerde yer alan değerlere göre yorumlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Su örnekleri 2019 yılında Temmuz ayında Van Gölü Havzası içerisindeki elektriksel iletkenlik değerleri 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve üzeri olan 7 farklı noktadan tek örnekleme yapılarak alınmıştır (Şekil 1). Örnekleme noktalarında sıcaklık, çözülmüş oksijen (ÇO), tuzluluk, elektriksel iletkenlik (EI) ve pH değerleri HACH HQ 40d marka multimetre cihazı ile bulanıklık ise HACH 2100Q marka turbidimetre cihazı ile ölçülmüştür.

Kimyasal parametrelerden kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, toplam alkalinite, karbonat, bikarbonat miktarı titrimetrik yöntemlerle belirlenirken (APHA, 1995), nitrit, nitrat, amonyak, fosfor, sülfat, siyanür, florür, silisyum ve askıda katı madde (AKM) analizleri HACH LANGE DR 5000 spektrofotometre cihazında HACH Standart metotlarıyla ve hazır su analiz kitleri kullanılarak yapılmıştır. Ağır metaller analizleri Thermo marka X SERIES 2 model ICP-OES cihazında analiz edilmiştir.

Ağır metal kirlilik indeksi (HPI), ağır metal değerleri üzerinden su kalitesinin değerlendirilmesini sağlamaktadır. Eşitlik 1'de Mohan et al. (1996) tarafından önerilen formülden HPI değeri hesaplanmıştır;

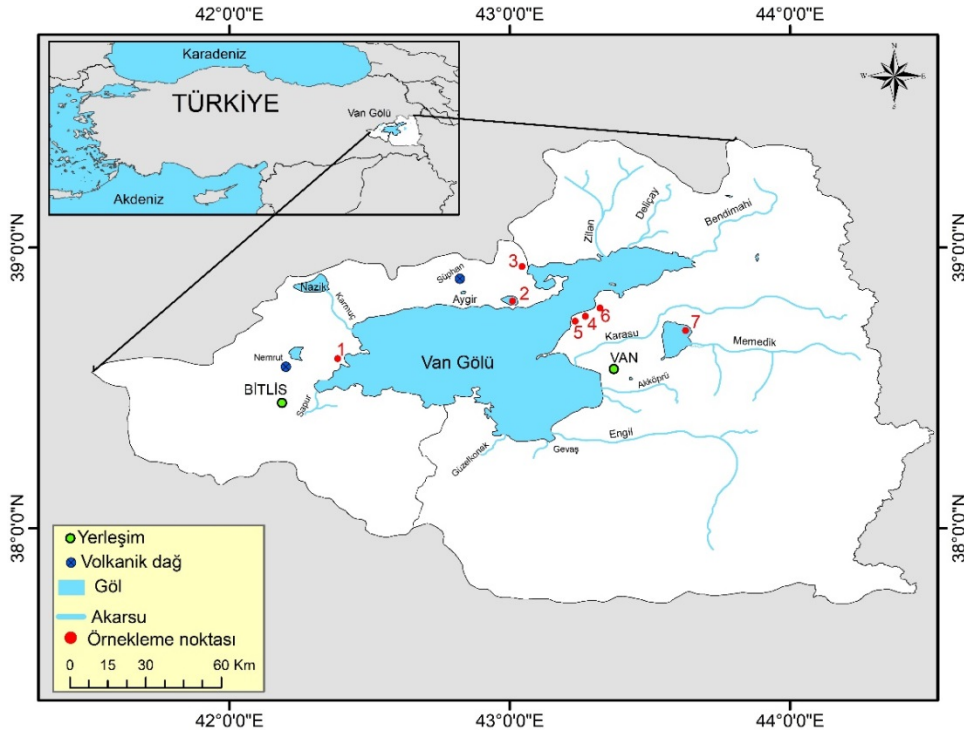
$$HPI = \frac{\sum_{i=1}^n W_i Q_i}{\sum_{i=1}^n W_i} \quad 1$$

burada W_i değeri S_i üzerinden hesaplanan birim ağırlık değerini, S_i ise yönetmeliklerde izin verilen en yüksek değeri ifade etmektedir. Eşitlik 2'de ise Q_i alt indeks değeri hesaplanmaktadır;

$$Q_i = \sum_{i=1}^n \frac{|M_i - I_i|}{S_i - I_i} \times 100 \quad 2$$

burada M_i değeri analiz edilen ağır metal değerini, S_i yönetmeliklerde izin verilen en yüksek değeri ve I_i ise yönetmeliklerde belirtilen ideal ağır metal değerini ifade etmektedir.

Elde edilen veriler; Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) ve Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY)'nde yer alan Kıtaçi Yüzeysel Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, Türkiye İçme Suyu Standardı (TS 266), Avrupa Birliği Direktifi (AB), İngiltere İçme Suyu Kalite Kriterleri (UK), Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve HPI'ya göre değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Ölçümlerin yapıldığı ve su örneklerinin alındığı örnekleme noktaları; 1.Tatvan-Kıyıldüzü, 2.Arin Gölü, 3.Heybeli (Norşin) Gölü, 4.Ayanis-I.sazlık, 5.Ayanis-II.sazlık, 6.Amik sazlığı, 7.Erçek Gölü.

Figure 1. Map of the Van Lake Basin with sampling stations; 1.Tatvan-Kıyıldüzü, 2.Arin Lake, 3.Heybeli (Norşin) Lake, 4.Ayanis-1st reeds, 5.Ayanis-2nd reeds, 6.Amik reeds, 7.Erçek Lake.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Örnekleme noktalarındaki ölçüm değerleri

Su örneklerine ait yerinde ölçümlerde elde edilen değerler Çizelge 1'de, ICP-OES ve spektrofotometre cihazında yapılan analizler ile titrimetrik olarak yapılan kimyasal analizlerin sonuçları ise Çizelge 2, Çizelge 3 ve Çizelge 4'te verilmiştir. Ayrıca bütün parametrelerin minimum, maksimum, ortalama değerleri ve standart hataları Çizelge 5'te yer almaktadır. Bakır, kadmiyum, kurşun ve selenyum değerleri sıfır çıktığı için sonuçlar çizelgede verilmemiştir.

Sıcaklık ortalama değeri 23.5 ± 1.8 °C olurken, en düşük sıcaklık N1'de 13.8 °C, en yüksek ise N2'de 27.4 °C ölçülmüştür. Sıcaklık bakımından sular SKKY (2004) ve YSKYY(2012)'ye göre I. sınıf ve TS 266'ya göre müsaade edilebilecek maksimum değerler içinde yer almıştır. Ayrıca ortalama sıcaklık bakımından AB ve UK içme suyu kalitesi standartlarına uygun değerlerde olduğu belirlenmiştir (Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Çözünmüş oksijenin örnekleme noktalarına göre ortalama değeri 11.36 ± 1.56 mg/L, en düşük ve en yüksek çözünmüş oksijen değerleri ise sırasıyla N1'nde 6.91 mg/L ve N3'de 17.70 mg/L olarak ölçülmüştür (Çizelge 1). N3 noktasında, yüzey alanın sürekli rüzgar alması çözünmüş oksijen değerinin yüksek çıkmasında etkili olmuştur. Su örnekleri havzada genel olarak SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'ye göre I. sınıf değerler içinde yer almıştır.

Çizelge 1. Örnekleme noktalarında yapılan ölçümler

Table 1. The saline water sample results obtained based on in situ measurements

İstasyon Numaraları	Sıcaklık (°C)	ÇO (mg/L)	Eİ (µS/cm)	Tuzluluk (‰)	pH	Bulanıklık (NTU)	AKM (mg/L)
N1.	13.8	6.91	1087.0	0.71	6.21	0.76	0.0
N2.	27.4	14.50	4880.0	2.49	9.44	17.9	10.0
N3.	25.7	17.70	7730.0	4.18	9.07	14.4	2.0
N4.	22.1	7.33	2430.0	1.32	10.13	1.73	0.0
N5.	24.5	13.91	4900.0	2.61	9.86	1.74	6.0
N6.	27.2	10.84	4410.0	2.24	8.80	8.25	1.0
N7.	23.6	8.32	19730.0	12.16	9.60	29.10	0.0

*Örnekleme noktaları: 1.Tatvan-Kıyıdüzü, 2.Arin Gölü, 3.Heybeli (Norşin) Gölü, 4.Ayanis-1.Sazlık, 5.Ayanis-2.Sazlık, 6.Amik sazlığı, 7.Erçek Gölü.

Havza genelinde tuzluluk ortalama değerleri $\%3.67 \pm 1.47$, en düşük ve en yüksek tuzluluk değeri ise sırasıyla N1'de $\%0.71$ ve N7'de $\%12.16$ olarak ölçülmüştür. Eİ, suda çözünmüş bütün anyon ve katyonların toplam miktarına bağlı olup, suyun iyon zenginliği hakkında bir fikir verir (Güler, 1997). Eİ ortalama değeri 6452.4 ± 2350.0 µS/cm olurken, en düşük N1'de 1087.0 µS/cm ve en yüksek N7'de 19730.0 µS/cm olarak ölçülmüştür. Su örnekleri TS 266'da sınır değerlerin çok üstünde çıkmıştır (TSE, 2005).

pH ortalama değeri 9.02 ± 0.50 iken, en düşük pH N1'de 6.21 ve en yüksek pH ise N4'te 10.13 olarak ölçülmüştür (Çizelge 1). Havza tuzlu sularında pH değerleri genel olarak SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'ye göre IV. sınıfta, TS 266'ya göre ise müsaade edilebilecek maksimum değerler içinde çıkmıştır (Tebbutt, 1998; TSE, 2005).

Bulanıklık en yüksek N7'de 29.10 NTU olarak belirlenmiştir. Bulanıklık ortalama değeri 15.54 ± 3.78 NTU, AKM ortalama değeri ise 10.55 ± 3.99 mg/L olurken, en yüksek AKM N2'de 10.0 mg/L çıkmıştır (Çizelge 1). Bulanıklık ortalama değeri UK'ye göre yüksek çıkarken, ortalama AKM değeri ise TS 266'ya göre yüksek çıkmıştır. (Tebbutt, 1998; TSE, 2005).

Titrimetrik analiz değerleri

Cl⁻, Ca⁺², Mg⁺² ve toplam sertlik ortalama değerler sırasıyla 415.4 ± 133.3 , 214.5 ± 82.9 , 123.5 ± 43.8 ve 1043.8 ± 347.1 mg/L olarak belirlenmiştir. Suların tuzluluk miktarını artıran etmenlerin başında buharlaşma, daha tuzlu sularla olan dikey karışımlar ve suların donması; azaltan etmenlerin başında ise yağışlar, daha az tuzlu sularla olan dikey karışımlar ve denizlere dökülen büyük nehirler ve buzların çözülmesi gelmektedir (Göksu, 2003). En yüksek Cl⁻, N7'de 1153.8 mg/L, en yüksek Ca⁺² ve Mg⁺² ise N3'te sırasıyla 640.0 mg/L ve 316.2 mg/L olarak belirlenmiştir. Cl⁻ ortalama değerleri TS 266 ve UK'ye göre yüksek çıkarken, Ca⁺² ve Mg⁺² ortalama değerleri de TS 266 ve UK'de istenilen değerlerin üstünde çıkmış, sertlik bakımından sular çok sert su sınıfında yer almıştır (Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Sularda HCO₃⁻, pH değeri 7-9 iken, CO₃⁻² ise pH değeri 9 ve üzeri olduğunda kendini göstermektedir. HCO₃⁻ sadece N1 noktasında 630.3 mg/L ile belirlenmiştir. Bu örnekleme noktasında HCO₃⁻ ile ilişkili olan pH değeri de diğer noktalara göre düşük çıkmıştır. CO₃⁻² ve toplam alkalinite ortalama değerleri ise sırasıyla 609.7 ± 191.6 ve 1697.6 ± 579.3 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Örnek sularına ait titrimetrik analiz sonuçları (mg/L).

Table 2. Titrimetric analysis results of saline water samples (mg L⁻¹)

İstasyon Numaraları	Cl ⁻	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Toplam sertlik	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Toplam alkalinite
N1.	94.7	42.7	82.7	446.7	0.0	630.3	516.7
N2.	384.6	322.7	61.6	1060.0	894.7	0.0	1466.7
N3.	526.6	640.0	316.2	2900.0	793.0	0.0	1300.0
N4.	227.8	26.7	85.9	420.0	340.0	0.0	1133.3
N5.	284.0	50.7	37.3	280.0	410.0	0.0	1366.7
N6.	236.7	256.0	21.1	726.7	300.0	0.0	1000.0
N7.	1153.8	162.7	259.4	1473.3	1530.0	0.0	5100.0

Diğer kimyasal analiz değerleri

Sulardaki azotlu bileşik değerleri N7 ve N1'de yüksek çıkarken, ortalama NO₃-N, NO₂-N ve NH₄-N değerleri sırasıyla 2.5±0.5 mg/L, 0.009±0.004 mg/L ve 0.42±0.17 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'ye göre NO₃-N ve NO₂-N I. sınıfta, NH₄-N ise II. sınıfta yer almıştır. Nitrat ve nitrit ise AB, UK, WHO'ya göre uygun sınırlar içerisinde yer almıştır (Tebbutt, 1998). Sulardaki en yüksek PO₄⁻³ ve P değerleri sırasıyla 1.35 ve 0.86 mg/L ile N1'de belirlenirken, ortalama PO₄⁻³ ve P değerleri sırasıyla 0.34±0.10 ve 0.11±0.03 mg/L olarak bulunmuştur. Sulardaki ortalama fosfor değeri SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'ye göre II. sınıfta yer almış, TS 266'da tavsiye edilen değer ve UK'de ise sınır değer içinde kalmıştır (Tebbutt, 1998).

Sulardaki en düşük sülfat değeri 1.0 mg/L ile N2 ve N3'te çıkarken, en yüksek sülfat değerleri 98.5 mg/L ile N5'te çıkmıştır (Çizelge 3). Ortalama sülfat değeri 60.4±15.6 mg/L olarak bulunmuştur. TS 266'da bu değer 25-250 mg/L, AB ve EPA'da 250 mg/L ve WHO 500 mg/L olarak verilmiştir (EPA, 2009; Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Volkanik bölge olan Van Gölü Havzası'nda N2 ve N3 örnekleme noktalarında sülfat değerlerinin düşük çıkmasında su yüzeyinin sürekli esen rüzgar ile havalanması etkili olabilir. Aynı bölgelerde yapılan ölçümlerde çözülmüş oksijen değerleri de yüksek bulunmuştur. Bulum (2015), havza içerisinde yer alan Bendimahi Çayı'nda yaptığı çalışmada ise ortalama sülfat değerini 8.6 mg/L olarak bildirmiştir.

Doğal sularda 2-20 mg/L arasında bulunan silisyum, kırıkdak oluşumu için temel elementtir (Aksoy, 2006). Silisyum 24.0 mg/L ile en yüksek N1'de çıkarken (Çizelge 3), ortalama silisyum değeri 6.8±3.3 mg/L olmuştur.

Florür ortalama değeri 1.02±0.13 mg/L olurken, en yüksek N5'te 1.42 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Florür ortalama değeri SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de II. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266 bakımından da tavsiye edilen değerlerin altında olmuştur. AB, UK ve WHO'ya göre de uygunluk göstermiştir (Tebbutt, 1998). Ortalama florür, Erciş içme sularında 0.58±0.07 mg/L, Van içme sularında ise 161.1±0.021.47 mg/L olarak bildirilmiştir (Atıcı ve ark., 2016; Çavuş ve ark., 2017). Seyhan (2016), Deliçay'da yaptığı çalışmada ise ortalama florür değerini 0.19 mg/L olarak belirlemiştir.

Çizelge 3. Örnek sularına ait kimyasal ölçüm sonuçları (mg/L)

Table 3. Chemical analysis results of saline water samples (mg L⁻¹)

No.	NO ₃ -N	NO ₃ ⁻	NO ₂ -N	NO ₂ ⁻	NH ₄ -N	PO ₄ ⁻³	P	SO ₄ ⁻	Si	F ⁻	CN ⁻
N1.	2.9	12.7	0.000	0.000	0.07	0.69	0.22	77.0	24.0	1.25	0.010
N2.	1.9	8.6	0.015	0.044	0.36	0.16	0.05	1.0	2.0	0.43	0.004
N3.	1.5	6.6	0.004	0.009	0.95	0.14	0.05	1.0	2.9	0.64	0.005
N4.	2.2	9.7	0.001	0.003	0.24	0.14	0.04	86.5	2.9	1.15	0.005
N5.	1.8	8.0	0.002	0.004	0.09	0.12	0.04	98.5	2.7	1.42	0.002
N6.	1.9	8.4	0.015	0.048	1.19	0.50	0.16	77.5	13.1	1.13	0.013
N7.	5.3	24.2	0.029	0.092	0.07	0.66	0.21	81.0	0.5	1.15	0.001

Siyanür en yüksek 0.013 mg/L ile N6'da belirlenirken (Çizelge 3), havzada ortalama siyanür değeri 0.005 ± 0.002 mg/L çıkmıştır (Çizelge 5). Siyanür bakımından su örnekleri SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266'da tavsiye edilen değerlerin altında olmuştur. AB (50.0 µg/L), UK (50.0 µg/L) ve WHO (70.0 µg/L)'ya göre de sınır değerlerin altında çıkmıştır (Tebbutt, 1998).

Ağır metal analiz değerleri

Sularda ağır metallere Se, Cd, Pb ve Cu değerleri sınırın altında çıkarken, Al, Ar, Cr, Co, Fe, Mn, Mo, Ni ve Zn en düşük ve en yüksek değerleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. Örnek sularına ait ağır metal ölçüm sonuçları (µg/L)

Table 4. Heavy metal concentrations at different locations ($\mu\text{g L}^{-1}$)

No	Al	As	Co	Cr ⁺⁶	Fe ⁺²	Mn ⁺²	Mo	Ni	Zn
N1.	16.2	0.0	0.0	12.0	0.0	250.0	650.0	0.0	0.0
N2.	24.5	3.2	106.5	10.5	5.0	750.0	450.0	18.0	80.0
N3.	23.8	52.7	25.0	10.5	5.0	500.0	500.0	7.5	55.0
N4.	119.1	30.2	20.0	25.0	0.0	550.0	400.0	8.0	105.0
N5.	37.4	50.8	4.0	7.0	0.0	500.0	500.0	0.0	65.0
N6.	1.3	18.8	57.0	22.5	5.0	650.0	450.0	13.5	65.0
N7.	99.4	87.6	7.0	12.0	35.0	1550.0	400.0	4.0	35.0

Çizelge 5. Van Gölü Havzası su kaynaklarına ait ortalama, standart hata (SH), min. ve mak. değerler (n=7)

Table 5. Descriptive statistics of saline water samples (n=7, means, standard error (SE), min. and max. values)

Parametre	Min	Mak	Ort.	SH	Parametre	Min	Mak	Ort.	SH
Sıcaklık (°C)	13.8	27.4	23.5	1.8	NH ₄ -N (mg/L)	0.07	1.19	0.42	0.17
ÇO (mg/L)	6.91	17.70	11.36	1.56	NH ₃ (mg/L)	0.08	1.44	0.51	0.21
Eİ (µS/cm)	1087.0	19730.0	6452.4	2350.0	NH ₄ (mg/L)	0.09	1.53	0.54	0.22
Tuzluluk (‰)	0.71	12.16	3.67	1.47	PO ₄ ⁻³ (mg/L)	0.12	0.69	0.34	0.10
pH	6.21	10.13	9.02	0.50	P (mg/L)	0.04	0.22	0.11	0.03
AKM (mg/L)	0.0	10.0	2.7	1.5	SO ₄ ⁻ (mg/L)	1.0	98.5	60.4	15.6
Bulanıklık (NTU)	0.76	29.10	10.55	3.99	Si (mg/L)	0.5	24.0	6.8	3.3
Cl ⁻ (mg/L)	94.7	1153.8	415.4	133.3	F ⁻ (mg/L)	0.43	1.42	1.02	0.13
Ca ⁺² (mg/L)	26.7	640.0	214.5	82.9	CN ⁻ (mg/L)	0.001	0.013	0.005	0.002
Mg ⁺² (mg/L)	21.1	316.2	123.5	43.8	Al (µg/L)	1.3	119.1	46.0	17.0
T. sertlik (mg/L)	280.0	2900.0	1043.8	347.1	As (µg/L)	0.0	87.6	34.8	11.8
CO ₃ ⁻² (mg/L)	0.0	1530.0	609.7	191.6	Co (µg/L)	0.0	106.5	31.4	14.5
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	0.0	630.3	630.3	0.0	Cr ⁺⁶ (µg/L)	7.0	25.0	14.2	2.6
T. alkalinite (mg/L)	516.7	5100.0	1697.6	579.3	Fe ⁺² (µg/L)	0.0	35.0	7.1	4.7
NO ₃ -N (mg/L)	1.5	5.3	2.5	0.5	Mn ⁺² (µg/L)	250.0	1550.0	678.6	156.5
NO ₃ ⁻ (mg/L)	6.6	24.2	11.1	2.3	Mo (µg/L)	400.0	650.0	478.6	32.5
NO ₂ -N (mg/L)	0.000	0.029	0.009	0.004	Ni (µg/L)	0.0	18.0	7.3	2.5
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.000	0.092	0.028	0.013	Zn (µg/L)	0.0	105.0	57.9	12.6

Alüminyum ortalama değeri 46.0 ± 17.0 µg/L olurken, en yüksek alüminyum değeri N4'te 119.1 µg/L olarak belirlenmiştir. Ortalama değer SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266'da tavsiye edilen değerlerin altında olmuştur. UK (200.0 µg/L)'ya göre ise sınır değerlerin altında çıkmıştır (Tebbutt, 1998; TSE, 2005). Arsenik en yüksek 87.6 µg/L ile N7'de çıkarken, ortalama As değeri 34.8 ± 11.8 µg/L olmuştur. Ortalama arsenik değeri SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de II. sınıf su kalitesinde, WHO (10 µg/L)'da limit değerlerin üstünde çıkmıştır. TS 266 ve UK (50.0 µg/L)'da

ise limit değerinin altında yer almıştır (TSE, 1997; Tebbutt, 1998). Krom en yüksek 25.0 µg/L ile N4'te belirlenirken, krom ortalama değeri 14.2±2.6 µg/L olmuştur. Havzada krom ortalama değeri SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, AB, UK ve WHO (50.0 µg/L)'da da sınır değerinin altında çıkmıştır (Tebbutt, 1998).

Demir ortalama değeri 7.1±4.7 µg/L olurken, en yüksek 35.0 µg/L ile N7'de belirlenmiştir. Mangan ise en yüksek 1550.0 µg/L ile N7'de çıkarken, Mn⁺² ortalama değeri 678.6±156.5 µg/L çıkmıştır. Havzada ortalama demir değeri genel olarak yönetmeliklere uygun çıkmıştır. Mangan ise SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de III. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266, AB, UK ve WHO'da tavsiye edilen değerlerin üstünde çıkmıştır (Tebbutt, 1998; TSE, 2005). İçme sularında yüksek miktardaki demir sebebiyle şebeke borularında demir birikmeleri olmakta ve mikroorganizma sayısında artış olmaktadır (AWWA, 1999). Molibden ortalama değeri 478.6±32.5 µg/L olurken, en yüksek 650.0 µg/L ile N1'de belirlenmiştir. Molibden ortalama değeri WHO (70 µg/L)'da belirtilen değerinin üstünde çıkmıştır (Tebbutt, 1998).

Kobalt en yüksek 106.5 µg/L ile N2'de belirlenirken, ortalama kobalt değeri 31.4±14.5 µg/L olmuştur. Ortalama kobalt değeri SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de III. sınıf su kalite özelliği göstermiştir. Atıcı vd. (2018) Karasu'da yaptıkları çalışmada ortalama kobalt değerini 27.8 µg/L olarak bildirmişlerdir. Nikel ortalama değeri 7.3±2.5 µg/L olurken, en yüksek nikel 18.0 µg/L ile N2'de çıkmıştır. Havzada ortalama nikel değeri SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, UK (50 µg/L) ve WHO (20.0 µg/L)'da sınır değerinin altında, tatlısu balıkları yetiştiriciliğine (direktif no 78/659/EEC) göre ise uygun değerde (50-200 µg/L) çıkmıştır (Tebbutt, 1998).

Çinko en yüksek 105.0 µg/L ile N4'te belirlenirken, ortalama çinko değeri 57.9±12.6 µg/L olmuştur. Çinko ortalama değeri SKKY (2004) ve YSKYY (2012)'de I. sınıf su kalite özelliği gösterirken, TS 266, AB ve UK'de tavsiye edilen değerlerde olmuştur (Tebbutt, 1998, TSE, 2005). Bayram (2016), Güzelkonak Deresi'nde yaptığı çalışmada ortalama çinko değerini 36.5 µg/L olarak bildirmiştir.

Ağır metal kirlilik indeks değerleri

HPI değerlerinin belirlenmesi için on üç ağır metalin (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Se ve Zn) ortalama konsantrasyonları kullanılmıştır. HPI değerlerinin hesaplanmasına ilişkin ayrıntılar Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Van Gölü Havzası tuzlu suları için ağır metale dayalı HPI hesaplamaları

Table 6. HPI calculations for saline water sample based on mean heavy metals concentration

Ağır metaller (µg/L)	Ortalama konsantrasyon (Mi)	İzin verilen en yüksek değer (Si)*	Tavsiye edilen değer (Ii)	Birim ağırlık (Wi = 1/Si)	Alt-indeks (Qi)	Wi x Qi
Al	46.0	200	-	0.005	23.0	0.115
As	34.8	10	-	0.1	348.0	34.8
Cd	0.0	5	-	0.2	0.0	0
Co	31.4	10 ^a	-	0.1	314.0	31.4
Cr	14.2	50	-	0.02	28.4	0.568
Cu	0.0	2000	-	0.0005	0.0	0
Fe	7.1	200	-	0.005	3.6	0.01775
Mn	678.6	50	-	0.02	1357.2	27.144
Mo	478.6	70 ^b	-	0.01429	683.7	9.76735
Ni	7.3	20	-	0.05	36.5	1.825
Pb	0.0	10	-	0.1	0.0	0
Se	0.0	10	-	0.1	0.0	0
Zn	57.9	500 ^a	-	0.002	11.6	0.02316

$\sum Wi = 0.71679$, $\sum QiWi = 105.7$, ortalama HPI = 147.4,

*Molibden ve çinko hariç bütün sınır değerler TS 266'dan alınmıştır (^aİSES 2012, ^bWHO 2011).

Ortalama HPI değeri dışında ağır metal kirlilik yükünü karşılaştırmak ve su kalitesini değerlendirmek için tüm istasyonlarda HPI değeri ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 7).

Elumalai et al. (2017) tarafından belirtilen HPI kalite sınıflarına göre Van Gölü Havzası tuzlu sularından “mükemmel” sınıfta örnekleme noktası yer almazken, N1 “iyi” sınıfta yer alan tek nokta olmuştur. N2, N3, N4, N5, N6 ve N7 noktaları “kullanılamaz su” sınıfında yer almıştır (Çizelge 8). Benzer ağır metal kirlilik indeksi çalışmalarında Milivojević et al. (2016) tarafından ise Uglješnica Nehri’nde ortalama HPI yaz mevsimi için 67.5 ve sonbahar mevsimi içinse 80.7 olarak hesaplanmıştır. En yüksek HPI değeri ise limit değer olan 100 üzerinde 112.7 olarak belirlenmiştir. Dede (2016), Çamlıdere Barajı’nda HPI değerlerinin orta sınıfa karşılık geldiğini ve yüzey sularının eser elementlerle tamamen kirlenmediğini bildirmiştir. Diğer bir çalışmada Pal et al. (2017) tarafından Yamuna Suyu için ortalama HPI değeri yaz mevsiminde 261, yağışlı dönem sonunda ise 92.5 olarak hesaplanmıştır. Leventeli et al. (2019) tarafından Düden ve Göksu nehirleri için ortalama HPI değerleri ise sırasıyla 80.4 ve 60.2 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 7. Örnekleme noktalarının HPI değerleri

Table 7. HPI calculations for saline water sample at each sampling sites

Örnekleme Noktaları	HPI
N1.	33.2
N2.	214.7
N3.	153.9
N4.	116.8
N5.	119.1
N6.	160.9
N7.	232.4
Ortalama HPI ± SH	147.4±25.2

Çizelge 8. HPI kirlilik sınıfları

Table 8. The classification based on HPI values

HPI	Kalite sınıfları (Elumalai et al., 2017)	Örnekleme Noktaları
0-25	Mükemmel	-
26-50	İyi	N1
51-75	Fakir	-
76-100	Çok fakir	-
100<	Kullanılamaz	N2, N3, N4, N5, N6, N7

SONUÇ

Çalışma sonucunda havzada su örneği alınan noktaların oksijen ve sıcaklık ortalama değerleri SKKY ve YSKYY’ye göre I. sınıf, TS 266, AB, UK ve WHO standartlarına ve tatlısu balıkları yetiştiriciliğine (direktif no 78/659/EEC) göre ise uygun değerlerde çıkmıştır. pH değerleri genel olarak SKKY ve YSKYY’ye IV. sınıfta olmuştur. El değerleri ise TS 266’da sınır değerlerin çok üstünde çıkmıştır. Ca⁺² ve Mg⁺² ortalama değerleri TS 266 ve UK’de istenilen değerlerin üstünde çıkmış, sertlik bakımından sular çok sert su sınıfında yer almıştır. Amonyak azotu, fosfor ve florür SKKY ve YSKYY’ye göre II. sınıfta yer alırken, ağır metallere arsenik, kobalt, mangan ve molibden limit değerlerin üstünde çıkmıştır. HPI kalite sınıflarına göre Van Gölü Havzası tuzlu suları arasında “mükemmel” sınıfta örnekleme noktası yer almazken, sadece bir örnekleme noktasının “iyi” sınıfta olduğu belirlenmiştir. Diğer örnekleme noktaları “kullanılamaz su” sınıfında yer almıştır. Elde edilen bulgular su kalitesi yönetmelikleri ile değerlendirildiğinde tarım ve hayvancılık amacıyla bu kaynaklardan su kullanılması uygun değildir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından FHD-2019-7966 nolu proje kapsamında gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akkuzu, E. & G. Pamuk Mengü. 2012. Aşağı Gediz havzası sulama birliklerinde karşılaştırmalı performans göstergeleri ile sulama sistem performansının değerlendirilmesi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49 (2): 149-158.
- Aksoy, T. 2006. Silisyumun bitki ve toprakta bulunuşu, dağılımı ve insan sağlığı için önemi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- APHA, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th editon. (Eds. Greenberg A.H., Clesceri, I.S. & A.D. Eaton), American Public Health, 1008 pp.
- Atıcı, A.A., A. Gültekin, F. Şen & M. Elp. 2016. Erciş (Van) ilçesi içme sularının su kalitesi özellikleri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26 (4): 517-528.
- Atici, A.A., M. Elp & F. Sen. 2018. The effects of sand pits and sand extractions region on Karasu stream (Van) to water quality criteria. Fresenius Environmental Bulletin, 27 (10): 6583-6590.
- AWWA, 1999. Water Quality and Treatment, A Handbook of Community Water Supplies. 5th Editon, American Water Works Association, McGraw-Hill, New York.
- Bayram, M.S. 2016. Van Gölü'ne dökülen Güzelkonak (Arpit) Deresi'nin (Gevaş- Van) su kalite kriterleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Bulum, Ö.B. 2015. Bendimahi Çayı'nın (Van) su kalite kriterleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çavuş. A., A.A. Atıcı ve F. Şen. 2017. Van-Merkez içme sularının su kalite kriterlerinin incelenmesi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27 (3): 326-336.
- Çetinkaya, O. 1993. "Van Gölü havzası su kaynakları ve balıkçılık potansiyeli, 71-83". Doğu Anadolu Bölgesi I. Su Ürünleri Sempozyumu (23-25 Haziran 1993, Erzurum) Bildirileri, 785 s.
- Debels, P., R. Figueroa, R. Urrutia, R. Barra & X. Niell. 2005. Evaluation of water quality in the Chillán River (Central Chile) using physicochemical parameters and a modified water quality index. Environmental monitoring and assessment, 110 (1-3): 301-322.
- Dede, Ö.T. 2016. Application of the heavy metal pollution index for surface waters: A case study for Çamlıdere. Hacettepe Journal of Biology and Chemistry, 44 (4): 499-504.
- Elumalai, V., K. Brindha & E. Lakshmanan. 2017. Human exposure risk assessment due to heavymetals in groundwater by pollution index and multivariate statistical methods: a case study from South Africa. Water, 9, 234.
- EPA, 2009 Environmental Protection Agency (EPA), National primary drinking water regulations, EPA- 816-F-09-0004. Environmental Protection Agency, USA.
- Göksu, M.Z.L. 2003. Su Kirliliği, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın No:7, 232 s.
- Gültekin, A., A.A. Atıcı & F. Şen. 2017. Van-Merkez içme sularının su kalite kriterlerinin incelenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 27 (3): 326-336.
- Heathcote Isobel, W. 1998. Integrated Watershed Management: Principles and Practices, John Wiley & Sons, Inc. New York.
- İSESY, 2012 İçme suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel suların kalitesine dair yönetmelik, R. G. Tarihi: 26.06.2012, R. G. Sayısı: 28338. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (Web sayfası: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120629-9.htm>) (Erişim tarihi: Mayıs 2020).
- Leventeli, Y., F. Yalçın & M. Kılıç. 2019. An investigation about heavy metal pollution of Duden and Goksu Streams (Antalya, Turkey). Applied Ecology And Environmental Research, 17 (2): 2423-2436.

- Milivojević, J., D. Krstić, B. Šmit & V. Djekić, 2016. Assessment of heavy metal contamination and calculation of its pollution index for Uglješnica River, Serbia. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 97: 737-742.
- Mohan, S.V., P. Nithila & S.J. Reddy. 1996. Estimation of heavy metal in drinking water and development of heavy metal pollution index. *Journal of Environmental Science and Health A*, 31 (2): 283-289.
- Najah, A., A. Elshafie, O.A. Karim & O. Jaffar. 2009. Prediction of Johor River water quality parameters using artificial neural networks. *European Journal of Scientific Research*, 28 (3): 422-435.
- Pal, R., R.K. Dubey, S.K. Dubey & A.K. Singh. 2017. Assessment of heavy metal pollution through index analysis for Yamuna Water in Agra Region, India. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, 6 (12): 1491-1498.
- Seyhan, Y. 2016. Deliçay (Haydarbey Çayı)'ın su kalite kriterlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- SKKY, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, R. G. Tarihi: 31.12.2004, R. G. Sayısı: 25687. Ek 1 (Değişik: R.G.-13/2/2008-26786). Çevre ve Orman Bakanlığı. (Web sayfası: <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>) (Erişim: Mayıs 2020).
- Tebbutt, T.H.Y. 1998. *Principles of Water Quality control (Fifth Edition)*. Elsevier Ltd. ISBN: 978-0-7506-3658-2.
- TSE, 2005. TS 266: Türkiye İçme Suyu Standartları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- WHO, 2011. *Guidelines for Drinking-Water Quality. Vol. 1, Recommendations, 3rd edn.* Geneva: World Health Organization.
- YSKYY, 2012. Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği, R. G. Tarihi: 30.11.2012, R. G. Sayısı: 28483. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (Web sayfası: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/11/20121130-5.htm>) (Erişim: Nisan 2020).

Derleme
(Review)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2021, 58 (1):295-304
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.838266>

Neşe KESKİN* 

Ferit TURANLI² 

¹ Zirai Mücadele Enstitüsü Müdürlüğü
İzmir/Türkiye

² Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki
Koruma Bölümü, İzmir/Türkiye

*İletişim (correspondence) e-posta:

nese.keskin@tarimorman.gov.tr

Anahtar sözcükler: *Broad kompleks,*
hidroksiekdizon, Juvenil hormon, *Krüppel*
homolog1, metamorfoz

Keywords: Broad complex,
hydroxyecdysone, Juvenile hormone,
krüppel homolog1, metamorphosis

Metamorfoz hormonları, oluşumları ve böcek başkalaşımındaki rolleri

Metamorphosis hormones formations and roles of insect metamorphosis

Alinış (Received): 09.12.2020

Kabul Tarihi (Accepted): 31.03.2021

ÖZ

Başkalaşımında görevli olan iki metamorfoz hormonu (juvenil hormon (JH) ve 20 hidroksiekdizon (20E)'dir. Bu iki hormon dışında *krüppel homolog1 (Kr-h1)*, *broad kompleks (Br-c)*, *E93* genleri ile methoprene tolerant (Met) juvenil hormon reseptörü olarak başkalaşımında rol almaktadır. Ekdizon diğer adıyla metamorfoz hormonu, protorasik bezden salgılandıktan sonra epidermis, orta barsak, Malpigi tüpleri gibi periferel dokularda oksitlenerek 20E hormonuna dönüştürülür. 20 hidroksiekdizon, yumurtadan ergine kadar tüm biyolojik dönem geçişlerini tetiklerken, *corpura allata (ca)*'dan salgılanan juvenil hormon başkalaşımı yavaşlatmaktadır. Juvenil hormonun başkalaşımı önleyen etkisi *Kr-h1* geninin aracılığıyla gerçekleşmektedir. Hemimetabol böceklerde sondan bir önceki nimf döneminde *Kr-h1* miktarının azalması prematüre ergin gelişimine neden olurken, holometabol böceklerde ise prematüre pupa oluşumuna neden olmaktadır. *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) ve *Rhodnius prolixus* Stål. (Hemiptera: Reduviidae) türlerinin son dönem nimflerinde *Kr-h1* miktarının azalıp, *E93* miktarının artmasıyla nimf döneminden ergine geçişin gerçekleştiği kaydedilmiştir. *E93*, etkisi *Kr-h1* tarafından engellenen hipostatik bir genidir. Ayrıca *E93* geninin *Drosophila melanogaster* Meig. (Diptera: Drosophilidae)'de otofaji ve programlı hücre ölümünde etkili olduğu saptanmıştır. Metamorfoz etkili bir gen olan *Br-c*, hemimetabol türlerde imaginal disklerin oluşumu, holometabol türlerde ise pupa gelişimi için gereklidir.

ABSTRACT

Two basic metamorphic hormones (juvenile hormone (JH) and 20 hydroxyecdysone (20E) are involved in metamorphosis. Apart from these two hormones, *krüppel homolog1 (Kr-h1)*, *broad kompleks (Br-c)*, *E93* genes, and methoprene tolerant (Met) play key roles as juvenile hormone receptor in metamorphosis. Ecdysone, also known as metamorphosis hormone, is being converted into 20E hormone by oxidizing in peripheral tissues such as epidermis, midgut and Malpighian tubules after it is secreted from the prothoracic gland. While 20 hidroksiekdizon triggers all biological stage transitions from egg to adult, juvenile hormone secreted from *corpura allata (ca)* slows down the metamorphosis. The anti-metamorphic effect of juvenile hormone is mediated by *Kr-h1 gene*. While the decrease in the amount of *Kr-h1* in the penultimate nymph period in hemimetabol insects causes premature adult development, it induces premature pupa formation in the holometabolous insects. In the last nymphal stage of *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) and *Rhodnius prolixus* Stål. (Hemiptera: Reduviidae), it was reported that the transition from the nymph period to the adult was realized in the result of decreasing the amount of *Kr-h1* and increasing the amount of *E93*. *E93* effect is the hypostatic gene blocked by *Kr-h1*. In addition, *E93* was found to be effective in autophagy and apoptosis in *Drosophila melanogaster* Meig. (Diptera: Drosophilidae). *Br-c* gene with metamorphosis, is require

GİRİŞ

Böcekler, dünya üzerinde tanımlanmış 2 milyondan fazla türü bulunan ve hayvanlar alemi içinde sayıları en fazla olan canlı grubudur. Böcekler atalarından bu yana, yaklaşık 479 milyon yıl öncesinden günümüze kadar, farklı postembriyonik gelişme dönemleri yaşayarak metamorfoz tiplerini oluşturmuşlardır (Urena et al., 2016). Böceklerde zaman içinde görülen kanat oluşumu, metamorfoz tipleri ve özellikle tam başkalaşım, böcek evrimindeki çeşitliliği açıklayan faktörlerden birkaçıdır (Nicholson et al., 2014; Rainford et al., 2014).

Genel olarak, böceklerde 3 tip başkalaşım görülmektedir. Ametabol (başkalaşım) başkalaşımında kanatsız ve eşeyssel olgunluğa erişmemiş nimfler, ergin böceğin minyatürü halindedir. Hemimetabol (yarı başkalaşım) başkalaşımında nimf ve ergin görünüşü birbirine benzemekle birlikte son dönem nimflerde görülen başkalaşım ile kanat ve eşeyssel oluşum tamamlanarak böcek ergin hale geçmektedir. Holometabol (tam başkalaşım) böceklerde ise yumurtadan çıkan larva tamamen farklı morfolojik ve fizyolojik değişimler geçirir. Diğer başkalaşım tiplerine göre tam başkalaşım geçiren böcek takımlarında olağanüstü farklılıklar görülmektedir. Bu durum karasal canlılar içinde holometabol böcek türlerinin baskın grup olmasına sebep olmaktadır (Hammer & Moran, 2019). Kanat oluşumu böcekler için avcılardan kaçma, hızlıca yayılabilme ve yeni besin kaynakları bulma gibi birçok avantaj sağlamaktadır. Holometabol türler böceklerin %85'ini oluşturmaktadır (Engel, 2015). Holometabol böceklerde larva ve ergin dönemleri farklı habitatlarda gelişebilir ve farklı besin maddeleri tüketebilirler. Bu nedenle larva ve ergin arasında herhangi bir rekabet olmaması türlerin çeşitliliğini arttırmaktadır. Holometabol başkalaşım, böceğin biyolojisini geçici olarak dönemlere ayırmasına ve farklı yaşam ortamlarından yararlanmasına izin vermektedir (McMahon & Hayward 2016). Prometabol ve neometabol olarak adlandırılan diğer başkalaşım tipleri bazı böcek takımlarında görülebilmektedir. Prometabol başkalaşımında böceklerin kanatlara sahip olduğu ancak üremenin gerçekleşmediği 2 nimf dönemi yaşanmaktadır. Neometabol başkalaşımında ise larva ergin olmadan önce tam ya da kısmi olarak uyuşuk ara dönemler geçirmektedir. Bu tip başkalaşım Thysanoptera takımı, Sternorrhyncha takımına bağlı Aleyrodomorpha ve Coccoomorpha alttakımındaki erkek bireylerde görülebilmektedir. Prometabol ve neometabol başkalaşım bazı kaynaklarda hemimetabol başkalaşımın alt grupları olarak da yer alabilmektedir (Lozano & Belles, 2011). Hipermetabol ya da polimetabol olarak adlandırılan böceklerde ise larva morfolojik olarak farklılıklar gösterebilmektedir. Ayrıca ergin ve larvanın farklı habitatlarda gelişmesi bu tip başkalaşımın holometabol başkalaşımın alt tipi olarak nitelendirilmesine neden olmaktadır. Bir veya daha fazla sayıda aktif olmayan larva döneminin (yalancı pupa olarak da bilinir) bulunduğu hipermetabol başkalaşım Meloidae (Coleoptera), Mantispidae (Neuroptera) familyaları ile Strepsiptera ve Hymenoptera takımına bağlı türlerde görülebilmektedir (Mitra, 2013).

Böceklerde vücut koordinasyonu ve yaşamsal olayların düzenlenmesi sinir sistemi ve endokrin sistemin kontrolünde gerçekleşmektedir: Bu iki temel sistem birbirini etkilemekle birlikte tamamlayıcı etkileri sayesinde birçok yaşamsal faaliyetin düzenlenmesinde görevlidir. Sinir sistemi, uyarılarını nöronlar yoluyla ilettiği için organizmada hızlı meydana gelen olayları yönetir. Endokrin sistem ise etkilerini kanla taşınan kimyasal maddeler olan hormonlar vasıtasıyla gerçekleştirir. Bu nedenle etkisi uzun sürede ortaya çıkmaktadır. Bütün canlı organizmalarda olduğu gibi böceklerde de hormonlar gelişme sürecinde koordinasyona katkı vermektedir. Juvenil hormon (JH) ve ecdizon (20 hidroksiecdizon- 20E) olmak üzere iki temel metamorfoz hormonu deri değiştirmede görevlidir (Jindra et al., 2013; Truman & Riddiford, 2019). Bu iki metamorfoz hormonun hemolimfdeki miktarları böceklerde nimf-nimf, larva-pupa, nimf/larva-ergin başkalaşımının oluşmasında kilit rol oynamaktadır. Eski kütikulanın atılıp yeni ve daha büyük dış iskeletin meydana geldiği deri değiştirme süreci çok karmaşık bir durumdur. Bu aşamada bazı hormon, gen, protein yapılarında ve miktarlarında değişiklikler gerçekleşmektedir.

Böceklerde Endokrin Sistemi

Böceklerde başkalaşımın temelini oluşturan endokrin sistemi; nörosekresyon hücreleri, nörohemal organlar ve endokrin bezlerden oluşmaktadır. Nörosekresyon hücreleri salgı yapan hücreler olup, en önemli salgısı aktivasyon hormonu olarak da adlandırılan ve başkalaşım sürecini uyaran protorasikotrofik hormon (PTTH) (eskiden beyin hormonu olarak biliniyordu)'dur. Nörohemal organlar salgı depo eden

organlardır. Corpora cardiaca (cc) bezi nörohemal organlar arasında olup, PTTH'yi depolamakla görevlidir. Dış iskeletin büyümesine bağlı olarak kana salınan PTTH, juvenil hormon ve ekdizon salgısını etkileyerek başkalaşımı tetiklemektedir. Endokrin bezler ise juvenil hormonun salgılandığı corpora allata ve ekdizon hormonunun (deri değiştirme hormonu, metamorfoz hormonu) salgılandığı protorasik bezlerden oluşmaktadır.

Deri değiştirmede görevli hormon, gen ve proteinler

Juvenil hormon (JH)

Corpora allata'dan salgılanan juvenil hormon (JH) ilk olarak *Rhodnius prolixus* Stål. (Hemiptera: Reduviidae)'da metamorfozu engelleyen vücut sıvısı olarak keşfedilmiştir (Wigglesworth, 1934). JH temelde JH 0, JH I, JH II ve JH III olmak üzere 4 farklı tipte olabilmektedir. JH 0, JH I, JH II tipleri genellikle Lepidoptera takımına ait bireylerde görülürken, diğer böcek takımlarında JH III tipi bulunmaktadır (Schooley et al., 1984). JH III'ün türeviden olan JH III bisepoksidi Diptera takımına bağlı bazı bireylerde tanımlanmıştır (Richard et al., 1989). *Helicoverpa armigera* (Hüb.) (Lepidoptera: Noctuidae)'da JH II'nin baskın olarak bulunan JH tipi olduğu bildirilmiştir (Zhang et al., 2017). JH'nin başlangıcı olarak bilinen metil farnesoat (MF) (Teal and Proveaux, 2006) hamam böceklerinin yumurta ve nimflerinde bulunmuştur (Bruning et al., 1985). *Drosophila melanogaster* Meig. (Diptera: Drosophilidae) larvalarında da bulunan MF, pupa döneminde dışarıdan uygulandığında, metamorfozu engellemede JH III salgısına göre oldukça yetersiz kalmıştır (Jones et al., 2010).

Temel görevi metamorfoz ve üremeyi düzenlemek olan JH, birçok yaşamsal faaliyette önemli etkilere sahiptir. Ergin dişi böceklerde ovaryum gelişimi, erkek böceklerde üreme olgunlaşması, holometabol böceklerde promordiaların morfogenezinde ve sonrasında imaginal disklerin oluşumunda ve lipid metabolizmasında etkilidir (Engel and Moran, 2013; Shukla et al., 2016; Santos et al., 2019; Toprak et al., 2020). Polifenizm (polimorfizm) veya sosyal böceklerde sınıf oluşumunda (Libbrecht et al., 2013), larva gelişiminin kontrolü, erginlerde üreme, diyapozun kontrolü, göç hareketleri, afitlerde oluşan farklı formlar ve daha birçok yaşamsal faaliyette olayda önemli role sahiptir.

Deri değişiminin başlaması kandaki JH miktarı ile ilişkilidir. Ergin öncesi dönemler arasında deri değişimi için yüksek miktarda JH salgısı gerekirken, ergin döneme geçişte başkalaşım için JH miktarının son dönemde azalması gerekmektedir (Konopova et al., 2011). JH salgısının yapıldığı corpora allatanın çıkarıldığı böceklerin ise erken dönemde (prematüre) başkalaşım geçirdiği gözlenmiştir. Corpora allatadan salgılanan JH son dönem larva/nimflerde oldukça azalmakta ve ergin döneme geçiş sağlanmaktadır. Azalan JH miktarı ve buna bağlı olarak artan ekdizon (20E) metamorfoza izin vermektedir.

Ekdizon hormonu (Deri değiştirme, Metamorfoz hormonu)

Ekdizon böceklerde deri değişimini koordine eden steroid hormondur. Protorasik bezden salgılanarak kana verilen hormon, periferik dokularda biyolojik olarak aktif formu olan 20E hormonuna dönüştürülür (Hiruma & Kaneko, 2013). 20E reseptörü olan ultraspiracle (USP) ve ekdizon reseptör (EcR) proteinlerine bağlanarak metamorfoz sürecinin ilerlemesini sağlamaktadır (Hiruma & Kaneko, 2013). 20E'nin reseptörlerine bağlanarak yapısal değişiminin gerçekleşmesinin ardından *E74*, *E75*, *E93* ve *broad kompleks (Br-c)* genleri gibi deri değişimi ve metamorfoz için gerekli transkripsiyon faktörlerinin sentezi gerçekleşmektedir (Belles, 2019, 2020; Veal et al., 2019; Belles, 2020).

Juvenil hormon reseptörü olarak methoprene-tolerant (Met)

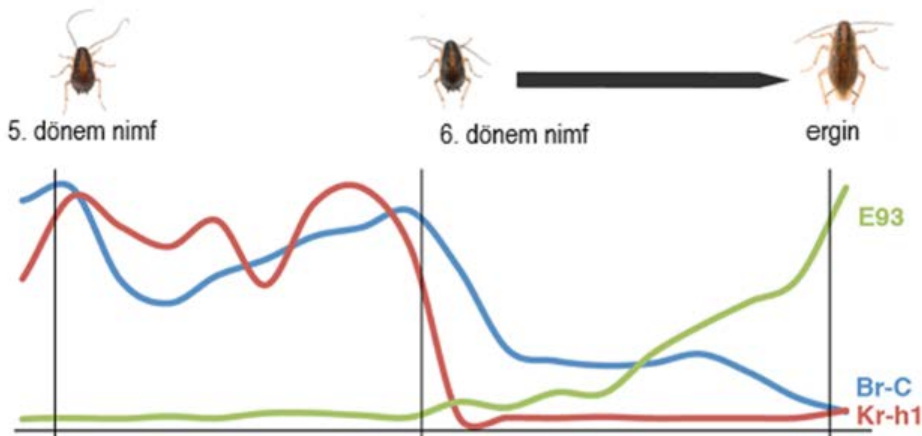
JH katabolik enzimlerden, taşıyıcı proteinlere ve hatta ekdizon (20E) reseptörü USP'ye kadar çok farklı proteinlere bağlanabilmektedir (Veal et al., 2016). Ancak temel JH reseptörü olarak methoprene-tolerant (Met) proteini kabul edilmektedir. İlk olarak *D. melanogaster*'de bulunan Met proteini, JH sinyallerinin alınmasında kilit rol oynamaktadır. *D. melanogaster*'de Met proteini ve paraloğu olarak bilinen germ-cell expressed (*gce*) birlikte bulunurken (Godlewski et al., 2006) diğer böcek türlerinde sadece met proteini JH reseptörü olarak bulunmaktadır (Charles et al., 2011; Kayukawa et al., 2012; Kyade & Gaikawad 2016). *Tribolium castaneum* (Herb.) (Coleoptera: Tenebrionidae)'da yapılan

çalışmada larva döneminde Met proteininin inhibe edilmesi durumunda böceğin erken metamorfoz geçirdiği gözlenmiştir (Chafino et al., 2019). *D. melanogaster*'de Met proteininin inhibe edilmesi sonucu üremenin geciktiği ve azaldığı gözlenmiştir. Aynı böcek türünde corpora allatanın çıkarılması sonucu daha küçük pupa oluşumu gözlemlendiği bildirilmiştir (Riddiford et al., 2010).

Krüppel homolog1 (Kr-h1) geni

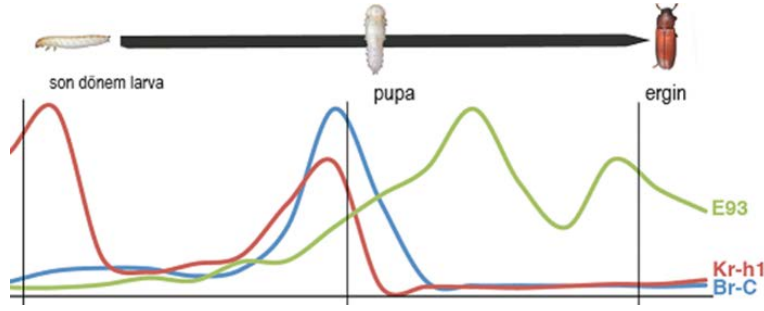
Krüppel homolog1 (Kr-h1), JH'u uyararak metamorfozun baskılanmasını sağlayan gendir. Yani, JH'un metamorfozu önleyen etkisi *Kr-h1* geni aracılığıyla gerçekleşmektedir (Jindra et al., 2013; Li et al., 2018). Böceklerde *Kr-h1* geni ekspresyonunun miktarı JH miktarı ile yakın ilişkilidir. Son larva/nimf döneminde ya da pupa döneminde azalan JH miktarına bağlı olarak hemolimfdeki *Kr-h1* geni ekspresyonunun miktarı da azalmakta ve böylelikle metamorfozun gerçekleşmesine izin vermektedir (Jindra et al., 2013; Belles & Santos, 2014; Belles, 2019). Ektopik JH varlığında *Kr-h1* sentezinin artmasına bağlı olarak böceklerin tekrar larva dönemi geçirdiği gözlenmiştir (Lozano & Belles, 2011; Konopova et al., 2011).

Bombyx mori L. (Lepidoptera: Bombycidae) larvalarında *Kr-h1* ekspresyonunun dışarıdan uygulanması ile larvanın pupa dönemine geçemediği fakat ekstra larva dönemi de geçirmedeği gözlenmiştir (Kayukawa et al., 2014; Daimon et al., 2012). *Blattella germanica* L. (Dictyoptera: Blattellidae) üzerine yapılan bir çalışma, JH'un son dönem nimflerde bulunmadığı durumda, *Kr-h1* gen ekspresyonunun aşırı artışı, böceğin tekrar nimf dönemi geçirmesi için yeterli olmadığını göstermiştir (Urena et al., 2014). *Pyrrhocoris apterus* L. (Hemiptera: Pyrrhocoridae) ile yapılan çalışmada *Kr-h1* geninin ve Met proteinlerinin inhibe edilmesi sonucu türün erken metamorfoz geçirdiği ve buna bağlı olarak prematüre ergin oluşumu yaşadığı gözlenmiştir (Konopova et al., 2011). Hemimetabol böceklerde son dönem nimflerde ergin metamorfozunun gerçekleşmesi için; JH miktarının azalması, anti metamorfoz etkili *Kr-h1* geni ekspresyonunun miktarının azalması ve *E93* gen ekspresyonu miktarının artması gerekmektedir (Şekil 1). Aynı şekilde holometabol tür olan *T. castaneum*'da da son dönem larvanın başında benzer reaksiyonlar gerçekleşmektedir (Lozano & Belles, 2011; Konopova et al., 2011; Urena et al., 2014; Santos et al., 2016; Belles, 2020). Ancak *T. castaneum*'da son larva döneminin sonuna doğru *Kr-h1* geni ekspresyonunun miktarının aniden kısa süreliğine artması ve *E93* genini baskılaması holometabol böcek başkalaşımında pupa oluşumunda anahtar rol oynamaktadır. *Kr-h1* geni ekspresyonunun miktarının kısa süreliğine artmasının pupa oluşumu ile ilgili olduğu varsayılmaktadır (Şekil 2). Böylece böceğin larva döneminden direkt ergin döneme geçişi ve buna bağlı olarak prematüre ergin oluşumu engellenmektedir.



Şekil 1. Hemimetabol türlerde *Krüppel homolog1 (Kr-h1)*, *Broad complex (Br-c)* ve *E93* gen ekspresyonlarının zamana bağlı değişimi (Urena et al., 2016)

Figure 1. Time dependent changes of *Krüppel homolog1 (Kr-h1)*, *Broad complex (Br-c)* and *E93* gene expressions in hemimetabol species (Urena et al., 2016)

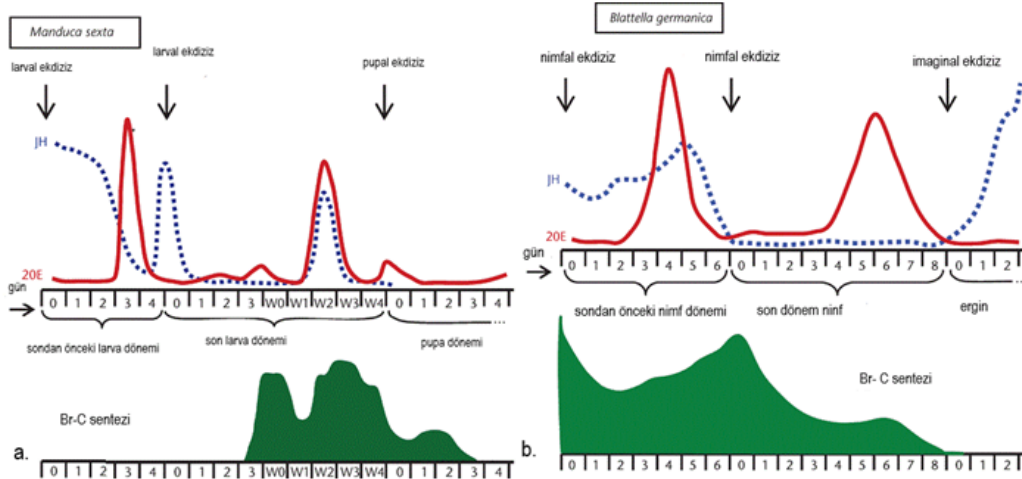


Şekil 2. Holometabol türlerde, *Krüppel homolog1* (*Kr-h1*), *Broad complex* (*Br-c*) ve *E93* ekspresyonlarının zamana bağlı değişimi (Urena et al., 2016)

Figure 2. Time dependent change of synthesis of *Krüppel homolog1* (*Kr-h1*), *Broad complex* (*Br-c*) and *E93* expressions in holometabol species (Urena et al., 2016)

Broad-compleks geni (*Br-c*)

Metamorfozu düzenleyen genlerden biri olan *Broad-compleks* (*Br-c*), holometabol ve hemimetabol böceklerde farklı işlevlere sahiptir. *Br-c* geni holometabol türlerde son dönem larvada 20E hormonu tarafından uyarılarak pupa oluşumunu sağlamaktadır (Charles 2010; Amat et al., 2018). Bu gen hemimetabol böceklerde ve bazı holometabol böceklerde ise embriyo gelişiminin, kanat gelişiminin düzenlenmesi, kanat damarlarının oluşumu, vücut büyüklüğü ve şekli, insülin sinyalinin dolayısıyla lipid metabolizmasını da etkilediği için gereklidir (Di Cara & King Jones 2013; Ishamiru et al., 2016; Fernandez Nicolas & Belles, 2017; Toprak et al., 2020) (Şekil 3). *Br-c* gen ekspresyonu, *T. castaneum* ve *Chrysopa perla* L. (Neuroptera:Chrysopidae) türlerinde larva gelişimi sırasında ve pupa öncesi dönemde yüksek miktarda salgılanarak prematüre ergin oluşumuna engel olmaktadır (Parthasarathy et al., 2008). *Oncopeltus fasciatus* (Dall.) (Hemiptera: Lygaeidae) ile yapılan çalışmada *Br-c* geninin kanat taslaklarının oluşmasında etkili olduğu ve genin baskılanması ile prematüre ergin oluşumu gözlemlendiği bildirilmiştir (Huang et al., 2013). *D. melanogaster* ile yapılan çalışmada *Br-c* geninin zarar görmesi durumunda larva gelişiminin normal olduğu ancak böceğin pupa döneminden önce öldüğü bildirilmiştir (Kiss et al., 1988). Lepidoptera takımına bağlı türlerde son dönem larvada JH'un çok azaldığı durumda 20E hormonu tarafından uyarılan *Br-c* geni pupa oluşumunu teşvik ederek prematüre ergin oluşumuna engel olmaktadır (Kyade & Gaikawad, 2016).



Şekil 3. Holometabol ve hemimetabol böceklerde *Broad complex* (*Br-c*) ekspresyonunun zamana bağlı değişimi a. *Manduca sexta* b. *Blattella germanica* (Belles and Santos, 2014)

Figure 3. Time dependent change of *Broad complex* (*Br-c*) expression in holometabol and hemimetabol insects, a. *Manduca sexta* b. *Blattella germanica* (Belles and Santos, 2014)

E93 geni

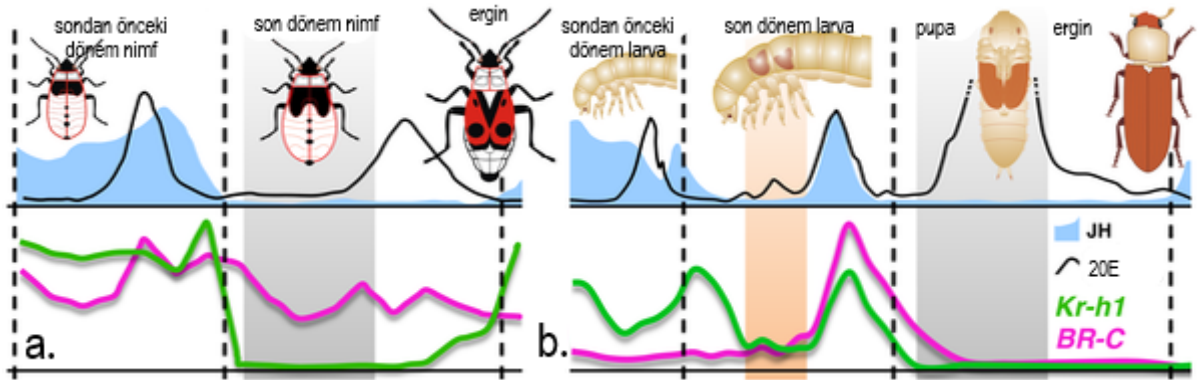
E93 geninin aktivitesinin *B. germanica*, *T. castaneum* ve *D. melanogaster*'de ergin metamofozunu tetiklediği bildirilmiştir (Urena et al., 2014). *E93* geni son dönem larva/nimflerde *Kr-h1* ve *Br-c* genlerini baskı altında tutarak ergin oluşumunu sağlamaktadır (Urena et al., 2014). *E93* gen ekspresyonu, erken dönem nimflerde de göz ardı edilebilecek miktarlarda bulunurken son dönem nimf, pupa öncesi ve pupa döneminde miktarı artmaya başlamaktadır (Urena et al., 2014).

Drosophila melanogaster ile yapılan bir çalışmada *E93* geninin otofaji ve programlı hücre ölümünde etkili olduğu bulunmuştur (Tracy & Baehrecke, 2013). *T. castaneum*'un pupa döneminde *E93* geninin baskılanması sonucu tekrar pupa dönemi geçirdiği kaydedilmiştir. *B. germanica* ve *R. prolixus* ile yapılan çalışmada son dönem nimflerde *Kr-h1* gen aktivitesinin azalıp, *E93* aktivitesinin artarak nimf-ergin metamorfozunun gerçekleştiği kaydedilmiştir (Lozana & Belles, 2011; Konopova et al., 2011). Bu durum *Kr-h1* ve *E93* genlerinin ters etkili olduğunun göstergesi olarak kabul edilmektedir. Etkisi *Kr-h1* geni tarafından engellenen *E93* geni hipostatik, *Kr-h1* geni ise epistatik genidir.

Böceklerde başkalaşım süreci

Ametabol tür olan *Thermobia domestica* (Pack.) (Zygentoma: Lepismatidae) yapılan çalışmada böceğin JH III salgısının bulunduğu ve ekdizon salgısının da kanatlı böceklerdeki gibi olduğu bulunmuştur (Rojo de la Paz et al., 1983). JH miktarının 1. ve 2. dönem geadlarında en fazla olduğu ve 3. dönem geadlarda ise azaldığı görülmüştür. 3. dönemde azalan JH miktarı dış iskeletin büyümesine olanak sağlamaktadır. Hemolimfde artan ekdizon miktarına bağlı olarak apolisis ve yeni kutikulanın depo edilmesi de *T. domestica* türünde görülmüştür (Rojo de la Paz et al., 1983). Bu durum ametabol böceklerde de hemimetabol ve holometabol böceklerle benzer döngülerin olduğunu göstermektedir.

Hemimetabol böceklerde ise sondan önceki nimf döneminde JH sinyalleri Met proteini aracılığıyla *Kr-h1* geninin ekspresyonunu teşvik etmektedir. Böylece böcek nimf döneminde kalmaya devam eder. Son nimf döneminin başında JH salgısı kesilir (Kayukawa et al., 2012). *Kr-h1* gen ekspresyonu oranı azalmaya başlar (Lozano & Belles, 2011). Böylelikle *Kr-h1* geninin baskı altında tuttuğu *E93* geninin ekspresyon miktarı önemli derecede artmaya başlar (Belles and Santos, 2014; Urena et al., 2014). Böylece hemimetabol böceklerde metamorfoz tamamlanmış olur (Şekil 4a).



Şekil 4. Holometabol ve hemimetabol böceklerde Juvenil hormon (JH), 20E hormonu, *Krüppel homolog1* (*Kr-h1*), *Broad complex* (*Br-c*) ekspresyonlarının biyolojik dönemlere bağlı değişimi **a.** hemimetabol türlerde **b.** holometabol türlerde (Konopova et al., 2011)

Figure 4. Change of Juvenile hormone (JH), 20E hormone, *Krüppel homolog1* (*Kr-h1*), *Broad complex* (*Br-c*) expressions in holometabol and hemimetabol insects depending on biological stages **a.** in hemimetabol species **b.** in holometabol species (Konopova et al., 2011)

Metamorfoz tüm böceklerde anti metamorfoz etkili *Kr-h1* geninin ekspresyonunun miktar olarak azalmasını ve *E93* geninin aktivitesinin artmasını gerektirmektedir (Konopova et al., 2011; Lozano & Belles, 2011; Urena et al., 2014; Kayukawa et al., 2016). Ancak holometabol böceklerde son dönem larvanın sonuna doğru *Kr-h1* geninin ekspresyonunun kısa süreli olarak miktarının artışı hemimetabol

türlerde görülmemektedir (Şekil 4a). Holometabol böceklerde son dönem larvalarda görülen *Kr-h1* geninin ekspresyonunun pik yapmasının pupa oluşumuyla ilgili olduğu varsayılmaktadır (Şekil 4b). *Kr-h1* gen ekspresyonu son dönem larvada artarak *E93* gen ekspresyonunu baskı altında tutar. Böylece larvadan direkt olarak ergin döneme geçiş engellenir ve pupa oluşumunda etkin rol oynayan *Br-c* gen ekspresyonu gerçekleşir ve bu şekilde larva-pupa oluşumu gerçekleşmiş olur (Konopova et al., 2011; Belles and Santos, 2014; Duneau & Lazzaro, 2018) (Şekil 4b). Pupa öncesi dönemde, JH'nun tekrar ortaya çıkması ile göz, optik lob ve ventral diyafram gibi dokularda zamanından önce oluşacak metamorfoz engellenmiş olur (Lozana et al., 2014). Pupadan çıkış zamanında JH tekrar kaybolur, ecdizon hormonunun miktarı artar ve ergin oluşumu başlar. Bu dönemde dışarıdan JH uygulaması yapılan *Hyalophora cecropia* L. (Lepidoptera: Saturniidae)'nin tekrar pupa dönemi geçirdiği belirlenmiştir (Wills, 2018; Riddiford, 2020).

Larva döneminden pupa dönemine geçmeden önce, larvanın aşmak zorunda olduğu iki önemli eşik değer vardır. "The Minimal Weight" metamorfozun başarılı bir şekilde gerçekleşmesi için gerekli minimum ağırlıktır. Gerekli minimum ağırlığa ulaşıldığında JH miktarı azalır ve buna bağlı olarak ecdizonun artması ile metamorfoz gerçekleşir (Ohhara et al., 2017). "The Critical Weight" ise açlığın metamorfozu daha fazla geciktiremediği minimum ağırlıktır (Ohhara et al., 2017). *Drosophila melanogaster*'de metamorfoz için kritik bu iki noktanın aynı anda oluştuğu bildirilmiştir (Ohhara et al., 2017)

JH aktivitesinin ve metamorfozun temelini oluşturan Met-*Kr-h1-E93* (MEKRE93) olarak adlandırılan fizyolojik olay hamam böceklerinden sineklere kadar tüm böceklerde morfogenesisin oluşum safhalarını açıklamaktadır.

SONUÇ

Gelişen toplum bilincinin sonucu olarak temiz gıdaya ulaşma isteği, tarımsal zararlılarla mücadele yöntemlerinin de gözden geçirilmesine neden olmuştur. Son yıllarda çevre ve insan sağlığına olumsuz etkileri olan kimyasallardan uzaklaşmaya ve alternatifler üzerinde daha fazla durulmaya başlanmıştır. Daha az zehirli kimyasallar veya insana olumsuz etkisi olmayan kimyasalları, tarımın hizmetine sunarken hastalık ve zararlılarla mücadelede de sorun yaşanması istenmemektedir.

Bu bağlamda temel bilimlerin ve uygulamalı bilimlerin birlikte olduğu multidisipliner çalışmalar sonucunda ortaya çıkan veriler gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Böcek hormonlarının zararlılarla mücadelede önemli ve çok çeşitli fırsatlar sunduğu bu derleme ile bir kez daha ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, zararlı böceklerle mücadelede metamorfoz (başkalaşım) gibi konuların detaylı şekilde ele alındığı entomoloji ve diğer temel bilimlerin bir arada olduğu hedefe yönelik çalışmaların gün geçtikçe daha da çok önemi artmaktadır.

KAYNAKLAR

- Amat, I., Desouhant, E., Gomes, E., Moreau, J., and Monceau, K. 2018. Insect personality: what can we learn from metamorphosis?. *Current opinion in insect science*, 27, 46-51.
- Belles, X. 2019. The innovation of the final moult and the origin of insect metamorphosis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374 (1783), <https://doi.org/10.1098/rstb.2018.0415>
- Belles, X. 2020. Krüppel homolog 1 and E93: The doorkeeper and the key to insect metamorphosis. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 103 (3), <https://doi.org/10.1002/arch.21609>
- Bellés, X. & Santos C. G. 2014. The MEKRE93 (Methoprene tolerant-Krüppel homolog 1-E93) pathway in the regulation of insect metamorphosis, and the homology of the pupal stage. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 52, 60–68.
- Bruning, E., Saxer, A. and Lanzrein, B. 1985. Methyl farnesoate and juvenile hormone III in normal and precocene treated embryos of the ovoviparous cockroach *Nauphoeta cinerea*. *International journal of invertebrate reproduction and development*, 8(4-5), 269-278.

- Chafino, S., Ureña, E., Casanova, J., Casacuberta, E., Franch-Marro, X. and Martín, D. 2019. Upregulation of E93 gene expression acts as the trigger for metamorphosis independently of the threshold size in the beetle *Tribolium castaneum*. *Cell reports*, 27 (4), 1039-1049.
- Charles, J. P. 2010. The regulation of expression of insect cuticle protein genes. *Insect biochemistry and molecular biology*, 40 (3), 205-213.
- Charles, J.P., Iwema, T., Epa, V.C., Takaki, K., Rynes J. and Jindra, M. 2011. Ligand-binding properties of a juvenile hormone receptor, Methoprene-tolerant. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (52), 21128-21133.
- Daimon, T., Kozaki, T., Niwa, R., Kobayashi, I., Furuta, K., Namiki, T. and Mita, K. 2012. Precocious metamorphosis in the Juvenile Hormone-Deficient Mutant of the silkworm, *Bombyx mori*. *PLoS Genet*, 8 (3), <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1002486>
- Di Cara, F., & King-Jones, K. 2013. How clocks and hormones act in concert to control the timing of insect development. In *Current Topics in Developmental Biology*, 105, 1-36.
- Duneau, D. F., & Lazzaro, B. P. 2018. Persistence of an extracellular systemic infection across metamorphosis in a holometabolous insect. *Biology letters*, 14 (2),
- Engel, M. S. 2015. Insect evolution. *Current Biology*, 25 (19), 868-872.
- Engel, P., and Moran, N. A. 2013. The gut microbiota of insects—diversity in structure and function. *FEMS microbiology reviews*, 37 (5), 699-735.
- Fernandez-Nicolas, A., & Belles, X. 2017. Juvenile hormone signaling in short germ-band hemimetabolous embryos. *Development*, 144 (24), 4637-4644.
- Godlewski, J., S. Wang and Wilson, T. G. 2006. Interaction of bHLH-PAS proteins involved in juvenile hormone reception in *Drosophila*. *Biochemical and biophysical research communications*, 342 (4), 1305-1311.
- Hammer, T. J., & Moran, N. A. 2019. Links between metamorphosis and symbiosis in holometabolous insects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1783), <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0068>
- Hiruma, K., & Kaneko, Y. 2013. Hormonal regulation of insect metamorphosis with special reference to juvenile hormone biosynthesis. In *Current topics in developmental biology*, 103, 73-100. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2017.0771>
- Huang, J. H., Lozano, J. and Belles, X. 2013. Broad-complex functions in postembryonic development of the cockroach *Blattella germanica* shed new light on the evolution of insect metamorphosis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, 1830 (1), 2178-2187.
- Ishimaru, Y., Tomonari, S., Matsuoka, Y., Watanabe, T., Miyawaki, K., Bando, T. Tomioka K., Ohuchi H., Noji S. and Mito, T. 2016. TGF- β signaling in insects regulates metamorphosis via juvenile hormone biosynthesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (20), 5634-5639.
- Jindra, M., Palli S. R., and Riddiford, L. M. 2013. The juvenile hormone signaling pathway in insect development. *Annual review of entomology*, 58, 181–204
- Jones D, Jones, G., Teal P., Hammac C., Messmer, L., Osborne K., Belgacem Y.H. and Martin, J.R. 2010. Suppressed production of methyl farnesoid hormones yields developmental defects and lethality in *Drosophila* larvae. *General and Comparative Endocrinology*. 165 (2), 244–254
- Kayukawa, T., M. Murata, I. Kobayashi, D. Muramatsu, C. Okada, K. Uchino, H. Sezutsu, M. Kiuchi, , T. Tamura K. Hiruma, Y. Ishikawa and Shinoda, T. 2014. Hormonal regulation and developmental role of Krüppel homolog 1, a repressor of metamorphosis, in the silkworm *Bombyx mori*. *Developmental Biology*. 388 (1), 48–56
- Kayukawa, T., Minakuchi, C., Namiki, T., Togawa, T., Yoshiyama, M., Kamimura, M., Mita, K., Imanishi, S., Kiuchi, M., Ishikawa, Y., and Shinoda, T. 2012. Transcriptional regulation of juvenile hormone-mediated induction of Krüppel homolog 1, a repressor of insect metamorphosis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109 (29), 11729-11734.
- Kayukawa, T., Nagamine, K., Ito, Y., Nishita, Y., Ishikawa, Y., and Shinoda, T. 2016. Krüppel homolog 1 inhibits insect metamorphosis via direct transcriptional repression of Broad-Complex, a pupal specifier gene. *Journal of Biological Chemistry*, 291(4), 1751-1762.

- Khyade, V. B., & Gaikawad, D. R. 2016. Insect Juvenile Hormone. World Scientific News, 44 (2016), 216-239.
- Kiss, I., Beaton, A. H., Tardiff, J., Fristrom, D. and Fristrom, J. W. 1988. Interactions and developmental effects of mutations in the Broad-Complex of *Drosophila melanogaster*. Genetics, 118 (2), 247-259.
- Konopova, B., Smykal, V. and Jindra, M. 2011. Common and distinct roles of juvenile hormone signaling genes in metamorphosis of holometabolous and hemimetabolous insects. PLoS one, 6 (12), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0028728>
- Li, K. L., Yuan, S. Y., Nanda, S., Wang, W. X., Lai, F. X., Fu, Q., and Wan, P. J. 2018. The Roles of E93 and Kr-h1 in Metamorphosis of *Nilaparvata lugens*. Frontiers in Physiology, 9, <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01677>
- Libbrecht, R., Corona, M., Wende, F., Azevedo, D. O., Serrão, J. E., and Keller, L. 2013. Interplay between insulin signaling, juvenile hormone, and vitellogenin regulates maternal effects on polyphenism in ants. Proceedings of the National Academy of Sciences, 110 (27), 11050-11055.
- Lozano, J., & Belles, X. 2011. Conserved repressive function of Krüppel homolog 1 on insect metamorphosis in hemimetabolous and holometabolous species. Scientific reports, 1 (1), 1-7.
- Lozano, J., Kayukawa, T., Shinoda, T., and Belles, X. 2014. A role for Taiman in insect metamorphosis. PLoS Genet, 10(10), <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1004769>
- McMahon, D. P. & Hayward, A. 2016. Why grow up? A perspective on insect strategies to avoid metamorphosis. Ecological entomology, 41(5), 505-515.
- Mitra, A. 2013. Cinderella's new shoes—how and why insects remodel their bodies between life stages. Current Science, 104 (8), 1028-1036.
- Nicholson, D. B., Ross, A. J., and Mayhew, P. J. 2014. Fossil evidence for key innovations in the evolution of insect diversity. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 281(1793), <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1823>
- Ohhara, Y., Kobayashi, S., & Yamanaka, N. 2017. Nutrient-dependent endocycling in steroidogenic tissue dictates timing of metamorphosis in *Drosophila melanogaster*. PLoS genetics, 13(1), <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1006583>
- Parthasarathy, R., Tan, A., Bai, H., and Palli, S. R. 2008. Transcription factor broad suppresses precocious development of adult structures during larval–pupal metamorphosis in the red flour beetle, *Tribolium castaneum*. Mechanisms of development, 125(3-4), 299-313.
- Rainford, J. L., Hofreiter, M., Nicholson, D. B., and Mayhew, P. J. 2014. Phylogenetic distribution of extant richness suggests metamorphosis is a key innovation driving diversification in insects. PLoS One, 9(10), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109085>
- Richard, D. S., Applebaum, S. W., Sliter, T. J., Baker, F. C., Schooley, D. A., Reuter, C. C. and Gilbert, L. I. 1989. Juvenile hormone bisepoxide biosynthesis in vitro by the ring gland of *Drosophila melanogaster*: a putative juvenile hormone in the higher Diptera. Proceedings of the National Academy of Sciences, 86(4), 1421-1425.
- Riddiford, L. M. 2020. A life's journey through insect metamorphosis. Annual Review of Entomology, 65, 1-16.
- Riddiford, L. M., Truman, J. W., Mirth, C. K. and Shen, Y. C. 2010. A role for juvenile hormone in the prepupal development of *Drosophila melanogaster*. Development, 137(7), 1117-1126.
- Rajo de la Paz, A., Delbecque, J., Bitsch, P. J. and Delachambre, J. 1983. Ecdysteroids in the haemolymph and the ovaries of the firebrat *Thermobia domestica* (Packard) (Insecta, Thysanura): correlations with integumental and ovarian cycles. Journal of Insect Physiology., 29 (4) , 323–329.
- Santos, C. G., Fernandez-Nicolas, A., and Belles, X. 2016. Smads and insect hemimetabolous metamorphosis. Developmental biology, 417(1), 104-113.
- Santos, C. G., Humann, F. C., and Hartfelder, K. 2019. Juvenile hormone signaling in insect oogenesis. Current opinion in insect science, 31, 43-48.
- Schooley, D. A., Baker, F. C., Tsai, L. W., Miller, C. A., and Jamieson, G. C. 1984. Juvenile hormones O, I, and II exist only in Lepidoptera. In Biosynthesis, metabolism and mode of action of invertebrate hormones. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 373-383.

- Shukla, S. P., Sanders, J. G., Byrne, M. J., and Pierce, N. E. 2016. Gut microbiota of dung beetles correspond to dietary specializations of adults and larvae. *Molecular ecology*, 25(24), 6092-6106
- Teal, P.E.A. and Proveaux, A.T. 2006. Identification of methyl farnesoate from in vitro culture of the retrocerebral complex of adult females of the moth, *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) and its conversion to juvenile hormone III. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology: Published in Collaboration with the Entomological Society of America*, 61(2), 98-105.
- Toprak, U., Hegedus, D., Doğan, C., and Güney, G. 2020. A journey into the world of insect lipid metabolism. *Archives of insect biochemistry and physiology*, 104 (2), <https://doi.org/10.1002/arch.21682>
- Tracy, K., & Baehrecke, E. H. 2013. The role of autophagy in *Drosophila* metamorphosis. In *Current topics in developmental biology* 103, 101-125.
- Truman, J. W. & Riddiford, L. M. 2019. The evolution of insect metamorphosis: a developmental and endocrine view. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 374(1783), <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0070>
- Urena, E., Chafino, S. Manjón, C., Franch-Marro, X. and Martín, D. 2016. The occurrence of the holometabolous pupal stage requires the interaction between E93, Krüppel-homolog 1 and Broad-complex. *PLoS genetics*, 12(5), <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1006020>
- Urena, E., Manjón, C., Franch-Marro, X., and Martín, D. 2014. Transcription factor E93 specifies adult metamorphosis in hemimetabolous and holometabolous insects. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(19), 7024-7029.
- Vea, I. M., Tanaka, S., Shiotsuki, T., Jouraku, A., Tanaka, T., and Minakuchi, C. 2016. Differential juvenile hormone variations in scale insect extreme sexual dimorphism. *PLoS One*, 11(2), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149459>
- Vea, I. M., Tanaka, S., Tsuji, T., Shiotsuki, T., Jouraku, A., and Minakuchi, C. 2019. E93 expression and links to the juvenile hormone in hemipteran mealybugs with insights on female neoteny. *Insect biochemistry and molecular biology*, 104, 65-72.
- Wigglesworth, V. B. 1934. *Memoirs: The physiology of ecdysis in Rhodnius prolixus* (Hemiptera). II. Factors controlling moulting and 'metamorphosis'. *Journal of Cell Science*, 2 (306), 191-222.
- Willis, J. H. 2018. The evolution and metamorphosis of arthropod proteomics and genomics. *Annual Review of Entomology*, 63, 1-13.
- Zhang, W., Ma, L., Xiao, H., Liu, C., Chen, L., Wu, S., and Liang, G. 2017. Identification and characterization of genes involving the early step of Juvenile Hormone pathway in *Helicoverpa armigera*. *Scientific reports*, 7(1), 1-12.