



# Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi

Journal of Agricultural Faculty of Ege University (EJAR)



Yıl (Year) : 2022

Cilt (Volume) : 59

Sayı (Number) : 1

**EÜ Ziraat Fakültesi Adına Sahibi** (Director):

**Prof. Dr. Banu YÜCEL**

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

**Sorumlu Müdür** ( Publishing Manager)

**Doç. Dr. Ö. Hakan BAYRAKTAR**

**Baş Editör** (Editor- in-Chief):

**Prof. Dr. Galip KAŞKAVALCI**

**Yardımcı Editör** (Associate Editor)

**Prof. 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**

**Prof. Dr. Cem KARAGÖZLÜ**

**Doç. Dr. Murat KILIÇ**

**Doç. Dr. Zerrin KENANOĞLU**

**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: 30.03.2022**

**Yazışma Adresi**

(Correspondence Address)

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

**e-mail:** [ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr](mailto:ziraatbasinyayin@mail.ege.edu.tr) - [ziraatbasinyayin@gmail.com](mailto:ziraatbasinyayin@gmail.com)

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

**Danışma Kurulu**  
(Advisory Board)

**Banu YÜCEL**, 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

**Uluslararası Danışma Kurulu**  
(International Advisory Board)

**Boris BILCIK**, Slovak Academy of Sciences, SLOVAKIA  
**Alexander S. KONSTANTINOV**, USDA National Museum of Natural History, USA  
**Lenka KOURÍNSKA**, 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)

#### **Investigation of agricultural supports on forage crop production: A perspective of the effects of supports on the basis of regions**

Yem bitkileri üretimine yönelik tarımsal desteklerin araştırılması: Desteklerin bölgeler temelinde etkilerine bir bakış

Celal CEVHER, Bülent ALTUNKAYNAK, Yener ATASEVEN, Özdal KÖKSAL, Zeki BAYRAMOĞLU, Gonca GÜL YAVUZ ..... 1

#### **Effects of thermal manipulation and photoperiodic lighting during incubation on hatching performance, hatching time, chick quality and organ growth**

Kuluçka sırasında sıcaklığa ayarlanma ve fotoperiyodik aydınlatmanın kuluçka performansı, kuluçka süresi, civciv kalitesi ve organ gelişimi üzerindeki etkisi

Tahir SHAH, Sezen ÖZKAN ..... 17

#### **Comparison of different fulljet nozzles used in laboratory type rain simulator in terms of some rainfall characteristics**

Laboratuvar tipi yağış benzetiminde kullanılan farklı fulljet başlıklarının bazı yağış özellikleri açısından karşılaştırılması

Gökçen YÖNTER, Marius H. HOUNDONUGBO ..... 33

#### **Factors affecting the adaptation of farmers to innovations according to extension workers: The case of Aegean Region**

Yayımcılara göre çiftçilerin yenilikleri benimsemesini etkileyen faktörler: Ege Bölgesi örneği

Murat BOYACI..... 43

#### **Pruning residuals: Their role in the micronutrient budget of Clementine mandarin (*Citrus reticulata* Blanco)**

Budama atıklarının Clementine mandarini (*Citrus reticulata* Blanco) mikro element bütçesindeki rolü

Neriman Tuba BARLAS ..... 61

#### **Probiotic dairy drink for patients with Galactosemia**

Galaktosemi hastaları için probiyotik süt içeceği

İlyas Erdem TONGUÇ, Cem KARAGÖZLÜ..... 67

#### **Ege Üniversitesi öğrencilerinin arı ürünlerine yönelik farkındalığı ve tüketim tercihleri**

Awareness and consumption preferences of Ege University students for bee products

Zekeriya ONUÇ, Gamze SANER..... 77

<b>Mikro jet yağmurlama sulama başlığında akış özelliklerinin hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile incelenmesi</b>	
Investigation of the flow properties of the micro jet sprinkler using computational fluid dynamics	
Vedat DEMİR, Hüseyin YÜRDEM, Arzu YAZGI, Tuncay GÜNHAN.....	93
<b>Farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin dev kralotu (<i>Pennisetum hybridum</i>)'nda yem verimi ve kalitesine olan etkileri</b>	
Effects of different cutting height and nitrogen levels on the forage yield and quality of giant kinggrass ( <i>Pennisetum hybridum</i> )	
Maryam SABERREZAEI, Hakan GEREN.....	107
<b>Tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim tercihleri: İzmir İli örneği</b>	
Fast food consumption preferences of consumers: Izmir Province case	
Ecem TUMAY BULUT, Zerrin KENANOĞLU .....	119
<b>Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi-Ferit Melen Havaalanı karayolu güzergahı örneğinde görsel peyzaj kalite değerlendirilmesi</b>	
Visual landscape quality assessment in the example of Van Yüzüncü Yıl University-Ferit Melen Airport highway route	
Nursevil YUCA, Ferhan AŞUR.....	135
<b>Tarımda kullanılan büyük çaplı tavan tipi vantilatörde hava akışının hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile incelenmesi</b>	
Investigation of air flow in large diameter ceiling fans used in agriculture with computational fluid dynamics	
Vedat DEMİR, Tuncay GÜNHAN, Hamdi BİLGİN .....	147
<b>Tüketicilerin organik gıda ürün reklamından etkilenme faktörleri: Iğdır ili örneği</b>	
Factors affecting consumers from organic food product advertisement: The case of Iğdır Province	
Meryem Konu KADİRHANOĞULLARI, İbrahim Hakkı KADİRHANOĞULLARI, Köksal KARADAŞ .....	161
<b>Farklı piroliz sıcaklıklarında elde edilen biyokömürün mısır bitkisinin bitki besin elementleri üzerine etkisi</b>	
Effects of biochar obtained at different pyrolysis temperatures on plant nutrients of maize	
Mahmut TEPECİK, H. Hüsnü KAYIKÇIOĞLU, Sıdıka KILIÇ.....	171
<b>Süt sığırcılığı işletmelerinde üretim yapılarının bilgisayar yardımıyla en uygun biçimde konumlandırılması</b>	
Optimal layout of production structures in dairy farms by using computer	
Ateş TEKDAL, Halil Baki ÜNAL, Hüseyin YÜRDEM.....	183



## Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):1-15  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.898219>

Celal CEVHER<sup>1\*</sup>

Bulent ALTUNKAYNAK<sup>2</sup>

Yener ATASEVEN<sup>3</sup>

Özdal KÖKSAL<sup>3</sup>

Zeki BAYRAMOĞLU<sup>4</sup>

Gonca Gül YAVUZ<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Field Crops Central Research Institute,  
Ankara/Turkey

<sup>2</sup>Department of Statistics, Faculty of  
Science, Gazi University, AnkaraTURKEY

<sup>3</sup>Ankara University, Faculty of Agriculture  
Department of Agricultural Economics,  
Ankara/ Turkey

<sup>3</sup>Ankara University, Faculty of Agriculture  
Department of Agricultural Economics,  
Ankara/ Turkey

<sup>4</sup>Selçuk University, Faculty of Agriculture  
Department of Agricultural Economics,  
Selçuklu-Konya/ Turkey

<sup>5</sup>Agricultural Economic and Policy  
Development Institute, Ankara/ Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):  
[celalcevher@hotmail.com](mailto:celalcevher@hotmail.com)

**Keywords:** Agricultural supports, forage  
crop production, regression analysis,  
Turkey

**Anahtar sözcükler:** Regresyon analizi,  
tarımsal destekler, Turkey, yem bitkisi  
üretimi

# Investigation of agricultural supports on forage crop production: a perspective of the effects of supports on the basis of regions

Yem bitkileri üretimine yönelik tarımsal desteklerin  
araştırılması: Desteklerin bölgeler temelinde  
etkilerine bir bakış

Received (Alınış): 16.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 17.06.2021

## ABSTRACT

**Objective:** Although the farmers producing forage crops have been supported since 2000, the targeted level of forage crop production has not been reached. Hence a study was conducted and the objective of this study was to determine the factors affecting the increase in forage crop production at the regional level.

**Material and Methods:** The Central Anatolia and Eastern Anatolia Regions, where forage crop production is common in Turkey, were selected. Data were collected through face-to-face interviews with randomly selected 980 forage crop producers. Linear regression analysis was used to analyze the data.

**Results:** It has been determined that the most important variables affecting the increase in forage crop production in both regions are the presence of land and the number of animals. An increase of 1 hectare in the irrigated land led to an increase in the production of 2.77 hectares of vetch crop (*Vicia sativa* L.) in the Central Anatolia Region. In the Eastern Anatolia Region, it was determined that this situation caused an increase in the production of 4.69 hectares of alfalfa crops (*Medicago sativa* L.). After the subsidies, the forage crop production of the non-animal farmers was approximately 2.14 times higher than the livestock farmers.

**Conclusion:** Giving forage crops supports considering the crops production pattern and geographical conditions of the regions will contribute more to the increase in forage crops production.

## ÖZ

**Amaç:** 2000 yılından itibaren yem bitkisi üreten çiftçilerin desteklenmesine rağmen, yem bitkisi üretimi hedeflenen seviye ulaşılamamıştır. Bu çalışmada, bölgeler düzeyinde yem bitkisi üretim artışına etki eden faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Türkiye’de yem bitkisi üretiminin yaygın olarak yapıldığı Orta Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesi seçilmiştir. Rastgele seçilen 980 yem bitkisi üreticisiyle yüz yüze görüşülerek anket yoluyla veriler toplanmıştır. Verileri analiz etmek için doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Her iki bölgede de yem bitkisi üretim artışına etki eden en önemli değişkenlerin arazi varlığı ve hayvan sayısı olduğu saptanmıştır. Sulu arazideki 1 hektarlık artış, İç Anadolu Bölgesi’nde 2,77 hektar fiğ bitkisi (*Vicia sativa* L.) üretiminde artışa neden olmuştur. Doğu Anadolu Bölgesi’nde ise bu durumun 4,69 hektar yonca bitkisinin (*Medicago sativa* L.) üretim artışına neden olduğu saptanmıştır. Desteklerden sonra, hayvancılık yapmayan çiftçilerin hayvancılık yapanlara kıyasla yem bitkisi üretimi yaklaşık olarak 2,14 kat daha fazla olmuştur.

**Sonuç:** Yem bitkisi desteklerinin bölgelerin bitkisel üretim deseni ve coğrafik şartları dikkate alınarak verilmesi, yem bitkisi üretim artışına daha fazla katkı sağlayacaktır.

## INTRODUCTION

Livestock, especially cattle and sheep, is an important component of farming systems in every region of Turkey. In Turkey, the existing natural resources and the existence of suitable ecological conditions are suitable for cattle and sheep breeding and are also an integral part of mixed farming systems. Livestock in Turkey is significant in that it consists of a sector, which employs a high added value and low cost. Yılmaz and Koknaroglu (2007) stated in their study that the competitive power is less compared to the European Union livestock breeding due to the high production costs in the livestock sector in Turkey and the large number of small-scale enterprises.

The total assets of animals in Turkey was reported to be about 66.4 million cattle and sheep (Turkstat, 2019). There has been an increase in the presence of cattle and sheep in recent years compared to the previous years. Forage crop production increased by 13.65% in 2019 compared to 2002. Despite this increase, forage crop production is not at a level to meet the needs of animals (Ozkan, 2020). Therefore, forage crop production in Turkey is not in quantity to meet the needs feed the existing sheep and cattle (Agirbas et al., 2017; Topcu and Ozkan, 2017; Acer et al., 2020; Ozkan, 2020). However, Turkey has a great potential for feed production, and it is necessary to take active and more specific policy measures to mobilize this potential (Yılmaz & Mac, 2013). Cattle and sheep stock breeding is carried out intensively in both regions of the study area. According to the existing animal stock, the production of roughage crops is insufficient in both regions as in the whole of Turkey (Ozkan, 2020). In these regions where the study was conducted, there are many differences in terms of the cultivation area, animal breeds, socio-economic status and farm infrastructure of the livestock farmers. Due to these differences, it is inevitable that farmers will have differences in their production decision-making processes (Avazov, 2013; Onojah et al., 2013; Sami et al., 2014; Teklay & Teklay 2015; Balabanli et al., 2016; Lehtonen & Niemi, 2018).

It has been stated by various researchers that regional differences should be taken into account in order for agricultural support policies to achieve their goals effectively (Demir & Yavuz, 2010; Bernues et al., 2011; Galko & Jayet, 2011). Regional data on this issue provide important data for the development of strategies for sustainable milk production and decision-makers (Agostinho et al., 2019). For this reason, other variables that may affect the forage production should be determined apart from the subsidies given. Changes can be made in the agricultural support system by determining the effects of socio-economic variables on forage production (Cevher & Altunkaynak, 2020). These changes have an effect on decreasing production costs and increasing producer income. However, increasing the amount of animal production positively contributes to the national economy and the development of animal husbandry (Gupta et al., 2014).

The most important way to reduce input costs in livestock is to produce high quality roughage on the farm (Reheul et al., 2017). Swathy and Thomas (2020) stated that more training and extension studies should be done in order to increase the forage crop production. Reddy (2016) reported that the integrated agriculture system (animal and crop production) increases the profitability of the enterprise and intensifies the land use. In another study, they revealed that with the development of animal husbandry, there is a need for an increase in forage crop production, so it is necessary to consider forage crop production and animal husbandry together (Bai et al., 2018).

To increase the production of forage crops in Turkey, support policies are carried out for a long time. However, despite these supports, forage production did not reach the desired levels (Aksu & Dellal, 2015; Balabanli et al., 2016; Agirbas et al., 2017; Altindoger & Hekimoglu, 2017; Topcu & Ozkan, 2017; Aydogdu et al., 2020; Yılmaz et al., 2020). For this reason, apart from the supports given, other variables that may affect the forage production should be determined. Another important point in this regard is sustainability. Sustainable policies for the improvement of livestock production in Turkey are required. In this context,

sustainable agriculture policies need to be put forward and analyzed (Dogan & Altuntas, 2017; Topcu & Ozkan, 2017; Boyacı, 2020).

Stanek et al. (2018) determined that there are differences between the number of animals and the forage crop cultivation area at the level of regions. Stanek et al. (2018) reported that the relationship between fodder crop production and the number of animals at the regional level is important. The geographical conditions and economic development level of each region should be taken into account and specific support items should be provided at the regional level (Bhat & Bansil, 1999; Yılmaz et al., 2020; Erdal et al., 2021). It has been reported that, in addition to the ecological conditions of the regions, the animal species that are bred should also be taken into account when planning production in forage crop cultivation (Benni & Finger, 2013; Bartzas & Komnitsas, 2020; Ozturk, 2020).

As understood from the literature, there are very important relationships between animal husbandry and forage crop breeding.

In this context, the main purposes of this study was; i) The effect of forage crop supports on forage crop production increase, ii) The hypothesis of which variables will have a greater effect on the increase of forage crop supports at the regional level has been tested. By testing these hypotheses, it is aimed to improve livestock activities and increase forage crops production. By demonstrating the importance and effect of these targets, it will be possible to shed light on the policies developed regarding agricultural supports.

## **MATERIAL and METHODS**

### **Key characteristics of the study area**

Forage crop production is achieved at a rate of 35% in the Eastern Anatolia Region (EAR) and 15% in the Central Anatolia Region (CAR) in Turkey. Therefore, these two regions were chosen as study areas.

**Characteristics of the CAR;** in the Central Anatolia Region, there is a suitable size of land for both forage crop and livestock production. There is a potential to increase the number of animals and forage crop cultivation area in order to make cattle and sheep breeding profitable. Forage crop production required for cattle and sheep breeding is not sufficient in this region. Climate characteristics; The CAR region is a bit hot in the summer and cold in the winter. Natural vegetation is dominated by steppe crops (herbaceous crops and shrubs) due to the summer drought. The average temperature of January, which is the cold month, is -0.7 °C, the warm month of July is 22 °C, and the annual average temperature is 10.8 °C. Average annual rains is 413.8 mm and most of the precipitation is in winter and spring. Annual average relative humidity is 63.7%.

**Characteristics of the EAR;** the economy of the Eastern Anatolia region is largely provided by sheep and cattle breeding. In this regard, the production of forage crops is very important for sheep and cattle breeding. Eastern Anatolia Region, Turkey provides 30% of the assets of sheep and cattle. It also provides 44.5% of alfalfa and sainfoin as cultivated area. Climate characteristics; the winter season is quite cold and long, and the summers are cool. During the cold period, this region is under snow and frost is common. Natural vegetation is dominated by meadows at high altitudes and steppe vegetation (herbaceous crops and shrubs) in low altitudes. The annual average temperature is 10.2 °C. Average annual rains is 579.4 mm and most of the precipitation is in winter and spring. Annual average relative humidity is 60.2%.

**Forage crop support amount:** The amount of support given to forage crop producers between the years 2000-2020 (BUGEM, 2021) is given in Table 1. Forage crop supports are given annually.

**Table 1.** Forage crop support amount (TL/ha) (2000-2021)**Çizelge 1.** Yem bitkisi destek miktarı (TL/ha) (2000-2021)

Forage crops	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Alfalfa (Irrigated Land)	170	230	340	560	680	950	1300	1300	1150	1150	1250	1300	1300	500	500	500	600	600	900	900	900
Alfalfa (Dry Land)	-	-	-	-	-	-	-	800	700	700	700	700	700	300	300	300		400		400	400
Sativa	140	180	270	300	380	550	800	800	750	750	800	900	900	400	400	400	450	600	900	900	900
Annual Forage Crops	70	90	140	180	230	370	500	500	300	300	300	300	300	350	350	350	400	400	600	600	600
Single Annual Silage	-	-	-	-	-	-	-	550	450	450	450	450	450	450	500						
Silage Corn (Irrigated Land)	100	140	210	300	350	600	600	600	450	450	500	550	550	550	750	750	900	900	1000	1000	1000
Silage Corn (Dry Land)	-	-	-	-	-	-	-	-	300	300	300	300	300	300	350	350		400		400	400
Artificial Meadow Pasture	-	-	-	-	-	-	1000	1000	750	750	750	750	750	750	1000		1500	600		1500	1500

Source: BUGEM.Crop production support unit prices

### Data and variable selection

The data obtained through face-to-face surveys with the farmers in Central Anatolia Region and East Anatolia Region constitute the main material of the study. The data were collected in 2014 through a questionnaire organized in accordance with the purpose of the research. Survey data were obtained from farmers who have been producing forage crops continuously and intermittently since 2000. Two main materials were used in this study. The first material of this study was composed of the data obtained from secondary sources obtained from the studies performed nationally and internationally on the topic. Besides; published theses, articles and various publications were utilised. The second material of this study were data that were obtained from livestock farmers through questionnaire.

Livestock breeding costs are high in both regions. Therefore, there is a need to increase forage production. The regions in the study area have differences in terms of climate, soil characteristics, farmer behaviors and socio-economic characteristics (Cevher & Altunkaynak, 2020). Within the scope of this study, 9 provinces, 103 districts and 605 villages were considered,. The surveyed provinces (Green and blue) in the study area are depicted in Figure 1.

**Figure 1.** Areas of study.**Şekil 1.** Çalışma alanı.



Central Anatolia Region (CAR) is formed in the provinces of Ankara, Konya, Yozgat and Aksaray. Although Afyonkarahisar is in the Aegean Region, it is included in this region because it is similar to the Central Anatolia Region in terms of forage crop and livestock production.

The Eastern Anatolia Region (EAR) is formed in the provinces of this region, Ağrı, Erzurum, Kars and Ardahan.

Number of Animals (Animal Unit): A culture breed dairy cow is Animal Unit. Culture, cultural crossbreed and indigenous breeds have been transformed into the cattle unit norm (TOB, Turkish Pasture Regulation, 2020).

### Variable definition

The explanations of the independent variables in the study are given in the Table 2.

**Table 2.** The explanations of the variables

**Çizelge 2.** Değişkenlerin açıklamaları

Variable	Definition
<b>Farmer characteristic</b>	
Age	Age of the farmer
Education	1=Literate; 2=Primary School; 3=Middle school; 4=High school; 5=University
Place of residence	Dummy variable; 1=Rural; 0=City
Off-farm income	Dummy variable; 1=Yes; 0=No
<b>Farm infrastructure</b>	
Livestock/non-livestock	Dummy variable; 1=Yes; 0=No
Land size	1=[0, 100]; 2=[101, 500]; 3=[501-1000]
Using certified seeds	Dummy variable; 1=Yes; 0=No
<b>Forage production is important for</b>	
Feeding the livestock	Dummy variable; 1=Yes; 0=No
Stopping soil erosion	Dummy variable; 1=Yes; 0=No
Improving the soil structure	Dummy variable; 1=Yes; 0=No
Increasing the labor force	Dummy variable; 1=Yes; 0=No

Forage crops supports: Fodder crop producers are supported in order to increase forage crop production, increase yield and quality, contribute to meet production costs and ensure sustainability in animal husbandry. The amount of forage supports varies according to the amount of cultivated area each year. The registered farmers in the farmer registration system during the production year and want to benefit from the supports apply to the provincial / district agriculture directorates in accordance with the published feed crop communiqué. In order to benefit from the subsidies, farmers must have at least one hectare of forage crop production land. The number of supports varies according to the type of forage crop. The amount of support per hectare for 2020; 0.81 USD for annual forage crops (vetch), 1.21 USD for perennial forage crops (alfalfa), 1.34 USD for silage maize and 2.02 USD for artificial meadow pastures. These monetary values vary every year.

### Sampling

For the sampling process, the size of the land which the producers had for the forage crop production was taken into consideration as the selection criterion. The size of the lands was retrieved from the Farmer Registration System to form a framework. As the land masses are not homogeneous in different provinces, and as all of the provinces have to be presented in the study, Stratified Random Sampling method was adopted for analysis. The sample size was calculated with the formula given below:

$$n = \frac{(\sum N_h S_h)^2}{N^2 D^2 + \sum N_h S_h^2} \quad (1)$$

n: The number of producers interviewed

N: Total number of producers

$D^2$ : Desired variance on stratified random sampling  $D^2 = (d/t)^2$

$N_h$ :  $h$ . the total number of producers in the layer

$S_h^2$ :  $h$ . layer variance

The number of producers with whom the interviews were to be done was set to be 980 as a result of the calculation that was made. The distribution of the sample size into layers was done with Neyman's distribution method. In this regard, the size of the sample ( $n_h$ ) from each province was determined by the formula given below:

$$n_h = \frac{N_h S_h}{\sum N_h S_h} n \quad (2)$$

According to this formula, 980 surveys, given to the producers in two regions, consisted of the provinces in CAR region; 136 from Afyonkarahisar, 48 from Ankara, 299 from Konya, 33 from Yozgat, and 94 from Aksaray; and the provinces in the EAR region; 82 from Ağrı, 130 from Erzurum, 93 from Kars, and 65 from Ardahan.

### Empirical analysis

In the study, linear regression analysis was used to reveal the factors affecting the production of forage crops. The model structures in the form of linear, logarithmic, quadratic, exponential etc was tested to decide the model structure. It was determined that the linear model was the most suitable model form in this study. The Regression model was created separately for each forage crop variety. In these models, increasing the amount of forage crop production is considered as dependent variables, land quantity (dry, irrigated) and number of animals as independent variables. In cases where the dependent variable has only two values such as 0 and 1 or yes and no two values, the relationships were examined by binary logistic regression analysis. Binary logistic regression analysis was used to examine the socio-economic factors affecting this variable, since the status of whether there is an increase in production is considered as the dependent variable. The logistic regression model with "k" number of independent variables is defined as follows.

$$P(y) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k}} = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)}} \quad (3)$$

While  $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$  above shows model parameters, given the values of independent variables,  $P(y)$  indicates the probability of the dependent variable's positioning in either one of the values (0 or 1). This model can be constructed as follows:

$$\ln\left(\frac{P(y)}{1 - P(y)}\right) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k \quad (4)$$

As seen above, the part given as  $P(y)/(1 - P(y))$  is known as *odds*. The term *Odds* is used for the result that is found when the probability of the presence of a property is divided by the probability of the absence of the property. The ratio of two values to each other is known as the Odds Ratio (OR).

## RESULTS

In this section, some basic socio-economic characteristics of farmers, farm structure and the effects of these characteristics on forage crops production are examined.

### Examination of variables affecting after supports feed crop production

In this section, where the characteristics of the producers benefiting from forage crop supports are determined, the results obtained are tabulated in Table 3. The chart was examined and according to the results of the logistic regression analysis, it was found that the age of the farmer had a significant effect on the increase in forage crop production after support ( $p < 0.05$ ). It has been determined that per year hectare in the age of the farmer creates an increase of about 20% after supports forage production. According to this result, it was concluded that elderly farmers should be trained more on forage crop production.

It has been determined that the use of certified seeds by farmers has a significant effect on the growth of forage crop production. After the supports, it was determined that the contribution of the farmers using certified feed crop seeds to production was 1.84 times higher than those who did not use certified feed crop seeds. This result is due to the fact that the farmers using certified seeds obtained higher yield per unit area as a result of using quality seeds. After the supports, it was determined that the amount of forage crop increase of the farmers who do not engage in livestock was approximately 2.14 (1/0.468) times more than the farmers engaged in livestock. It can be said that the income earned by the farmers who do not engage in sheep and cattle breeding is higher than the income obtained from other crops. After the supports, it was determined that there was no statistically significant relationship between the farmers who increased their production and their education level ( $p > 0.05$ ). In studies conducted by various researchers, it has been determined that the farmer's education level is related to access to information, positive environmental attitudes, environmental awareness and the use of social networks and adoption rates (Vanslembrouck et al., 2002; Asfaw & Admassie, 2004; Alene & Manyong, 2007; Prokopy et al., 2008; Abah & Betja 2015; Mittal & Mehar, 2016; Nakano et al., 2018). After the supports, it was concluded that place of residence and off-farm income, which is one of the other socio-economic variables, does not have a significant effect on forage crop cultivation.

**Table 3.** Logistic regression estimates of variables

**Çizelge 3.** Değişkenlerin lojistik regresyon tahminleri

Variable	B	SE	Wald	df	P	Exp(B)
Constant	2.292	0.992	5.341	1	0.021	9.898
<b>Farmer characteristic</b>						
Age	-0.021	0.008	6.543	1	<b>0.011*</b>	0.979
Education	-0.108	0.088	1.506	1	0.220	0.898
Place of residence	0.075	0.228	0.107	1	0.744	1.077
Off-farm income	-0.260	0.182	2.042	1	0.153	0.771
<b>Farm infrastructure</b>						
Livestock/non-livestock	-0.760	0.299	6.439	1	<b>0.011*</b>	0.468
Land size	0.139	0.145	0.927	1	0.336	1.150
Using certified seeds	0.608	0.166	13.379	1	<b>0.000*</b>	1.837
<b>Forage production is important for</b>						
Feeding the livestock	0.124	0.587	0.045	1	0.833	1.132
Stopping soil erosion	-0.323	0.191	2.865	1	0.091	0.724
Improving the soil structure	0.411	0.195	4.455	1	<b>0.035*</b>	1.509
Increasing the labor force	-0.257	0.187	1.886	1	0.170	0.773
LR Chi <sup>2</sup> (11)	39.773	-	-	-	-	-
Prob>Chi <sup>2</sup>	0.000	-	-	-	-	-
Log-likelihood	957.423					

Significance level: \* p-value < 0.05

### **Investigation of factors affecting alfalfa production in CAR and EAR regions (Irrigated Land)**

After the supports, in order to compare the regions, the size of the land (irrigated and dry) and the number of cattle and sheep animals that have the greatest impact on forage crop production were tested by Regression Analysis. Regression analysis could not be performed for the farmers producing alfalfa and corn for silage corn in both regions since the number of farmers was insufficient. All regression analysis results are shown below in tables 4 thru 7.

The analysis results for alfalfa (irrigated land) in the CAR region are shown in Table 4. When the chart results are examined, it is seen that the model is significant ( $p < 0.01$ ). As seen from the significance tests of the regression coefficients, it can be said that the presence of irrigated land in the CAR region and the Animal Unit have an effect on the alfalfa (irrigated) production. In the study conducted by Cevher and Altunkaynak (2020) it was determined that one of the most important variables affecting the production of forage crops is the existing land size of the farmer. One of the variables that increase the production of roughage at most is irrigated land size. In this context, the effect of the increase in irrigated land on the production of forage crops was tried to be determined. In the CAR region, there was an average increase of 3.22 hectares in alfalfa production, with per hectare increase in irrigated land. In terms of the number of animals, per unit of increase in the Animal Unit caused an average decrease of 2.12 hectares in alfalfa production in the total irrigated land. In a similar study conducted by Stenak et al. (2018) on the basis of Southern Poland and Western Carpathians regions, their findings were similar to ours.

It has been determined that the increase in irrigated land in the CAR region increased the production of alfalfa the most. On the other hand, It can be said that the increase in the number of animals decreases the alfalfa production within the total land width. In the CAR region, greater support for alfalfa production in irrigated land than in dry land will result in a notable increase in roughage production. In addition, it was determined that as the width of the land in the enterprise increased, the forage cultivation area increased. In similar studies, it has been reported that as the total land width increases, the forage cultivation land increase (Stanek et al., 2018). They stated that new support policies in terms of sustainable and economic animal husbandry should be established and revealed with the research results (Chang, 2018; Torgut et al., 2019). Considering the geographical conditions of the regions and the level of economic development, it was reported that different subsidies should be recommended at the regional level (Bhat & Bansil, 1999; Erdal et al., 2021). D'Amico et al. (2013) put forward the necessity of establishing agricultural and regional systems, defining regional development programs and designing them.

The results of the analysis for the irrigated alfalfa land in the EAR region are given in Table 5. It can be said that the presence of irrigated land in the EAR Region is more effective on alfalfa production in dry land. An increase in irrigated land in this region causes an average of 4.69 hectares of increase in alfalfa production in irrigated land. In similar studies, it has been reported that as the total land width increases, forage crop cultivation land increase. Considering the geographical conditions of the regions and the level of economic development, the necessity of different supports at the regional level were reported by various researchers (Bhat & Bansil, 1999; Stanek et al., 2018; Chang, 2018; Torgut et al., 2019; Erdal et al., 2021).

It has been determined that the increase in the amount of land in irrigated land after the supports has a positive effect on alfalfa production in both regions. However, it is seen that the increase in alfalfa production in EAR is higher than the one in CAR. Therefore, the higher the amount of supports to be given to irrigated land in the EAR region compared to the CAR region will result in a further increase in alfalfa production. In the CAR region, there will be more monetary support for alfalfa production in drylands than in the EAR region. However, the effect of this variable on the increase in alfalfa production will be limited since alfalfa production is very low in dry land.

**Table 4.** Alfalfa production regression analysis results in CAR region (irrigated land)**Çizelge 4.** CAR bölgesinde yonca üretim regresyon analiz sonuçları (sulanan arazi)

Model	B	Std. Error	t	p	Tolerance	VIF
(Constant)	10,722	3.994	2.684	0.008		
Dry land	0.660	0.167	0.396	0.693	0.992	1.008
Irrigated land	3.220	0.018	17.674	0.000	0.627	1.594
Animal Unit	-2.120	0.063	-3.387	0.001	0.631	1.585

$$F_{3,273}=133.20; p=0.000; R^2=0.59$$

**Table 5.** Alfalfa production regression analysis results in EAR region (irrigated land)**Çizelge 5.** EAR bölgesinde yonca üretim regresyon analiz sonuçları (sulanan arazi)

Model	B	Std. Error	t	p	Tolerance	VIF
(Constant)	2.724	11.648	0.234	0.816		
Dry land	0.310	0.113	0.273	0.785	0.838	1.194
Irrigated land	4.690	0.081	5.799	0.000	0.974	1.026
Animal Unit	-0.290	0.361	-0.079	0.937	0.858	1.165

$$F_{3,96}=11.36; p=0.000; R^2=0.26$$

### Investigation of factors affecting silage corn production in CAR and EAR regions (Irrigated Land)

The results of the analysis of silage corn (irrigated land) in CAR and EAR regions are given in tables 6 and 7. It appears that the presence of irrigated land in the CAR region has more impact on maize production for silage, while this effect is less in dry land. The per hectares increase in irrigated land resulted in an average of 4.52 hectare increase in silage corn production after subsidies. Yılmaz et al. (2020) stated that the possibilities of silage forage crops should be investigated according to the regions and their use should be encouraged. Table 6 shows that the presence of irrigated land in the EAR region has an impact on silage corn production under irrigated conditions. It is seen that per hectare increase in irrigable land in this region results in an average of 2.12 hectare increase in silage corn production in irrigated conditions. According to the increase in the number of animals, the decrease in silage corn land remained lower than the decrease in alfalfa land. It can be said that this is due to the fact that the alfalfa crop is perennial and the silage corn is an annual crops. Farmers stated that silage corn supports are more advantageous than alfalfa supports in terms of production pattern in the enterprise.

**Table 6.** Silage corn production regression analysis results in CAR region (irrigated land)**Çizelge 6.** CAR bölgesinde silaj mısır üretimi regresyon analiz sonuçları (sulanan alan)

Model	B	Std. Error	t	p	Tolerance	VIF
(Constant)	11.930	6.348	1.879	0.061		
Dry land	0.380	0.379	0.099	0.921	0.984	1.016
Irrigated land	4.520	0.029	15.458	0.000	0.554	1.804
Animal Unit	-1.350	0.121	-1.115	0.266	0.558	1.793

$$F_{5,604}=130.63; p=0.000; R^2=0.60$$

**Table 7.** Silage corn production regression analysis results in EAR region (irrigated land)**Çizelge 7.** EAR bölgesinde silaj mısır üretimi regresyon analiz sonuçları (sulanan alan)

Model	B	Std. Error	t	p	Tolerance	VIF
(Constant)	10.063	5.737	1.754	0.089		
Dry land	-2.100	0.166	-1.267	0.214	0.989	1.011
Irrigated land	2.120	0.032	6.735	0.000	1.000	1.000
Animal Unit	-0.480	0.165	-0.291	0.773	0.989	1.011

$$F_{3,32}=15.63; p=.000; R^2=0.59$$

### Investigation of factors affecting vetch production in CAR and EAR regions (Irrigated Land)

In the CAR Region, the presence of dry and irrigated land is effective on vetch production. An increase of per hectare in irrigated land results in an average increase of 2.77 hectares in vetch production, while a per hectare increase in dry land value brings an average increase of 6.52 hectares in vetch production. Regression Analysis results for vetch (irrigated land) production in the EAR and CAR regions are given in tables 8 and 9. It can be said that the width of the land and the number of animals are not important for vetch production in irrigated conditions in this region.

**Table 8.** Vetch production regression analysis results in CAR region (irrigated land)

**Çizelge 8.** CAR bölgesi fiğ üretimi regresyon analiz sonuçları (sulanan arazi)

Model	B	Std. Error	t	p	Tolerance	VIF
(Constant)	5.283	3.644	1.450	0.149		
Dry land	6.520	0.115	5.659	0.000	0.919	1.088
Irrigated land	2.770	0.016	17.181	0.000	0.547	1.827
Animal Unit	0.460	0.067	0.692	0.490	0.535	1.870

$$F_{5,604}=195.57; p=0.000; R^2=0.74$$

**Table 9.** Vetch production regression analysis results in EAR region (irrigated land)

**Çizelge 9.** EAR bölgesi fiğ üretimi regresyon analiz sonuçları (sulanan arazi)

Model	B	Std. Error	t	p	Tolerance	VIF
(Constant)	3.264	21.216	0.154	0.879		
Dry land	-3.620	0.248	-1.458	0.154	0.890	1.124
Irrigated land	0.990	0.171	0.579	0.567	0.917	1.091
Animal Unit	1.340	0.781	0.171	0.865	0.969	1.032

$$F_{3,34}=1.07; p=0.231; R^2=0.09$$

### Investigation of factors affecting vetch production in CAR and EAR regions (Dry Land)

The presence of dry land, irrigated land and Animal Unit in the CAR Region are effective on vetch production (Table 10). Per hectare increase in irrigable land resulted in an average decrease of 3.31 hectare in dry field vetch production, while per hectare increase in dry land resulted in an average increase of 5.09 hectares in dry land. On the other hand, per unit increase in the assets of Animal Unit showed an average increase of 3.11 hectare in vetch production in the dry field. When the results in Table 10 are examined, it is seen that the model is significant ( $p < 0.05$ ). The presence of dry land in the EAR region is effective on vetch production in dry land. Per hectare increase in dry land resulted in an average of 1.18 hectares of increase in vetch production in dry land. Regression Analysis results for vetch (dry land) production in the EAR region are given in table 11.

**Table 10.** Vetch production regression analysis results in CAR region (dry land)

**Çizelge 10.** CAR bölgesi fiğ üretimi regresyon analiz sonuçları (kuru arazi)

Model	B	Std. Error	t	p	Tolerance	VIF
(Constant)	0.708	5.289	0.134	0.894		
Dry land	5.090	0.094	5.416	0.000	0.757	1.321
Irrigated land	-3.310	0.158	-2.097	0.038	0.949	1.053
Animal Unit	3.110	0.135	2.300	0.023	0.773	1.294

$$F_{3,102}=22.84; p=0.000; R^2=0.40$$

**Table 11.** Vetch production regression analysis results in EAR region (dry land)**Çizelge 11.** EAR bölgesi fiğ üretimi regresyon analiz sonuçları (kuru arazi)

Model	B	Std. Error	t	p	Tolerance	VIF
(Constant)	12.345	4.631	2.666	0.008		
Dry land	1.180	0.025	4.661	0.000	0.877	1.140
Irrigated land	-1.750	0.197	-0.888	0.375	0.945	1.058
Animal Unit	2.560	0.176	1.459	0.146	0.858	1.165

$$F_{3,206}=11.13; p=0.000; R^2=0.14$$

## DISCUSSION

In this study, some basic socio-economic characteristics of farmers, farm structures and the effects of these characteristics on forage crops production were examined. It was found that elderly farmers should be trained more on forage crop production in CAR and EAR. Similar results have been obtained from previous studies on this subject. In the field researches, it was found that individuals with behavioral changes are younger and young people are more willing to benefit from supports (Storstad, 2003; Topcu, 2008; Demir & Yavuz, 2010; Mittal & Mehar, 2016). However, it has been determined by different researchers that the age factor has no significant effect on the sustainability of forage crop production and behavior change (Aslan & Boz, 2005; Saygi & Alarslan 2012; Cevher & Altunkaynak, 2020).

In this study, it was determined that forage crop supports had a positive effect on the increase in alfalfa, maize and vetch production in both dry and irrigated land. The effect of forage crop supports on the increase in forage crop production have been revealed by various researchers. These mentioned studies are in parallel with this study results (Sayar *at al.*, 2010; Ata & Yılmaz, 2015; Ahn & Han, 2016; Aksu & Dellal, 2016; Mac & Yılmaz, 2016; Cevher, 2019; Todorovic et al., 2020; Yavuz et al., 2020). On the contrary, in a study in which the positive effect of agricultural supports was not observed, researchers attributed this to the fact that farmers were not aware of the need for roughage for animal production (Mut et al., 2017). Not only the support given to the increase in the production of forage crops, but also the increase in the number of animals, the understanding of the importance of the fodder crops in the livestock and production pattern, the development of intensive livestock and the profitability of other products in the production pattern have also been effective. Therefore, in order to sustain the increase in forage crop production, the first requirement will be to ensure the continuity of forage crop supports. In their study, Mac and Yılmaz (2016) emphasized that increasing the production of forage crops in Turkey is an important goal for the development of the sustainable livestock sector. Therefore, it was stated that the current incentive support for forage crop cultivation should be maintained and increased. They also stated that, in addition to the problems and demands of farmers, policy implementations for forage crop production should be prioritized.

The proportion of farmers who stated that forage crop production would be sustainable under current conditions was higher in the CAR region. According to this result, it is seen that if the subsidies remain at the same level or are decreased, the decrease in the amount of forage production will be more in the EAR region. Farmers in the EAR region increased their production increase depending on the supports. However, farmers in the CAR region have realized that forage production is an important factor in reducing animal production costs and profitability. The fact that forage crop production has a positive effect in reducing the costs of livestock is similar to the findings of this study presented and other researchers' findings on this subject. Adam et al. (2012) reported that forage crop supports increased household income.

Considering the width of the land and the number of animals, it has been determined that the increase and decrease of the forage crop cultivation area varies according to the regions. It can be said that these differences are due to the different climatic characteristics and animal races. It is known that intensive livestock breeding is dominant in the CAR region, and domestic and hybrid animal breeds are

dominant in the EAR region. The climatic conditions in EAR are harder and longer than the climatic conditions in the CAR region. Different climatic conditions affect the forage cultivation area and the condition of the forage crop species (Topcu & Ozkan, 2017). As the number of livestock increased in the EAR region, the forage cultivation area in the total land decreased. This indicates that the forage cultivation land in the region are of limited size and cannot be increased in a short time. This shows that as the number of animals increases, the roughage deficit in the region will be greater. Supports made in the EAR Region should be continued by increasing and diversifying in the field of forage crops (Bıcakcı & Acıkbas, 2018). Bhat and Bansil (1999) emphasized that the need for forage crops is necessary at the regional level and the importance of testing them separately. In another study, it was stated that the conditions of each region are different, so support policies should be planned accordingly (Erdal et al., 2021). Yılmaz et al. (2020) stated that incentive plans based on regional production and product quality should be made. The main goal of national and regional agricultural policies is to ensure and implement the principle of "self-sufficiency" (Topcu & Ozkan, 2017). Bontkes and Keulen (2003) argued that in order to increase sustainable agricultural development, it is necessary to formulate policies and determine the complex dynamics of agricultural systems at the farm and regional level.

In the CAR region, there are conditions for increasing the forage cultivation area in parallel with the increase in the number of animals. This is possible by transforming livestock farming into a profitable activity in the CAR region and ensuring that forage crop production generates more income than other crops. The authorities in support policies need to increase the amount of supports in parallel with the increase in the number of animals.

In the decision of farmers to increase the production of forage crops, vetch production comes before alfalfa and silage corn. This finding has been revealed by both the analysis result and the observations of the researchers in the field of study. The adaptation of the vetch crops to alfalfa and silage corn is quite wide. Alfalfa crops follows the vetch crops in terms of adaptation. This situation should be taken into account when determining the support policies. Taking this into account, it was reported that forage crop production will be higher at the regional level (Sayar et al., 2010). Farmers adopt vetch production earlier due to the low cost of production and easy cultivation technique. However, it should not be ignored that wheat and barley cultivation land will decrease with the increase in vetch production land (Cevher, 2019). It has been determined that the increase in forage crops of the producers who do not make livestock after the supports is approximately two times more than the producers who do animal husbandry. It can be said that this situation is caused by the higher income obtained from other crops products by farmers who do not engage in livestock breeding. Farmers who do not make livestock but produce forage crops have contributed to the formation of the roughage exchange. Therefore, when determining support policies, no distinction should be made between these two groups. This will have a positive effect on forage production.

If the current support policies continue in the same way, it does not seem possible to increase the sustainability in forage production and the forage cultivation area in the total area to 25-30%. In this context, it has been concluded that more studies are needed to formulate new support policies.

## **CONCLUSION**

Before the supports, the forage crop planting area was 2-3%, this ratio increased to 13-15% after the supports in Turkey. Despite this increase, the amount of forage crops production is not enough to meet the feed needs of the animals. The increase in the number of medium and large-scale livestock farms in recent years has also been effective in the formation of roughage deficit. Therefore, studies examining the effectiveness of forage crop supplements and their relationship with animal husbandry activities are needed. This study was carried out in CAR and EAR regions, which have an important place in livestock and forage production. It was aimed to determine the variables affecting livestock and forage production in these regions. The results of the research are expected to contribute to the development of



forage crop support policies. It is possible to increase forage crop production in both regions by increasing the monetary supports and developing support policies. It was concluded that the increase in vetch crops production could occur faster in both regions. As a result, it has been concluded that by applying the results of the research at the regional level, sustainability in animal and forage crop production will be achieved more.

## REFERENCES

- Abah, R.C. & B.M. Petja, 2015. The socio-economic factors affecting agricultural development in the Lower River Benue Basin. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 5 (24): 84-94.
- Acar, Z., M. Tan, I. Ayan, O.O. Asci, H. Mut, U. Basaran, E. Gulumser, M. Can & G. Kaymak, 2020. Türkiye'de yem bitkileri tarımının durumu ve geliştirme olanakları. Turkey Agricultural Engineering IX. Technical Congress (January 13-17, 2020, Ankara, Turkey).
- Adam, M.K., A.W. Scott & G.B. Colin, 2012. An exploration of livestock-development policies in western China. *Food Policy*, 37(1): 12-20. Ahn, B. & S. Han, 2016. Analysis on the effects of government's support for forage production. *The Korean Journal of Agricultural Economics*, 57(3): 55-78.
- Agirbas N.C., K. Sapmaz & A. Koc. 2017, The effects of agricultural supports on forage crops of cultivation area and amount of production in Eskişehir Province. Atatürk University, *Journal of the Agricultural Faculty*, 48(1): 65-72.
- Agostinho, F., M.W. Oliveira, F.M. Pulselli, C. Almeida & B.F. Giannetti, 2019. Emergy accounting as a support for a strategic planning towards a regional sustainable milk production. *Agricultural Systems*, 176: 102647.
- Aksu, N. & I. Dellal, 2016. An evaluation for Afyonkarahisar Province on relationship of feed crops subsidy with bovine livestock activities. *Yuzuncu Yil University Journal of Agricultural Sciences*, 26 (1): 52-60.
- Alene, A.D. & V.M. Manyong, 2007. The effects of education on agricultural productivity under traditional and improved technology in Northern Nigeria: An endogenous switching regression analysis. *Empirical Economics*, 32(1): 141-159.
- Altındeger, M. & B. Hekimoglu, 2017. TR831 Samsun ili hayvancılık sektörü üretim, sorunlar ve çözüm önerileri. Working Paper, Samsun Gıda Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü.
- Asfaw, A. & A. Admassie, 2004. The role of education on the adoption of chemical fertiliser under different socioeconomic environments in Ethiopia. Elsevier, *Agricultural Economics*, 30(3): 215-228.
- Aslan M. & I. Boz. 2005, Factors influencing the agricultural use of direct income support. *Turkish Journal of Agricultural Economics*, 11(2): 61-70.
- Ata, N. & H. Yilmaz, 2015. Reflections of implementations of livestock production support polices on dairy farms in Turkey: The Case of Burdur Province. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture*, 10(1): 44-54.
- Avazov, S. 2013. Socio-economic features of the agro-pastoralists in the Zarafshan Valley, NW Tajikistan. Young Researchers' Forum of the International Conference- Natural Resource Use in Central Asia: Institutional Challenges and the Contribution of Capacity Building (1 October 2013, Giessen, Germany).
- Aydogdu, M., I. Aydogdu, C. Cevheri, M.R. Sevinc & N. Kucuk, 2020. Analysis of the socio-economic profile of fodder crops producer farmers' in Şanlıurfa. *Journal of Ekonomi*, 1. Special Issue, 10-15.
- Bai, M., W. Ma, L. Ma, G.L. Velthof, Z. Wei, P. Havlik, O. Oenema, M.R.F. Lee & F. Zhang, 2018. China's livestock transition: Driving forces, impacts, and consequences. *Science Advances*, 4(7): eaar8534.
- Balabanlı, C., Y. Cirit, S. Kayacan, E. Bicakci & O. Yuksel, 2016. Determination of forage crops producer behaviour in agriculture; Example of Isparta Province. *Journal of Central Research Institute for Field Crops*, 25 (Special Issue-2): 259-264.
- Bartzas, G. & K. Komnitsas, 2020. An integrated multi-criteria analysis for assessing sustainability of agricultural production at regional level. *Information Processing in Agriculture*, 7(2): 223-232.
- Benni, N. & R. Finger, 2013. The effect of agricultural policy reforms on income inequality in Swiss agriculture-An analysis for valley, hill and mountain regions. *Journal of Policy Modeling*, 35(4): 638-651.
- Bernues A., R. Ruiz, A. Olaizola, D. Villalba & I. Casasus, 2011. Sustainability of pasture-based livestock farming systems in the European Mediterranean context: Synergies and trade-offs. *Livestock Science*, 139(1-2): 44-57.

- Bhat, P.N. & P.C. Bansil, 1999. Grains and roughage production and its utilization in Asian-Australasian Region. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 12(3): 481-492.
- Bicakci, E. & S. Acikbas, 2018. Determination of Roughage Production Potential for Farm Animals in Bitlis Province. *BEU Journal of Science*, 7(1): 180-185.
- Bontkes, T.S. & H. Keulen, 2003. Modelling the dynamics of agricultural development at farm and regional level. *Agricultural Systems*, 76(1): 379-396.
- Boyacı, M. 2020. Agricultural extension and innovative culture in the aegean region. *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 57 (2):191-207.
- BUGEM. 2021. Bitkisel üretim destekleme birim fiyatları. (Web page: <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/Belgeler>) (Date accessed: May, 2021).
- Cevher, C. & B. Altunkaynak, 2020. Socioeconomic factors and sustainable forage crops production in Turkey Aegean Region: A Multivariate Modeling. *Sustainability*, 12, 8061.
- Cevher, C. 2019. Determination of the main socio-economic factors of the sustainable production of forage crops: Research of Kayseri Province. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(4): 474-480.
- Chang J.B. 2018. The effects of forage policy on feed costs in Korea. *Agriculture*, 8(6): 72.
- Coque, J.M.G.A., T.L.G Usach & M.S.G. Garcia, 2013. Territory and innovation behaviour in agri-food firms: does rurality matter. *New Medit*, 12(3): 2-10.
- D'amico, M., A. Coppola, G. Chinnici, G. Di Vita & G. Pappalardo, 2013. Agricultural systems in the European Union: an analysis of regional differences. *New Medit*, 12(4): 28-34
- Demir, N. & F. Yavuz, 2010. An analysis on factors effective in benefiting from forage crops support. *Scientific Research and Essays*, 5(15): 2022-2026.
- Dogan, H.G. & B. Altuntas, 2017. Searching agricultural policy towards problems and solutions of fattening cattle farms in Kırşehir Province Conditions (Case of Körpınar and Taşlıtepe Villages). *KMU Journal of Social and Economic Research*, 19(32): 55-64.
- Erdal H., G. Erdal & B. Ayyildiz, 2021. Are support policies for sustainable livestock important? causality between animal existence and support policies: Vecm analysis for Turkey. *The Journal of Animal and Plant Sciences*, 31(1): 54-264.
- Galko, E. & P.A. Jayet, 2011. Economic and environmental effects of decoupled agricultural support in the EU. *Agricultural Economics*, 42(5): 531-630.
- Gupta, J.J., K.M. Singh, B.P. Bhatt & A. Dey, 2014. A Diagnostic study on livestock production system in Eastern Region of India. *Munich Personal RePEc Archive*, Paper No. 59517.
- Lehtonen, H. & J.S. Niemi, 2018. Effects of reducing EU agricultural support payments on production and farm income in Finland. *Agricultural and Food Science*, 27: 124-137.
- Mac, H. & H. Yılmaz, 2016. Analysis of factors related with farmers' benefiting from forage crops production support: evidence from a survey for the Central Anatolia region of Turkey. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia*, 33(2): 232-254.
- Mittal, S. & M. Mehar, 2016. Socio-economic factors affecting adoption of modern information and communication technology by farmers in India: Analysis Using Multivariate Probit Model. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 22(2): 199-212.
- Mut, H., M. Gezer, E. Gulumser, U. Basaran, M. Copur Dogrusoz & I. Ayan, 2016. Yozgat'ta yem bitkileri tarımının genel durumu. I. Uluslararası Bozok Sempozyumu (5-7 May 2020, Yozgat)
- Nakano, Y., Y. Tanaka & K. Otsuka, 2018. Impact of training on the intensification of rice farming: evidence from rainfed areas in Tanzania. *The journal of the International Association of Agricultural Economics*, 49(2): 193-202.
- Onojah D.A., J.J. Aduba & O.A. Oladunni, 2013. Relationship between farmers socio-economic characteristics and maize production in Nigeria: The chasm. *Global Journal of Current Research*, 1(4): 124-131.
- Ozkan, U. 2020. Comparative overview and evaluation of Turkey's forage crops agriculture. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*, 1: 29-43.
- Ozturk, O. 2020. Comparison of forage plants production according to the regions in Turkey. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 7(4): 1065-1071.

- Prokopy, L.S., K. Floress, D. Klotter-Weinkauf & A. Baumgart-Getz, 2008. Determinants of agricultural best management practice adoption: Evidence from the literature. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63(5): 300-311.
- Reddy, P.P. 2016. Integrated crop–livestock farming systems. *Sustainable Intensification of Crop Production*, 357-370.
- Reheul, D., M. Cougnon, M. Kayser, J. Pannecoucq, J. Swanckaert, B. De Cauwer, A. Van Den Pol & A. De Vlieghe, 2017. Sustainable intensification in the production of grass and forage crops in the low Countries of north-west Europe. *Grass and Forage Science*, 72(3): 369-381.
- Republic of Turkey Ministry of Agriculture and Forestry (TOB). 2020. Mera Yönetmeliği. (Web page: [https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Yonetmelikler/mera\\_yonetmeliği.pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/Belgeler/Mevzuat/Yonetmelikler/mera_yonetmeliği.pdf)) (Date accessed: September, 2020).
- Sami, U.A., A.A. Khan, A. Burkert & M. Wachendorf, 2014. Socio-economic aspects of fodder production in urban and peri-urban areas of Faisalabad. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(2): 483-490.
- Sayar, M.S., A.E. Anlarsal & M. Başbag, 2010. Current situation, problems and solutions for cultivation of forage crops in the Southeastern Anatolian Region. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 14(2): 59-67.
- Saygi, Y.D. & O.F. Alarslan, 2012. The effect of coarse feed subvention practices on dairy cattle breeding in Yozgat Region. *Journal of Turkish Veterinary Medical Society*, 83(2): 25-35.
- Stanek, P., P. Żółkiewski, W. Teter, W. Chabuz, Z. Litwińczuk & A. Bochniak, 2018. The role of main fodder area as a factor limiting the development of farms under conditions of sustainable agriculture. A case study from the Podkarpacie region (Southern Poland, Western Carpathians). *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(5): 477-492.
- Storstad, O. & H. Bjorkhavg, 2003. Foundations of production and consumption of organic food in Norway: Communal attitudes among farmers and consumers. *Agriculture and Human Values*. Kluwer Academic Publishers, 20: 151-163.
- Swathy, A.H. & U.C. Thomas, 2020. Mechanization in Fodder Crop Production—A Review. *Indian Society of Forage Research*, 46(1): 1-9
- Teklay, Y. & Z. Teklay, 2015. Assessment on farmers' willingness to adopt improved forage production in South Tigray, Ethiopia. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 6(15): 47-57.
- Todorovic, S., R. Papic, P. Ciaian & N. Bogdanov, 2020. Technical efficiency of arable farms in Serbia: Do subsidies matter? *New Medit*, 19(4): 81-97.
- Topcu, G. & S. Ozkan, 2017. General view to meadow-rangelands and forage crops cultivation of Aegean Region and Turkey. *COMU Journal of Agriculture Faculty*, 5: 21-28.
- Topcu, Y. 2008. Effective factors' analysis on willingness to utilize from farmers' agricultural support policies: The Case Study of Erzurum Province. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 21(2): 205-212.
- Torgut, E., S. Annayev, B. Türkekel & M.C.O. Kart, 2019. The impact of animal husbandry policies on dairy farms: The Case of Izmir Province. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture*, 14(1): 29-45.
- Turkish Statistical Institute (Turkstat). 2019. Livestock Statistics. (Web page: <http://www.tuik.gov.tr>) (Date accessed: September, 2019).
- Vanslebrouck, I., G.V. Huylenbroeck & W. Verbeke, 2002. Determinants of the willingness of Belgian farmers to participate in agri-environmental measures. *Journal of Agricultural Economics*, 53(3): 489-511.
- Yavuz, T., H. Kir & V. Gul, 2020. Evaluation of roughage production potential in Turkey: The Case of Kırşehir Province. *Turkish Journal of Agricultural Research* 7(3): 345-352.
- Yılmaz, A., E. Yenice, I. Yavas & A. Cenesiz, 2020. Current situation and future in animal nutrition. Turkey Agricultural Engineering IX. Technical Congress (13-17 January 2020, Ankara).
- Yılmaz, H. & H. Koknaroglu, 2007. Assessment of Livestock Policies in Turkey in the Harmonization Process to European Union Common Agricultural Policy (CAP). V. Animal Science Congress (5-8 September 2007, Van).
- Yılmaz, H. & H. Mac, 2013. Evaluation of the effects on production of forage crops production support policies in Turkey. *Proceedings of the 1st International Conference on New Directions in Business, Management, Finance and Economics (ICNDBM 2013)* (12-14 September 2013, Northern Cyprus).



## Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):17-31  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.938921>

Tahir SHAH<sup>1</sup> 

Sezen ÖZKAN<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Ege University, Faculty of Agriculture,  
Department of Animal Science, Bornova,  
Izmir/Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[sezen.ozkan@ege.edu.tr](mailto:sezen.ozkan@ege.edu.tr)

# Effects of thermal manipulation and photoperiodic lighting during incubation on hatching performance, hatching time, chick quality and organ growth\*

Kuluçka sırasında sıcaklığa alıştırmaya ve fotoperiyodik aydınlatmanın kuluçka performansı, kuluçka süresi, civciv kalitesi ve organ gelişimi üzerindeki etkisi

\* This article includes data from PhD study of the first author and the study was supported by the Scientific Research Projects Council of Ege University as project number FDK-2020-21987.

Received (Alınış): 21.05.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 29.06.2021

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to investigate the effects of thermal manipulation (TM) and photoperiodic lighting during the incubation on hatching performance, hatching time, chick quality and organ growth.

**Material and Methods:** The study was composed of two consecutive experiments. The 1<sup>st</sup> experiment was application of TM, 1°C higher eggshell temperature (EST, 38.8°C) for 6 h/day from 11 to 16 embryonic day, or optimal EST of 37.8°C (Control) during the incubation. In second experiment, eggs were exposed to a photoperiodic lighting of 16h light and 8h darkness (16L: 8D) along with optimal EST (Light-Control) or TM (Light-Heated).

**Results:** Thermal manipulation accelerated hatching time, reduced chick quality score, decreased relative bursa and tibia weights while heart and sternum weights increased with no effect on hatching performance. However, 16L: 8D photoperiodic lighting schedule along with TM significantly improved chick length at hatch indicating improved chick quality while other traits were not affected except for higher relative liver weight.

**Conclusion:** It can be concluded that TM alone had negative effects on chick quality. However, photoperiodic lighting along with TM can be a positive approach towards better chick quality and post hatch performance as indicated by increased chick length and liver weight.

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, kuluçka sırasında sıcaklığa alıştırmaya ve fotoperiyodik aydınlatmanın kuluçka performansı, kuluçka süresi, civciv kalitesi ve organ büyümesi üzerindeki etkisini araştırmaktır.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışma birbirini takip eden iki denemeden oluşmuştur. Birinci denemede, kuluçka optimal kabuk sıcaklığı (37.8°C, Kontrol) veya kuluçkanın 11-16. günleri arasında günde 6 saat optimumdan 1°C daha yüksek kabuğu sıcaklığı (38.8°C) kullanılarak sıcaklığa alıştırmaya yapılmıştır. İkinci denemede, yumurtalara 16 saat aydınlık 8 saat karanlık (16A: 8K) aydınlatma altında optimum sıcaklık veya aydınlatma ile birlikte sıcaklığa alıştırmaya (38.8°C) uygulanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Sıcaklığa alıştırmaya kuluçka performansı etkilememiş ancak kuluçkadan çıkışı hızlandırmış, civciv kalitesi, bursa ve tibia ağırlıklarını geriletirken kalp ve sternum ağırlıklarını artırmıştır. İkinci denemede sıcaklığa alıştırmaya ile birlikte 16A: 8K aydınlatma uygulanması civciv uzunluğu ve karaciğer ağırlığını artırmıştır.

**Sonuç:** Kuluçkanın 11-16. günleri arasında sıcaklığa alıştırmaya (38.8°C) civciv kalitesini olumsuz etkilemiştir. Ancak, çıkışta artan civciv uzunluğu ve karaciğer oranı değerleri dikkate alındığında sıcaklığa alıştırmaya ile birlikte 16A: 8K aydınlatma civciv kalitesi ve kuluçka sonrası performansın iyileştirilmesinde olumlu bir yaklaşım olabilir.

**Keywords:** Chick quality, hatching performance, incubation lighting, thermal manipulation and egg shell temperature

**Anahtar sözcükler:** Civciv kalitesi, kuluçka performansı, kuluçkada aydınlatma, sıcaklığa alıştırmaya ve yumurta kabuk sıcaklığı

## INTRODUCTION

Fast growing broiler chickens are susceptible to high ambient temperatures because the capacity of broilers to lose heat through thermoregulatory pathways have not increased in the same proportions as muscle mass through the long years of selection process (Yahav et al., 2004). Intensive selection for higher growth and muscle accumulation in broiler chickens resulted in increased heat production due to high metabolic rate (Gabriel et al., 1996) and broiler producers faced significant economic losses due to heat stress as a result of poor thermo-tolerance of fast growing broilers (Renaudeau et al., 2012; Lara & Rostagno, 2013).

Different environmental and dietary strategies were suggested to overcome detrimental effects of heat stress on broilers (Yahav, 2009). However, a large accumulation of information during the last decade has put two main approaches forward to solve this problem (Lara & Rostagno, 2013). The first one is genetic selection of broilers for increased heat tolerance (Deeb and Cahaner, 2001, 2002) that requires long-term approaches and increase the production cost. Another effective way to cope with heat stress in poultry is epigenetic “temperature adaptation” mechanisms (Decuyper & Bruggeman, 2007; Yahav, 2009). Because, cyclic high temperatures (38.5-39.5°C) during incubation may cause changes in gene expressions in favour of a better adaptation to heat stress (Costa et al., 2020). A large number of studies reported that increasing the incubation temperature at critical stages (between ED8 and 18) of the embryonic period (thermal manipulation, TM), improved growth and adaptation of broiler chickens to heat stress at post-hatch (Yalcin et al., 2008; Piestun et al., 2009; Al-Rukibat et al., 2017). A critical period for improved thermotolerance between ED8 and ED18 during the embryogenesis was suggested (Uni & Yahav, 2010). Because functional maturation of the hypothalamus in chicken embryo, which controls thermoregulation and metabolic rate, takes place between 11-16 days of embryogenesis and both hypothalamus-pituitary-thyroid and hypothalamus-pituitary-adrenal axis are functional between ED16 and ED18.

The positive effects of thermal manipulation during incubation rely on several changes at cellular and molecular levels affecting physiological and metabolic systems of embryo (Loyau et al., 2014; Vinoth et al., 2015). High temperature manipulations during late embryogenesis (ED16-ED18) increased muscle accumulation by increased satellite cell proliferation (Halevy et al., 2006). Recently, 39°C between E12 and E18 ranging between 9 to 18 h daily improved muscle growth and development upregulated expression of several muscle markers and growth factor genes and these changes were followed by increased body weight at slaughter age (Al-Zghoul et al., 2015).

In a recent study, Nariç et al. (2016) reported that high thermal environment (39.6°C) between ED10 and ED18 did not affect embryo morphology, chick weight and developmental stability of bilateral traits. However, hatchability and chick quality significantly reduced as compared to the control (37.8°C) temperature treatment. Although the authors did not measure EST in their study, they concluded that high temperature manipulation during embryogenesis should be short term to avoid adverse effects on hatching performance of broilers.

Another important environmental factor along with temperature in poultry management is light. Light affects many physiological functions that show circadian rhythms in living organisms. Light stimulation during incubation affects embryo development, hatchability, and incubation time (Huth & Archer, 2015; Archer, 2017; Tong et al., 2018). As poultry embryos have photosensitive pineal glands and are significantly affected by light (Zeman et al., 1992). Therefore, the circadian biological rhythms associated with the hormone melatonin, which is secreted from pineal, can be developed by photoperiodic lighting schedules during the embryonic period. A photoperiodic lighting (16h light and 8 h darkness, 16L: 8D) during incubation increased ability of the chicks to cope with the stress at post-incubation environment (Ozkan et al., 2012). Other studies also reported reduced fear and stress in broilers with an incubation lighting program containing at least 12h light (Archer & Mench, 2017), improvements in hatchability, chick quality

(Archer, 2017), increased embryo and post-hatch muscle growth was observed with light stimulation during incubation (Halevy et al., 2006). Recently, it has also been reported that cyclic lighting during incubation, besides the increase in embryo weight, positively affected bone development and it can be used to reduce leg problems in broiler chickens (Van Der Pol et al., 2019).

Recent studies revealed that monitoring embryo temperature through EST rather than set incubator temperature is more efficient and effective to control temperature requirements of the embryo (Lourens et al., 2005; Meijerhof, 2009). Therefore, this study was designed to study the effect of EST which is only 1°C higher (38.8°C) from optimum EST (37.8°C) for a short time (6h per day) between ED11 and ED16 to avoid negative effects of long term high EST on hatchability, chick quality and organ growth. We further hypothesized that photoperiodic lighting (16 h light and 8 h darkness, 16L: 8D) throughout the incubation in combination with cyclic higher EST may have positive effects on above mentioned parameters. The aim of the study is to investigate the effect of cyclic higher EST and a 16L: 8D lighting during the incubation on hatching performance, hatching time, chick quality and organ growth at hatch. The study was composed of two consecutive experiments.

## **MATERIAL and METHODS**

Animal care and use in this experiment was approved by the Local Ethical Committee for Animal Experiments of Ege University (No: 2020-068). This experiment was carried out between September-November 2020 at Animal Research Unit, Department of Animal Science, Ege University, Izmir.

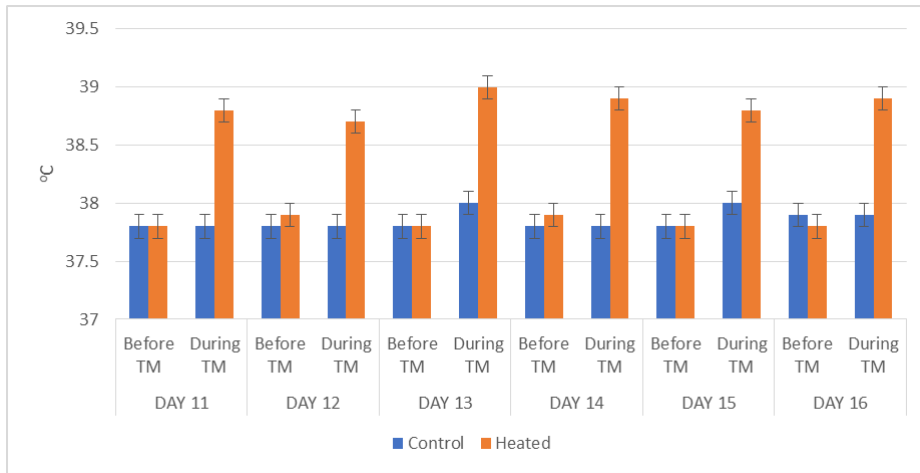
This study was composed of two consecutive experiments using a total of 840 hatching eggs obtained from the same ROSS 308 commercial broiler breeder flock. The age of breeder flock was 36 and 43 weeks old in experiment 1 and experiment 2, respectively.

### **Incubation environment and egg shell temperature**

#### **Experiment 1. Thermal manipulation**

A total of 420 eggs were incubated in this trial using 4 incubators of the same brand (VHS, Turkey). The treatment and control groups were replicated in two incubators. Each replicate incubator contained 105 eggs in three egg trays (35 eggs / tray). A standard incubation condition was maintained in both the incubators with EST of 37.8°C in control group (Control). In the treatment group (Heated), EST was increased to 38.8°C for 6 hours between 10: 00 and 16: 00 h every day from day 11 to 16 (ED 11-16). Thus, heated embryos were exposed to 1°C higher EST than the control group for 6 h/day during the thermal manipulation period. Humidity was set to 60% in all incubators. The temperature and humidity inside the incubators were monitored regularly using data loggers (EBI-2, EBRO Electronic GmbH & Co. KG, Ingolstadt, Germany). EST was measured once in the morning on the 6 marked eggs in each incubator (6x2 = 12/treatment) to make adjustments in incubator settings using an infrared thermometer (Testo 845, Lenzirch Germany). In Heated group, EST was measured twice after incubator temperature was raised. EST reached to 38.8°C within 20-25 minutes after incubator temperature was raised up and the same duration was necessary for returning to normal EST of 37.8°C after temperature setting was adjusted.

In both of the Control and Heated treatments, EST was ranged between 37.7 to 37.8 ± 0.1°C and 37.8 to 37.9 ± 0.1°C during the first 10 days and on ED17-18, respectively. There was no difference between Control and Heated treatments in these ED. Means for EST's of Control and Heated groups, before and during thermal manipulation, between ED11-16 are presented in Figure 1.



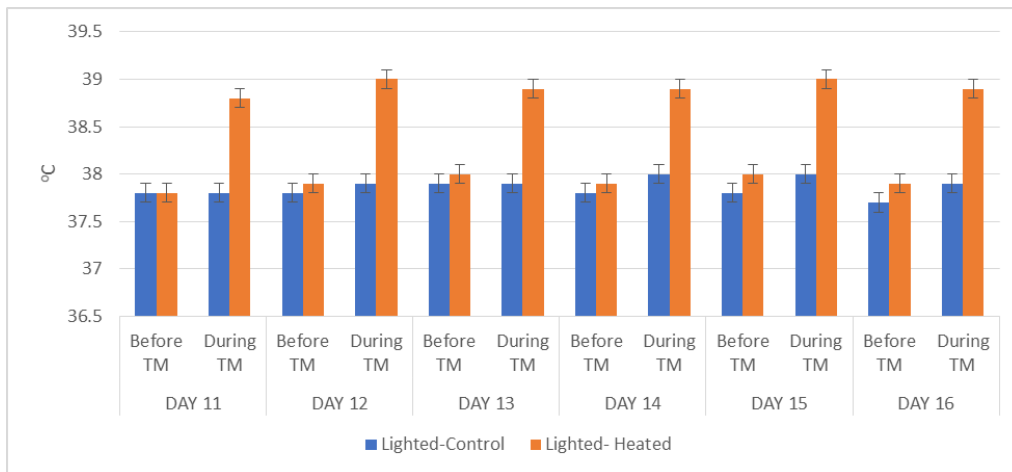
**Figure 1.** Mean EST before and during thermal manipulation in Control and Heated treatments between ED 11-16.

**Şekil 1.** Embryo dönemi 11-16 günler arasında Kontrol ve Sıcığa alıştırmaya gruplarında ısıtma öncesi ve ısıtma sırasında ortalama yumurta kabuk sıcaklıkları.

## Experiment 2. Photoperiodic lighting and TM

In this trial, all of the four incubators were equipped with cool white LED strips (Samsung 2835, Korea) and 16L: 8D lighting program was applied daily during the whole incubation period (ED0-21). Light was provided between 08: 00 and 24: 00 hours which was controlled by an automatic time clock. The average light intensity was 150 lux at the eggs level. Standard incubation conditions were provided in two incubators i.e. 37.8°C, with an exception of light provision [Light-Control (LC)]. In the other two incubators, embryos were exposed to increased EST of 38.8°C for 6 hours every day between ED11-16 [Light-Heated (LH)], following similar experimental procedure as in the first experiment. A total of 420 eggs of the same breed were used in this trial too.

In experiment 2, mean EST of both groups ranged between 37.8 to 37.9 ±0.1°C during the first 10 days and during the ED17-18 with no significant difference between treatments. Figure 2 presents mean EST of treatment groups which are significantly different (P<0.05) from each other during the thermal manipulation period (ED11-16).



**Figure 2.** Mean EST before and during thermal manipulation in Lighted-Control and Lighted-Heated treatments between ED 11-16.

**Şekil 2.** Embryo dönemi 11-16 günler arasında Aydınlatma-Kontrol sıcaklık ve Aydınlatma-Sıcığa alıştırmaya gruplarında ısıtma öncesi ve ısıtma sırasında ortalama yumurta kabuk sıcaklıkları.



## Measurements and sample collection in both experiments

Eggs were weighed individually and numbered upon incubation in both trials. Before incubation, 12 random eggs were selected to measure the egg quality traits for each experiment. The only quality parameters differed between two experiments were absolute egg yolk weight and diameter being significantly higher in experiment 2 as compared with the experiment 1. This was in line with the expectation of an increased yolk weight with the increase in age of breeders (Vieira et al., 2005).

Egg weight loss was measured by weighing 6 eggs from each tray in all incubators with a total of 36 eggs per treatment on 18th day of incubation. Eggs were transferred to hatching baskets at the end of ED18. From 464 hours of the incubation period, the number of chicks hatched were recorded at 8-hour intervals. After the hatching was completed all unhatched eggs were broken to determine the early (1-6 days), intermediate (7-14 days), late (15-21 days) mortality (Hamburger & Hamilton, 1992). Embryos that cracked shells but were not able to complete hatching were described as pipping. Hatchability and embryo mortalities were presented as a percentage of fertile eggs set.

At 472 hours of incubation, a total of 16 chicks were randomly selected from each treatment. After the body weight was recorded chicks were killed by neck cut in order to measure organ weights, such as residual egg yolk, liver, heart, breast muscle, spleen and bursa fabricus weights. Relative weights of organs to live body weight were calculated (organ weight/body weight \*100). After hatching was completed at 496 h, chicks were removed from the incubators and were weighed (90 chicks/treatment). Thirty chicks per treatment were randomly chosen for chick length measurement and body scoring (with a maximum score of 100) in order to evaluate the chick quality according to the scoring method of Tona et al. (2005).

## Statistical Analysis

Data from each experiment, separately, were subjected to ANOVA with fixed treatment effect (Heated and Control in the first experiment; LC and LH in the second experiment) and incubator (replicate) as random effect. The student t-test was used to compare the means for the significant effects. Differences were considered significant at  $P < 0.05$ . JMP statistics package (SAS, 2002) was used in the statistical analysis of the data.

## RESULTS

### Experiment 1

Table 1 presents Heated and Control group means for egg weight at the beginning of experiment, moisture loss on ED18, hatchability and embryo mortalities. Egg weights at the beginning of incubation were not different between the treatments. Higher EST did not significantly affect any of the traits measured regarding to hatching performance.

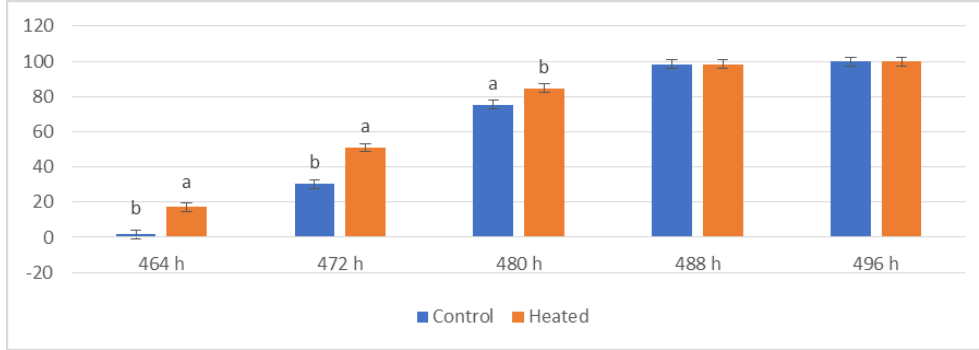
Table 1. Means of treatments for egg weight (g), moisture loss (%) at ED18, hatchability and mortality rates (%)

*Çizelge 1. Yumurta ağırlığı (g), ED18'de nem kaybı, Kuluçka randımanı ve ölüm oranları (%) için grupların ortalamaları*

	Egg weight (ED0)	Moisture loss	Hatchability	Early mortality	Mid age mortality	Late mortality	Piping	Total mortality
Control	59.95	8.30	89.73	2.92	2.21	2.94	2.21	10.27
Treatment Heated	59.51	8.82	94.32	1.56	0.56	1.49	2.07	5.68
SEM	0.18	0.21	2.45	0.94	0.75	1.14	1.61	2.50
P-value								
Treatment	0.0834	0.0872	0.1046	0.3295	0.0897	0.3925	0.8938	0.1046

SEM= Standard error of means.

Figure 3 depicts the effect of TM during incubation on hatching time. Hatching rate was significantly higher in heated group at earlier periods of incubation (from 464 to 480 h) ( $P \leq 0.05$ ). In heated group, 17.30% of chicks were hatched at 464 h, it was only 1.67% in the control group. Hatchability did not differ between the treatments at 488 h and was about to be completed in both of the groups.



**Figure 3.** Cumulative hatching rates (%) of Control and Heated groups observed at 8 hours intervals. a,b: means bearing different letters indicate significant difference between treatments at each time point ( $P < 0.05$ ).

**Şekil 3.** Kontrol ve Sıcağa alıştırma gruplarının 8 saatlik ara ile gözlenen kümülatif çıkış oranları (%). a, b: farklı harfler taşıyan ortalamalar gruplar arasında önemli bir fark olduğunu gösterir ( $P < 0.05$ ).

The effect of thermal manipulation during incubation on chick quality was tabulated in Table 2. Weight and chick length from either of the treatments did not differ significantly but chick quality score was found to be significantly lower in the Heated chicks ( $P \leq 0.05$ ).

**Table 2.** Effect of heated incubation on chick quality (length (cm), weight (g) and body score (the highest score = 100)

**Çizelge 2.** Kuluçkada sıcağa alıştırmanın civciv kalitesine etkisi. Civciv uzunluğu (cm), ağırlık (g) ve vücut skoru (en yüksek skor = 100) üzerindeki etkisi

Treatment	Chick weight	Chick length	Chick quality score
Control	44.55	18.39	93.60 <sup>a</sup>
Heated	43.42	18.21	82.53 <sup>b</sup>
SEM	0.46	0.10	1.23
P-value			
Treatment	0.0931	0.2227	0.0001

SEM= Standard error of means. a,b: means bearing different letters indicate significant difference between treatments ( $P < 0.05$ ).

The effect of thermal manipulation during incubation on organ weight at hatch are given in Table 3. Relative Bursa of fabricus and tibia weights of chicks from Heated group were lower than that of the Control group ( $P < 0.05$ ). However, significantly higher relative weights of heart and sternum were observed in Heated group as compared with the Control ( $P < 0.05$ ). Spleen, residual yolk, liver and breast muscles did not differ with treatments.

**Table 3.** Effect of heated incubation on relative weights (%) of organs at hatch

**Çizelge 3.** Kuluçkada sıcağa alıştırmanın çıkıştaki oransal organ ağırlıkları (%) üzerindeki etkisi

	Bursa	Spleen	Yolk	Heart	Liver	Breast muscle	Tibia	Sternum
Control	0.100 <sup>a</sup>	0.03	14.62	0.62 <sup>b</sup>	2.00	1.66	0.83 <sup>a</sup>	0.48 <sup>b</sup>
Heated	0.081 <sup>b</sup>	0.03	14.55	0.68 <sup>a</sup>	2.06	1.58	0.71 <sup>b</sup>	0.63 <sup>a</sup>
SEM	0.006	0.003	0.44	0.02	0.06	0.04	0.02	0.02
P-value								
Treatment	0.0341	0.5057	0.9167	0.0156	0.5248	0.1758	0.0004	<.0001

SEM= Standard error of means. a,b: means bearing different letters indicate significant difference between treatments ( $P < 0.05$ ).

## Experiment 2

The means of egg weight at the beginning of experiment 2, moisture loss on ED18, hatchability and embryo mortalities from LC and LH groups are given in Table 4. Egg weights of experimental groups were not different at the beginning of the experiment. However the amount of moisture loss in the eggs from LH group was significantly higher (9.82%) than LC (8.27%) ( $P < 0.05$ ). No significant difference between treatments were observed for hatchability and mortality.

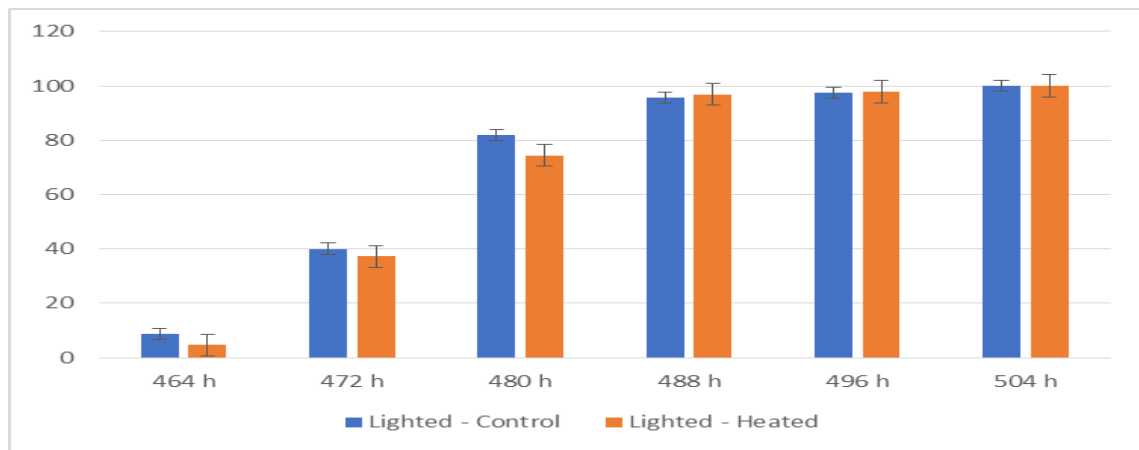
**Table 4.** Means of treatments for egg weight (g), moisture loss, hatchability and mortality rates (%)

**Çizelge 4.** Yumurta ağırlığı (g), ED18'de nem kaybı, Kuluçka randımanı ve ölüm oranları (%) için grupların ortalamaları

		Egg weight (ED0)	Moisture loss	Hatchability	Early mortality	Mid age mortality	Late mortality	Piping	Total mortality
Treatment	Lighted-Control	61.91	8.27 <sup>b</sup>	90.52	1.52	4.01	3.18	0.78	9.48
	Lighted-Heated	62.47	9.82 <sup>a</sup>	89.76	2.45	3.39	3.43	0.97	10.24
	SEM	0.22	0.35	2.73	1.11	2.32	1.68	0.71	2.82
P-value									
Treatment		0.0728	<.0001	0.8295	0.4812	0.8063	0.8324	0.8559	0.8295

SEM= Standard error of means. a,b: means bearing different letters indicate significant difference between treatments ( $P < 0.05$ ).

Figure 4 represents the mean hatching rates of LC and LH groups by time. No significant difference was observed in either of the treatment groups at any time points.



**Figure 4.** Cumulative hatching rates (%) of Lighted-Control and Lighted-Heated groups observed at 8 hours intervals.

**Şekil 4.** Aydınlatma-Kontrol ve Aydınlatma-Sıcağa alıştırma gruplarının 8 saatlik ara ile gözlenen kümülatif çıkış oranları (%).

The effect of LC and LH incubation on chick quality are given in Table 5. Weight of chicks at hatch from either of the treatments did not differ significantly but chick length did ( $P < 0.05$ ). Chicks from LH group were significantly longer than those in LC group ( $P < 0.05$ ). However, chick quality score did not differ with the treatments.

**Table 5.** Effect of Lighted-Control and Lighted-Heated incubation on chick quality (length (cm), weight (g) and body score (the highest score = 100)**Çizelge 5.** Kuluçkada Aydınlatma-Kontrol ve Aydınlatma-Sıcağa alıştırmının civciv kalitesi üzerindeki etkisi . Civciv uzunluğu (cm), ağırlık (g) ve vücut skoru (en yüksek skor = 100)

Treatment	Chick weight	Chick length	Chick quality score
Lighted-Control	46.18	18.08 <sup>b</sup>	96.26
Lighted-Heated	46.45	18.35 <sup>a</sup>	97.73
SEM	0.75	0.08	0.60
	P-value		
	0.8035	0.0205	0.0902

SEM= Standard error of means. a,b: means bearing different letters indicate significant difference between treatments ( P&lt;0.05).

The effect of LC and LH incubation on organ weights at hatch are presented in Table 6. Relative weights of organs did not differ with the treatments with the only exception of liver weight. LH treatment significantly increased relative weight of liver in day old chicks as compared to the LC (P<0.05).

**Table 6.** Effect of Lighted-Control and Lighted-Heated incubation on relative weights (%) of organs of chicks at hatch**Çizelge 6.** Kuluçkada Aydınlatma-Kontrol ve Aydınlatma-Sıcağa alıştırmının çıkıştaki oransal organ ağırlıkları (%) üzerindeki etkisi

		Bursa	Spleen	Yolk	Heart	Liver	Breast muscle	Tibia	Sternum
Treatment	Lighted-Control	0.11	0.04	15.07	0.64	1.83 <sup>b</sup>	1.67	0.67	0.63
	Lighted-Heated	0.09	0.04	14.6	0.64	2.10 <sup>a</sup>	1.70	0.67	0.68
	SEM	0.01	0.003	0.54	0.02	0.06	0.05	0.02	0.03
	P-value								
Treatment		0.1418	0.5668	0.5379	0.7916	0.0042	0.6193	0.9601	0.2005

SEM= Standard error of means. a,b: means bearing different letters indicate significant difference between treatments (P&lt;0.05).

## DISCUSSION

### Experiment 1

Incubation conditions are important to obtain desired hatchability and chick quality by adjusting them according to the embryonic requirements (Meijerhof, 2009). TM during incubation is one of the most important factor that affects hatching performance, embryonal stress, and chick quality along with impact on growth and development of the embryo (French, 1994; Christensen et al., 1999). It is important to develop a suitable TM program which would improve thermotolerance and posthatch muscle accumulation without any detrimental effect on hatching performance and hatching time. Thermal manipulation at embryonic age of broiler chickens was identified as a unique management tool that enables broiler chickens to cope with high environmental temperatures (Uni and Yahav, 2010). The present study focused to investigate the effect of a mild cyclic high temperature (EST of 38.8°C, 1°C higher than optimum EST of 37.8°C) and photoperiodic lighting during the incubation on hatching performance, hatching time, chick quality and organ growth.

Moister loss from the eggs during incubation is vital for proper embryo development and successful hatching as explained by Boleli et al. (2016) in their review, which also influence the hatching time and hatching quality by the end of hatch. Moister loss was not significantly affected by thermal manipulation in Experiment 1 which was in agreement with the observations of Aminoroaya et al. (2016) who reported no influence of TM on egg weight loss while exposing eggs to a higher temp of 39°C for 3 h/d at either ED 12-

14 or 15-17. While Piestun et al. (2011) (eggs exposed to 39.5°C for 12 h/d, during E7-E16) and Amjadian and Shahir, (2020) (39.5°C for 3 h/d during ED11 to ED16) showed that the application of heat during incubation significantly reduced egg weight due to the high incubation temperature. Therefore, it could be concluded that TM applied in this study were not high enough to yield a significantly increased moisture loss from the eggs.

Thermal manipulation did not affect the hatchability in the current study with a numerical improvement which is in line with some early studies (Yalcin & Siegel, 2003; Yalcin et al., 2008; Piestun et al., 2008a, b; Amjadian & Shahir, 2020; Saleh et al., 2020). However, some other studies observed significant improvement in hatchability of TM groups (Yahav et al., 2004; Collin et al., 2007; Halle & Tzschentke, 2011; Al-Zghoul et al., 2015). Other studies have reported that exposing eggs to TM during incubation decreased hatchability (Al-Zghoul et al., 2015; Nariç et al., 2016; Al-Zghoul & El-Bahr, 2019) which is in contrast to these results. This could be attributed to the fact that the increased EST used in those studies which was around 40-40.5°C (Piestun et al., 2013; Al-Zghoul & El-Bahr, 2019) during the TM. However, in this study EST in the TM group was 38.8°C. Indeed, differences between the experiments can be clarified by the different duration, and timing of temperature used during TM (Costa et al., 2020; Saleh et al., 2020). So, we can conclude that a thermal manipulation scheduled between ED11-16 with an EST of 1°C higher than optimum (37.8°C) did not result in any detrimental effect on hatchability, even though hatchability was numerically improved in this study.

Results indicated that TM accelerated the hatching process. The acceleration of the hatching induced by high incubation temperature was previously reported in broilers when TM was carried out for 12 h between E7-E16 (Piestun et al., 2008a). Also, there was no significant difference between treatments in chick weight and length but total chick quality score was significantly reduced in Heated group as compared to that of Control group ( $P < 0.05$ ). Another study also observed that the application of TM during incubation decreased chick quality (Sgavioli et al., 2016). The decrease in chick quality might be due to decrease in incubation duration, which results in a shorter time for embryos to use nutrients of the yolk and develop (Molenaar et al., 2010) or due to excessive moisture loss during embryogenesis resulting in shrinkage and weakening of embryos (Sözcü & İpek, 2013). In our study, Heated incubation treatment accelerated hatching time. Although not significantly differed between treatments, a numerical increase in moisture loss and slight reduction in BW in Heated group was observed. However, reduced chick quality in Heated incubation treatment might be more related to accelerated hatching time in Heated group. Heated group hatched earlier and stayed longer in the incubator till pull out of chicks when hatching was completed at 496 h. Chick quality significantly differs among day old chicks due to spread of hatch was stated in a study (Tona et al., 2003). The importance of spread of hatching, i.e. early or late hatching time was further reported (Careghi et al., 2005). They observed that increased holding time due to spread of hatch resulted in reduced chick weight and reduced growth in early hatched chicks. Furthermore, early hatched chicks could have benefited more if they had early access to feed and water. Zaboli et al. (2017) reported that a delay in the hatching process with a decreased body weight of chicks obtained from TM of 39.5°C for 12 h/d from ED 7 to 16 which is in contrary to findings of our experiment. We did not find any significant adverse effects on body weight at hatch by TM but an acceleration in hatching time indicating that 1°C increase in EST for 6 h/d may be a threshold on hatching performance. However, a decrease in relative weight of bursa in Heated group might be indicative of suppression in immune function. Because, the animal's immune function is influenced by the changes in immune organ measurements. In poultry, bursa of fabricius and spleen are important humoral and peripheral immune organs which plays a vital role in cellular and humoral immunity. However, relative weight of spleen did not differ with the treatments in this study. Our results of reduced bursa weight resembled to those of Liu et al. (2013) who also found that immune organ development was reduced by application of high incubation temperature. In line with our findings another study reported that atrophy and lesions in bursa of day old chicks have been observed in response to "hot and slight hot" thermal stimulation of broiler

embryos between ED14-18 with a TM duration of 3 and 2 h per day (Flores et al., 2016). In the study of Flores et al. (2016) mean EST was measured as 38.8°C for TM groups as similar to our experimental setting. One of the reason might be that Increased temperature might have activated the body's endocrine system of hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) development resulting in reduced immune function which repressed bursa growth (Gong & Zhong, 2009).

We observed that there was significant increase in relative heart and sternum weights to body weight but a decrease in tibia weight of chicks from Heated incubation. Heart size can be evaluated to determine the heart rate and oxygen metabolism during embryogenesis. A study recorded increase in heart rate and oxygen consumption (Piestun et al., 2009) indicating hyperplasia of the heart which is accordance to our findings. Our results were contrary to (Yalcin et al., 2008; Molenaar et al., 2011; Ipek et al., 2015) who observed significantly lower relative heart weight at hatch and an increased susceptibility to ascites at slaughter age when a high EST of 38.5-40.0°C were applied between ED10-18 of the incubation or 38.9°C from day 7 till hatch. Increased heart weight has often shown to be related with higher metabolism which needs more oxygen. Hence increased heart in this experiment indicates that our TM application (EST of 38.8°C) did not result in any negative effect on heart size and ascites susceptibility as it was reported in earlier TM studies.

Thermal manipulation during Incubation has effect on bone development during embryogenesis and post-hatch (Oviedo-Rondón et al., 2008, 2009; Van Der Pol et al., 2014). In the present study a reduced weight of tibia was observed in chicks exposed to EST of 38.8°C during incubation which is line with (Yalçın et al., 2007) who found lower tibia weights at hatch for eggs exposed to high (39.6°C) incubation temperatures between ED10 and ED18. Also, an increased EST (38.6°C) during incubation resulted in reduced tibia, femur, and metatarsus lengths at hatch in comparison to reduced (36.9°C) and control (37.8°C) EST's (Van Der Pol et al., 2014) . In another study, 1.0°C higher incubation temperature (38.8°C vs. 37.8°C) from E10 onward negatively affected tibia characteristics, including growth plate development, at different sampling days before and at hatch (Oznurlu et al., 2016). There is no evidence of improved sternum weight on TM during incubation in earlier studies but with the increase in temperature during incubation increased satellite cell proliferation (Halevy et al., 2006) can be the reason for improved in sternum weight. Increased sternum weight may indicate stronger sternum which is positive for poultry welfare. However, this finding needs further investigation.

## **Experiment 2**

In the present study, overall chick score was not significantly different but chick length significantly improved in LH group in which eggs were exposed to a cyclic lighting regime along with TM. Improvement in chick length can be considered as improvement in chick quality and these results are in line with other studies which exposed the eggs to light during incubation (Archer and Mench, 2014; Huth and Archer, 2015; Archer, 2016; Archer et al., 2017). Therefore, our observations for increased chick length in the LH treatment, might be due to a positive effect of light in combination with the mild thermal manipulation on the embryos. When eggs were exposed to a photoperiodic lighting, melatonin secretions are stimulated and starts to establish a circadian rhythm in pineal from ED16 (Zeman et al., 1992). Chiandetti et al. (2013) further suggested that photo-sensitive areas in different brain regions other than retina and pineal are being developed as early as three days of embryo development indicating possible epigenetic changes that may occur in the embryos affecting posthatch physiology and behavior of chicks due to lighted incubation (Ozkan et al., 2012; Chiandetti et al., 2013). We may conclude that improved chick quality in LH treatment might be resulted from accelerated bone growth caused by light (Van Der Pol et al., 2019) in combination with heat (Uni and Yahav, 2010) exposure resulting in improved chick length. Results indicate that there is no significant difference between the LC and LH groups in terms of hatching time and hatching performance.

Larger relative weight of liver in day old chicks from LH treatment was in line with the earlier reports. Zhang et al. (2014) found that liver weights were increased when broiler eggs were exposed to green LED light during incubation as compared to dark-incubated chickens. Higher liver weights were also observed in eggs exposed to high temperature (Leksrisompong et al., 2007). As known low liver glycogen content is associated with depressed embryo survival (Christensen et al., 1999) while higher liver weight indicating more liver glycogen accumulation which is an indicator for improved growth at posthatch (Willemsen et al., 2011).

## CONCLUSION

Our first hypothesis was that a mild and shorter duration of TM used in this study [providing an EST which is only 1°C higher (38.8°C) from optimum EST (37.8°C), 6 h per day between ED11 and ED16] could avoid negative effects of TM on hatching performance and chick quality. Results from the study did not completely support our first hypothesis. Although, Heated treatment did not impair hatching traits, but it reduced chick quality score at hatch as compared with the Control incubation. Furthermore, atrophy in bursa observed in this group may be associated with reduced immune function. Also, decrease in tibia weight indicates impaired leg development. Despite negative findings with application of TM alone, hyperplasia of heart and increased sternum bone weight give positive indication for application of cyclic higher TM during incubation.

Our second hypothesis was that a photoperiodic lighting throughout the incubation in combination with TM may have positive effects on embryo growth, hatching performance, hatching time and chick quality. The only supporting data for our second hypothesis were an improved chick length and increased liver weight at hatch in LH group as a means of embryo growth and chick quality are in line with the findings of Archer (2017) who reported that lighted incubation could be used as a tool for improving chick quality without negative effects on hatchability. Furthermore, there was no difference in immune organ weights between LC and LH groups which may be indicative to a positive effect of lighted incubation when combined with TM on immune organ development.

As a conclusion, it could be stated that TM alone had negative effects on chick quality. However, a 16L: 8D photoperiodic lighting schedule during the incubation seems to be partly over helmed negative effect of TM on chick quality by improving chick length as a means of chick quality at hatch. Also, increase in liver weight indicates higher liver glycogen production which is an indicator for improved growth posthatch. Considering these findings further research would be useful to describe the effects of the treatments on post hatching growth performance and response of birds to heat challenges during later periods of broiler production.

## REFERENCES

- Al-Rukibat, R. K., M. B. Al-Zghoul, W. M. Hananeh, M. Q. Al-Natour, & E. A. Abu-Basha, 2017. Thermal manipulation during late embryogenesis: Effect on body weight and temperature, thyroid hormones, and differential white blood cell counts in broiler chickens. *Poult. Sci.* 96: 234-240. <https://doi.org/10.3382/ps/pew298>
- Al-Zghoul, M. B., & S. M. El-Bahr, 2019. Thermal manipulation of the broilers embryos: Expression of muscle markers genes and weights of body and internal organs during embryonic and post-hatch days. *BMC Vet. Res.* 15: 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12917-019-1917-6>
- Al-Zghoul, M. B., Z. B. Ismail, A. E. S. Dalab, A. Al-Ramadan, T. A. Althnaian, S. Y. Al-ramadan, A. M. Ali, I. F. Albokhadaim, K. A. Al Busadah, A. Eljarah, K. I. Jawasreh, & K. M. Hannon, 2015. Hsp90, Hsp60 and HSF-1 genes expression in muscle, heart and brain of thermally manipulated broiler chicken. *Res. Vet. Sci.* 99: 105-111. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.12.014>

- Aminoroaya, K., A. A. Sadeghi, Z. Ansari-pirsaraei, & N. Kashan, 2016. Effect of cyclical cold stress during embryonic development on aspects of physiological responses and HSP70 gene expression of chicks. *J. Therm. Biol.* 61: 50-54. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.08.008>
- Amjadian, T., & M. H. Shahir, 2020. Effects of repeated thermal manipulation of broiler embryos on hatchability, chick quality, and post-hatch performance. *Int. J. Biometeorol.* 64: 2177-2183. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02012-w>
- Archer, G., 2016. Spectrum of White Light During Incubation: Warm vs Cool White LED Lighting. *Int. J. Poult. Sci.* 15: 343-348. <https://doi.org/10.3923/ijps.2016.343.348>
- Archer, G. S., 2017. Exposing broiler eggs to green, red and white light during incubation. *Animal* 11: 1203-1209. <https://doi.org/10.1017/S1751731117000143>
- Archer, G. S., D. Jeffrey, & Z. Tucker, 2017. Effect of the combination of white and red LED lighting during incubation on layer, broiler, and Pekin duck hatchability. *Poult. Sci.* 96: 2670-2675. <https://doi.org/10.3382/ps/pex040>
- Archer, G. S., & J. A. Mench, 2014. Natural incubation patterns and the effects of exposing eggs to light at various times during incubation on post-hatch fear and stress responses in broiler (meat) chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 152: 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.12.010>
- Archer, G. S., & J. A. Mench, 2017. Exposing avian embryos to light affects post-hatch anti-predator fear responses. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 186: 80-84. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.10.014>
- Boleli, I., V. Morita, J. Matos Jr, M. Thimotheo, & V. Almeida, 2016. Poultry Egg Incubation: Integrating and Optimizing Production Efficiency. *Rev. Bras. Ciência Avícola* 18: 1-16. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0292>
- Careghi, C., K. Tona, O. Onagbesan, J. Buyse, E. Decuypere, & V. Bruggeman, 2005. The effects of the spread of hatch and interaction with delayed feed access after hatch on broiler performance until seven days of age. *Poult. Sci.* 84: 1314-1320. <https://doi.org/10.1093/ps/84.8.1314>
- Chiandetti, C., J. Galliussi, R. J. Andrew, & G. Vallortigara, 2013. Early-light embryonic stimulation suggests a second route, via gene activation, to cerebral lateralization in vertebrates. *Sci. Rep.* 3: 17-19. <https://doi.org/10.1038/srep02701>
- Christensen, V. L., W. E. Donaldson, & K. E. Nestor, 1999. Length of the plateau and pipping stages of incubation affects the physiology and survival of turkeys. *Br. Poult. Sci.* 40: 297-303. <https://doi.org/10.1080/00071669987737>
- Collin, A., C. Berri, S. Tesseraud, F. E. Requena Rodón, S. Skiba-Cassy, S. Crochet, M. J. Duclos, N. Rideau, K. Tona, J. Buyse, V. Bruggeman, E. Decuypere, M. Picard, & S. Yahav, 2007. Effects of thermal manipulation during early and late embryogenesis on thermotolerance and breast muscle characteristics in broiler chickens. *Poult. Sci.* 86: 795-800. <https://doi.org/10.1093/ps/86.5.795>
- Costa, B. T. A., T. S. B. Lopes, M. A. Mesquita, L. J. C. Lara, & I. C. S. Araújo, 2020. Thermal manipulations of birds during embryogenesis. *Worlds. Poult. Sci. J.* 76: 843-851. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1823302>
- Decuypere, E., & V. Bruggeman, 2007. The Endocrine Interface of Environmental and Egg Factors Affecting Chick Quality. *Poult. Sci.* 86: 1037-1042. <https://doi.org/10.1093/ps/86.5.1037>
- Deeb, N., & A. Cahaner, 2001. Genotype-by-environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 1. The effects of high ambient temperature and naked-neck genotype on lines differing in genetic background. *Poult. Sci.* 80: 695-702. <https://doi.org/10.1093/ps/80.6.695>
- Deeb, N., & A. Cahaner, 2002. Genotype-by-environment interaction with broiler genotypes differing in growth rate. 3. Growth rate and water consumption of broiler progeny from weight-selected versus nonselected parents under normal and high ambient temperatures. *Poult. Sci.* 81: 293-301. <https://doi.org/10.1093/ps/81.3.293>
- Flores, F., I. Nääs, R. Garcia, W. Quinteiro, & L. Souza, 2016. Effect of Embryo Thermal Stimulation on the Serum Levels of Immunoglobulins and Corticosterone, and Organ Histopathology of 1 day-old Broilers. *Rev. Bras. Ciência Avícola* 18: 71-78. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2016-0254>
- French, N. A., 1994. Effect of incubation temperature on the gross pathology of turkey embryos. *Br. Poult. Sci.* 35: 363-371. <https://doi.org/10.1080/00071669408417701>
- Gabriel, J. E., J. A. Ferro, R. M. P. Stefani, M. I. T. Ferro, S. L. Gomes, & M. Macari, 1996. Effect of acute heat stress on heat shock protein 70 messenger RNA and on heat shock protein expression in the liver of broilers. *Br. Poult. Sci.* 37: 443-449. <https://doi.org/10.1080/00071669608417875>



- Gong, W. E. I., & X. ZHONG, 2009. The Influence of Dexamethasone on Main Immune Organs and Antibody Titers in ND Immune Chicken [J]. *Livestock and Poultry Industry*, 8.
- Halevy, O., S. Yahav, & I. Rozenboim, 2006. Enhancement of meat production by environmental manipulations in embryo and young broilers. *Worlds. Poult. Sci. J.* 62: 485-497. <https://doi.org/10.1017/s0043933906001103>
- Halle, I., & B. Tzschentke, 2011. Influence of temperature manipulation during the last 4 days of incubation on hatching results, post-hatching performance and adaptability to warm growing conditions in broiler chickens. *J. Poult. Sci.* 48: 97-105. <https://doi.org/10.2141/jpsa.010056>
- Hamburger, V., & H. L. Hamilton, 1992. A series of normal stages in the development of the chick embryo. *Dev. Dyn.* 195: 231-272. <https://doi.org/10.1002/aja.1001950404>
- Huth, J. C., & G. S. Archer, 2015. Effects of LED lighting during incubation on layer and broiler hatchability, chick quality, stress susceptibility and post-hatch growth. *Poult. Sci.* 94: 3052-3058. <https://doi.org/10.3382/ps/pev298>
- Ipek, A., U. Sahan, & A. Sozcu, 2015. The effects of different eggshell temperatures between embryonic day 10 and 18 on broiler performance and susceptibility to ascites. *Rev. Bras. Cienc. Avic.* 17: 387-394. <https://doi.org/10.1590/1516-635x1703387-394>
- Lara, L. J., & M. H. Rostagno, 2013. Impact of heat stress on poultry production. *Animals* 3: 356-369. <https://doi.org/10.3390/ani3020356>
- Leksrisompong, N., H. Romero-Sanchez, P. W. Plumstead, K. E. Brannan, & J. Brake, 2007. Broiler Incubation. 1. Effect of Elevated Temperature During Late Incubation on Body Weight and Organs of Chicks. *Poult. Sci.* 86: 2685-2691. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00170>
- Liu, J., X. Yan, Q. Li, G. Wang, H. Liu, J. Wang, L. Li, X. Du, C. Han, & H. He, 2013. Thermal manipulation during the middle incubation stage has a repressive effect on the immune organ development of Peking ducklings. *J. Therm. Biol.* 38: 520-523. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2013.09.001>
- Lourens, A., H. Van Den Brand, R. Meijerhof, & B. Kemp, 2005. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. *Poult. Sci.* 84: 914-920. <https://doi.org/10.1093/ps/84.6.914>
- Loyau, T., A. Collin, Ç. Yenisey, S. Crochet, P. B. Siegel, M. Akşit, & S. Yalçın, 2014. Exposure of embryos to cyclically cold incubation temperatures durably affects energy metabolism and antioxidant pathways in broiler chickens. *Poult. Sci.* 93: 2078-2086. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-03881>
- Meijerhof, R., 2009. The influence of incubation on chick quality and broiler performance,9-11. In 20th Annual Australian Poultry Science Symposium, (9-11 February 2009, Australia), 203p. *Researchgate.Net*, (February)
- Molenaar, R., R. Hulet, R. Meijerhof, C. M. Maatjens, B. Kemp, & H. Van den Brand, 2011. High eggshell temperatures during incubation decrease growth performance and increase the incidence of ascites in broiler chickens. *Poult. Sci.* 90: 624-632. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00970>
- Molenaar, R., R. Meijerhof, I. van den Anker, M. J. W. Heetkamp, J. J. G. C. van den Borne, B. Kemp, & H. van den Brand, 2010. Effect of eggshell temperature and oxygen concentration on survival rate and nutrient utilization in chicken embryos. *Poult. Sci.* 89: 2010-2021. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-00787>
- Narınç, D., S. Erdoğan, E. Tahtabiçen, & T. Aksoy, 2016. Effects of thermal manipulations during embryogenesis of broiler chickens on developmental stability, hatchability and chick quality. *Animal* 10: 1328-1335. <https://doi.org/10.1017/S1751731116000276>
- Oviedo-Rondón, E. O., J. Small, M. J. Wineland, V. L. Christensen, P. S. Mozdziak, M. D. Koci, S. V. L. Funderburk, D. T. Ort, & K. M. Mann, 2008. Broiler embryo bone development is influenced by incubator temperature, oxygen concentration and eggshell conductance at the plateau stage in oxygen consumption. *Br. Poult. Sci.* 49: 666-676. <https://doi.org/10.1007/s00590-011-0856-0>
- Oviedo-Rondón, E. O., M. J. Wineland, S. Funderburk, J. Small, H. Cutchin, & M. Mann, 2009. Incubation conditions affect leg health in large, high-yield broilers. *J. Appl. Poult. Res.* 18: 640-646. <https://doi.org/10.3382/japr.2008-00127>
- Ozkan, S., S. Yalçin, E. Babacanoglu, H. Kozanoglu, F. Karadas, & S. Uysal, 2012. Photoperiodic lighting (16 hours of light: 8 hours of dark) programs during incubation: 1. Effects on growth and circadian physiological traits of embryos and early stress response of broiler chickens. *Poult. Sci.* 91: 2912-2921. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02426>

- Oznurlu, Y., E. Sur, T. Ozaydin, I. Celik, & D. Uluisik, 2016. Histological and histochemical evaluations on the effects of high incubation temperature on the embryonic development of tibial growth plate in broiler chickens. *Microsc. Res. Tech.* 79: 106-110. <https://doi.org/10.1002/jemt.22611>
- Piestun, Y., S. Druyan, J. Brake, & S. Yahav, 2013. Thermal manipulations during broiler incubation alter performance of broilers to 70 days of age. *Poult. Sci.* 92: 1155-1163. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02609>
- Piestun, Y., O. Halevy, D. Shinder, M. Ruzal, S. Druyan, & S. Yahav, 2011. Thermal manipulations during broiler embryogenesis improves post-hatch performance under hot conditions. *J. Therm. Biol.* 36: 469-474. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2011.08.003>
- Piestun, Y., O. Halevy, & S. Yahav, 2009. Thermal manipulations of broiler embryos-The effect on thermoregulation and development during embryogenesis. *Poult. Sci.* 88: 2677-2688. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00231>
- Piestun, Y., D. Shinder, M. Ruzal, O. Halevy, J. Brake, & S. Yahav, 2008a. Thermal Manipulations During Broiler Embryogenesis: Effect on the Acquisition of Thermotolerance. *Poult. Sci.* 87: 1516-1525. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00030>
- Piestun, Y., D. Shinder, M. Ruzal, O. Halevy, & S. Yahav, 2008b. The effect of thermal manipulations during the development of the thyroid and adrenal axes on in-hatch and post-hatch thermoregulation. *J. Therm. Biol.* 33: 413-418. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2008.06.007>
- Renaudeau, D., A. Collin, S. Yahav, V. De Basilio, J. L. Gourdine, & R. J. Collier, 2012. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 6: 707-728. <https://doi.org/10.1017/S1751731111002448>
- Saleh, K. M. M., A. H. Tarkhan, & M. B. Al-Zghoul, 2020. Embryonic Thermal Manipulation Affects the Antioxidant Response to Post-Hatch Thermal Exposure in Broiler Chickens. *Animals* 10: 126. <https://doi.org/10.3390/ani10010126>
- Sgavioli, S., E. Santos, C. Domingues, T. Quadros, D. Castiblanco, G. Andrade-Garcia, L. Amoroso, I. Nääs, R. Garcia, & S. Baraldi-Artomi, 2016. Effect of High Incubation Temperature on the Blood Parameters of Layer Chicks. *Rev. Bras. Ciência Avícola* 18: 41-47. <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2015-0095>
- Sözcü, A., & A. İpek, 2013. Incubation conditions affect chick quality and broiler performance. *J. Agric. Fac. Uludag Univ.* 27: 139-146.
- Tona, K., F. Bamelis, B. De Ketelaere, V. Bruggeman, V. M. B. Moraes, J. Buyse, O. Onagbesan, & E. Decuypere, 2003. Effects of egg storage time on spread of hatch, chick quality, and chick juvenile growth. *Poult. Sci.* 82: 736-741. <https://doi.org/10.1093/ps/82.5.736>
- Tona, K., O. Onagbesan, B. De Ketelaere, V. Bruggeman, & E. Decuypere, 2005. Interrelationships between chick quality parameters and the effect of individual parameter on broiler relative growth to 7 days of age. *Arch. für Geflügelkd.* 69: 67-72.
- Tong, Q., I. M. McGonnell, T. G. M. Demmers, N. Roulston, H. Bergoug, C. E. Romanini, R. Verhelst, M. Guinebretière, N. Etteradossi, D. Berckmans, & V. Exadaktylos, 2018. Effect of a photoperiodic green light programme during incubation on embryo development and hatch process. *animal* 12: 765-773. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002117>
- Uni, Z., & S. Yahav, 2010. Managing prenatal development of broiler chickens to improve productivity and thermotolerance (Pages 71-90 in *Managing the Prenatal Environment to Enhance Livestock Productivity*). P. Greenwood, A. Bell, P. Vercoe, & G. Viljoen, ed. Springer Science+Business Media B.V., Dordrecht, the Netherlands, 300p. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3135-8>
- Van Der Pol, C. W., I. A. M. Van Roover-Reijrink, C. M. Maatjens, I. Van Den Anker, B. Kemp, & H. Van Den Brand, 2014. Effect of eggshell temperature throughout incubation on broiler hatchling leg bone development. *Poult. Sci.* 93: 2878-2883. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04210>
- Van Der Pol, C. W., I. A. M. Van Roover-Reijrink, C. M. Maatjens, S. W. S. Gussekloo, S. Kranenbarg, J. Wijnen, R. P. M. Pieters, H. Schipper, B. Kemp, & H. Van Den Brand, 2019. Light-dark rhythms during incubation of broiler chicken embryos and their effects on embryonic and post hatch leg bone development. *PLoS One* 14: 1-17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0210886>
- Vieira, S., J. Almeida, A. Lima, O. Conde, & A. Olmos, 2005. Hatching distribution of eggs varying in weight and breeder age. *Rev. Bras. Ciência Avícola* 7: 73-78. <https://doi.org/10.1590/s1516-635x2005000200002>

- Vinoth, A., T. Thirunalasundari, J. A. Tharian, M. Shanmugam, & U. Rajkumar, 2015. Effect of thermal manipulation during embryogenesis on liver heat shock protein expression in chronic heat stressed colored broiler chickens. *J. Therm. Biol.* 53: 162-171. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2015.10.010>
- Willemsen, H., Y. Li, E. Willems, L. Franssens, Y. Wang, E. Decuypere, & N. Everaert, 2011. Intermittent thermal manipulations of broiler embryos during late incubation and their immediate effect on the embryonic development and hatching process. *Poult. Sci.* 90: 1302-1312. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01390>
- Yahav, S., 2009. Alleviating heat stress in domestic fowl: Different strategies. *Worlds. Poult. Sci. J.* 65: 719-732. <https://doi.org/10.1017/S004393390900049X>
- Yahav, S., R. S. Rath, & D. Shinder, 2004. The effect of thermal manipulations during embryogenesis of broiler chicks (*Gallus domesticus*) on hatchability, body weight and thermoregulation after hatch. *J. Therm. Biol.* 29: 245-250. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2004.03.002>
- Yalçın, S., M. Çabuk, V. Bruggeman, E. Babacanoğlu, J. Buyse, E. Decuypere, & P. B. Siegel, 2008. Acclimation to Heat During Incubation. 1. Embryonic Morphological Traits, Blood Biochemistry, and Hatching Performance. *Poult. Sci.* 87: 1219-1228. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00435>
- Yalçın, S., H. B. Molayoğlu, M. Baka, O. Genin, & M. Pines, 2007. Effect of temperature during the incubation period on tibial growth plate chondrocyte differentiation and the incidence of tibial dyschondroplasia. *Poult. Sci.* 86: 1772-1783. <https://doi.org/10.1093/ps/86.8.1772>
- Yalcin, S., & P. Siegel, 2003. Exposure to cold or heat during incubation on developmental stability of broiler embryos. *Poultry Science.* 82: 1388-1392. <https://doi.org/10.1093/ps/82.9.1388>
- Zaboli, G., S. Rahimi, F. Shariatmadari, M. A. K. Torshizi, A. Baghbanzadeh, & M. Mehri, 2017. Thermal manipulation during Pre and Post-Hatch on thermotolerance of male broiler chickens exposed to chronic heat stress. *Poult. Sci.* 96: 478-485. <https://doi.org/10.3382/ps/pew344>
- Zeman, M., E. Gwinner, & E. Somogyiová, 1992. Development of melatonin rhythm in the pineal gland and eyes of chick embryo. *Experientia* 48: 765-768. <https://doi.org/10.1007/BF02124299>
- Zhang, L., H. J. Zhang, J. Wang, S. G. Wu, X. Qiao, H. Y. Yue, J. H. Yao, & G. H. Qi, 2014. Stimulation with monochromatic green light during incubation alters satellite cell mitotic activity and gene expression in relation to embryonic and posthatch muscle growth of broiler chickens. *Animal* 8: 86-93. <https://doi.org/10.1017/S1751731113001882>



**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):33-41  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.865324>

Gökçen YÖNTER<sup>1\*</sup> 

Marius H. HOUNDONUGBO<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Ege University Agricultural Faculty Soil Science and Plant Nutrition, Bornova-Izmir/Turkey

<sup>2</sup> Ege University Agricultural Faculty Soil Science and Plant Nutrition, Bornova-Izmir/Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[gokcen.yonter@ege.edu.tr](mailto:gokcen.yonter@ege.edu.tr)

**Keywords:** Rain intensity, Christiansen homogeneity coefficient, drop diameter, terminal velocity, kinetic energy.

**Anahtar sözcükler:** Yağış şiddeti, Christiansen homojenlik katsayısı, damla çapı, terminal hız, kinetik enerji.

## Comparison of different fulljet nozzles used in laboratory type rain simulator in terms of some rainfall characteristics\*

Laboratuvar tipi yağış benzetisinde kullanılan farklı fulljet başlıkların bazı yağış özellikleri açısından karşılaştırılması

\* This article was produced by a laboratory study.

Received (Alınış): 26.01.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 30.07.2021

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine and compare rain intensities, Christiansen coefficients, drop diameters and kinetic energies, by using Full Jet type nozzles at different pressures.

**Material and Methods:** In this study, simulated rainfalls were applied on 17 cups (250 cm<sup>3</sup>), were placed on a platform, during 5 minutes at 30, 40, 50, 60 and 70 kPa pressures by using ½ HH-36 SQ, ½ HH-40 SS and ½ HH-50 WSQ nozzles with 3 replicated. The drop diameters were determined by the flour pellet method. Rainfall intensities, Christiansen coefficients, terminal velocities, drop diameter ratio, terminal velocity ratio, moment, kinetic energy, moment per unit area, kinetic energy per unit area ratios and kinetic energy for each nozzles were calculated.

**Results:** It was found that average rain intensities were 97-210 mm h<sup>-1</sup>, average uniformity coefficients were 85-86 %, average drop diameters were 1.89-2.11 mm, average terminal velocities were 6.35-6.79 m s<sup>-1</sup> for nozzles. Average kinetic energies for each nozzles were also calculated between 16.30-23.32 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>.

**Conclusions:** According to this study, it was determined that the most suitable nozzle for erosion studies is Fulljet ½ HH-50 WSQ.

### ÖZ

**Amaç:** Farklı basınçlarda Full Jet tipi başlıklar kullanılarak yağış şiddetleri, Christiansen katsayıları, damla çapları ve kinetik enerjilerin belirlenmesi ve karşılaştırılması amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Bu çalışmada yapay yağışlar, ½ HH -36 SQ, ½ HH-40 SS ve ½ HH-50 WSQ başlıklar kullanılarak 30, 40, 50, 60 ve 70 kPa basınçlarında 5 dakika süreyle platform üzerine yerleştirilen 17 kap (250 cm<sup>3</sup>) üzerinde 3 tekrarlı uygulandı. Damla çapları un yumağı yöntemi ile belirlendi. Yağış şiddetleri, Christiansen katsayıları, terminal hızları, damla çapı oranı, terminal hız oranı, moment, kinetik enerji, birim moment, birim kinetik enerji oranları ve her bir başlık için kinetik enerjiler hesaplanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Bu çalışmada, başlıklar için ortalama yağmur yoğunlukları 97-210 mm h<sup>-1</sup>, ortalama homojenlik katsayıları % 85-86, ortalama damla çapları 1.89-2.11 mm, ortalama terminal hızları 6.35-6.79 m s<sup>-1</sup> arasında bulunmuştur. Her bir başlık için ortalama kinetik enerjiler de 16.30-23.32 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup> arasında hesaplanmıştır.

**Sonuçlar:** Bu çalışmaya göre, erozyon çalışmaları için en uygun başlığın Fulljet ½ HH-50 WSQ olduğu saptanmıştır.

## INTRODUCTION

Water erosion in Turkey, where is located in Mediterranean Basin, threatens soils which are the most important resources, significantly. According to the Dynamic Erosion Model and Monitoring System (DEMMS) data, 642 million tons of soil is lost from Turkey every year (ÇEM, 2018). In the Mediterranean Basin's Countries and Turkey, a large number of erosion studies have been carried out to minimize soil erosion in field and laboratory conditions. However, erosion studies in field conditions require a long process due to climatic changes. In particular, the variability of rain intensity and duration is very effective in this respect. Very heavy rains in the Mediterranean Basin Countries as Turkey have been observed in some studies. Cerda (1997) measured the drop diameter was between 1.00 and 2.50 mm and rainfall intensity was between 1 and 120 mm h<sup>-1</sup> for natural rainfall conditions in Spain. Usón & Ramos (2001) found the average rainfall intensity was 10 mm h<sup>-1</sup> and the maximum rainfall intensity was 103 mm h<sup>-1</sup> in NE Spain, respectively. Arnaez et al. (2007) found that the rainfall intensities in Spain were between 27.9 and 127.2 mm h<sup>-1</sup> for periods of 2 to 200 years. Petan et al. (2010) measured maximum rainfall intensities were between 220 and 288 mm h<sup>-1</sup> in Slovenia. Heavy rainfalls with 131 mm h<sup>-1</sup> intensity have been observed in Antalya on 03/11/2017 date (MGM, 2019).

Many rain simulators were developed in recent years in terms of ease of use in field and laboratory conditions. Especially the number and usage of rain simulators working with sprayer nozzles have increased considerably. Many companies in the world produce various types of nozzles. For this reason, we propose to determine the average drop diameter, terminal velocity and kinetic energy parameters precisely in order to conduct erosion researches on the developed nozzles types.

A large number of rainfall simulators are being developed in both field and laboratory conditions, especially as it can simulate natural rainfalls (Tossell et al., 1987). Numerous nozzles have been also developed with the development of rainfall simulators. Tossell et al. (1987) stated that the continuous spray generated by the small nozzle design is also more physically realistic than the intermitted spray produced by rotating disc and some other simulator systems. Full Jet type nozzles are used, which are constantly spraying the erosion plots in the downward and static position (Agassi & Bradford, 1999). Uniformity coefficient is also used in many erosion studies to calculate the distribution of the amount of water falling on the soil surface (Christiansen, 1942). In this section, some studies with Full Jet nozzles for rainfall simulators are given. Tossell et al (1987) found that rain intensities were 17.5-200 mm h<sup>-1</sup>, and average uniformity coefficients were 81.05-91.31%, using Full Jet type nozzles at different heights (0.80-1.70 m) and at pressures (48.3, 69.0 and 96.5 kPa) in Guelph type rainfall simulator (GRS-II), respectively. In another study simulated rainfall were applied (34.8-105.3 mm h<sup>-1</sup>) by using the laboratory type rain simulator, and it was found drop diameter of simulated rains was 4.38-5.25 mm, terminal velocity was 6.40-6.69 m s<sup>-1</sup>, and kinetic energy was 69-81%, respectively (Erpul & Çanga, 2000). Esteves et al. (2000) applied 65 mm h<sup>-1</sup> of simulated rainfall at 41.18 kPa pressure with a Full Jet nozzle type (1H-106 SQ) to 5.5x5.5 m squares network, and they determined the uniformity coefficient were 78-92%. Humphry et al. (2002) applied 70 mm h<sup>-1</sup> of artificial rainfall at 28 kPa with the Full Jet type (1/2 HH-50 WSQ), and they found the uniformity coefficient was 93%. Kuhn et al. (2003) applied 60 mm h<sup>-1</sup> of simulated rainfall, using a Full Jet (1/2 HH-50WSQ) nozzle, and they found that the average drop diameter was 2.00 mm, the terminal velocity was 8.10 m s<sup>-1</sup> and the kinetic energy was 0.33 MJ ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> (19.7 MJ ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), respectively. Sausa and Siqueira (2011) applied simulated rainfalls from 40 to 182 mm h<sup>-1</sup> at pressures (50, 80, 110, 140 and 170 kPa) with 2 Full Jet (1/2 HH-40 SS) nozzles in a rainfall simulator, and they found that uniformity coefficients were between 68.3 and 82.2 %. Omar et al. (2014) applied 53 mm h<sup>-1</sup> simulated rainfall, using a Full Jet nozzle (1/2 HH-50 WSQ) with a height of 3 m and a pressure of 10 psi, and they reported that the CU% were between 80 and 95%, the drop diameter were between 1.3 and 2.0 mm, respectively, and the rain simulator also gave 90% of the kinetic energy of similar natural rainfall. Chouksey et al. (2017) applied 100 mm h<sup>-1</sup> simulated rainfall from 3 m high with 2 Full Jet nozzles (1/2 HH-50 WSQ), and they found that drop diameter was between 1 and 5 mm, CU was

79%, and terminal velocity was between 3.30 and 6.00 m s<sup>-1</sup>, respectively. De Sausa Junior et al. (2017) applied between 40 and 182 mm h<sup>-1</sup> simulated rainfalls, using a Full Jet nozzle (1/2 HH-40 SS) from 3 m height, and they determined that the average drop diameter was 2.12 mm and kinetic energy was 22.52 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup> (90.12 % of the kinetic energy of natural rainfall) and CU were 87.80 %, respectively. Houndonougbo & Yonter (2020) applied simulated rainfall to the soil surface in erosion trays with Vee jet and Full jet nozzles in oscillating conditions, and they compared rain intensity, Christiansen coefficient, runoff and soil losses and found similar results between these nozzles.

Some equations were developed to calculate the kinetic energies of the Mediterranean Basin rainfall (Petan et al., 2010). Some researchers have reported that the most appropriate kinetic energy formula in the Mediterranean basin was developed by Sempere-Torres et al. (1992) (Usón & Ramos, 2001; Petan et al., 2010). Kinetic energy can be expressed with the formula  $KE_A = c \times I \times KE_B$  depending on the rainfall time and rainfall height (Rosewell, 1986). In this formula, c is a coefficient,  $KE_A$ : J m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> and  $KE_B$ : J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>, respectively.

The objective of this study was to determine rain intensities, uniformity coefficients, drop diameters and kinetic energy ratios, using Full Jet type nozzles (½ HH-36 SQ, ½ HH-40 SS and ½ HH-50 WSQ) at different pressures (30, 40, 50, 60 and 70 kPa) and 2.00 m height. Additionally to compare kinetic energies were calculated by Sempere-Torres et al. (1992) formula for these nozzles, respectively.

## MATERIAL and METHODS

### Material

In this study, a laboratory type rain simulator (Bubenzer & Meyer, 1965) and Full Jet type nozzles (½ HH-36 SQ, ½ HH-40 SS and ½ HH-50 WSQ) that can be mounted on it used (Figure 1). These spray nozzles are designed to spray conically in a vertical direction. ½ HH-36 SQ and ½ HH-40 SS nozzles apply rain in a circular and ½ HH-50WSQ nozzles apply rain in a square. In addition, these nozzles can apply drops in the range of 1.00-5.00 mm (Anonymous, 2019). Application pressures and flow rates of these nozzles were given Table 1. In the rain simulator, there is a 500 L water reservoir fed from the network, a motor pump, a pressure reducing regulator, 3 manometers measuring the inlet-outlet pressures to the system, plastic hoses that transmit water, and an electric motor controlling them. A total of 25 aluminum containers (volume: 250 cm<sup>3</sup>, height: 5 cm and diameter: 9 cm) were used to determine rain intensities in the experiments.



**Figure 1.** Full Jet type spraying nozzles, laboratory type rainfall simulator and cups used in experiment.

**Şekil 1.** Full Jet tipi püskürtücü başlıklar, laboratuvar tipi yağış simülatörü ve denemede kullanılan kaplar.

**Table 1.** Performance data of Full Jet nozzles (Spraying Sys. Co. CAT 75 HYD)**Çizelge 1.** Full Jet Başlıkların Performans Verileri (Spraying Sys. Co. CAT 75 HYD)

Nozzle Type	Capacity Size	Orifice Diameter (mm)	Flow Rate (l min <sup>-1</sup> )										Spray Angle (°)		
			Pressure (bar)										0.5	1.5	6
			Pressure (bar)										Pressure (bar)		
½ HH	36 SQ	6.35	P	34.5	48.3	69	138	276	552	690	1035	48.3	138	552	
			Q	9.8	11.7	13.6	18.9	25.7	35.6	39.4	47.3	295	310	284	
½ HH	40 SS	6.35	P	34.5	48.3	69	138	276	552	690	1035	48.3	138	552	
			Q	11.0	12.9	15.1	20.8	28.8	39.4	43.5	52.6	333	344	314	
½ HH	50 WSQ	6.76	P	34.5	48.3	69	103.5	138	276	552	-	34.5	69	552	
			Q	14.0	16.3	18.9	22.7	25.7	34.8	47.3	-	394	416	386	

(P: Pressure-bar; Q: Flow rate -l min<sup>-1</sup>)

### Method

In the research, the method was applied in 3 stages. In the 1<sup>st</sup> stage; the position of nozzles is centered with a platform of 1x1 m square at a standard slope of 9 % (Tossell et al., 1987). Rainfall simulator were adjusted to 30, 40, 50, 60 and 70 kPa pressures, by controlling manometers and 5 minutes of rain was applied for each pressure with 3 replicated. The amount of water collected in containers was weighed on a sensitive scale (0.01 g) and recorded. The amount of water obtained from the experiment was converted to rain intensities with the following formula (Tossell et al., 1987).

$$I_p = 10 \left[ \frac{\sum V_i}{n} \frac{60}{t} \right] \quad (1)$$

Where,  $I_p$  is rain intensity (mm h<sup>-1</sup>);  $V_i$  is amount of water collected in the container (cm<sup>3</sup>);  $A_g$  is cross sectional area of the container (cm<sup>2</sup>);  $t$  is rain application time (minutes);  $n$  is number of cups; 10 is coefficient used to convert cm h<sup>-1</sup> to mm h<sup>-1</sup>. The uniformity coefficient was calculated according to the formula Christiansen (1942).

$$CU (\%) = 100 \left( 1 - \frac{\sum [I_i - I_m]^2}{n I_m} \right) \quad (2)$$

Where, CU is uniformity coefficient (Christiansen, 1942);  $I_i$  is rain intensity collected in each container (mm h<sup>-1</sup>);  $I_m$  is average rain intensity (mm h<sup>-1</sup>).

In the 2<sup>nd</sup> stage; the drop diameters of simulated rain for calculating terminal velocities were determined according to the flour pellet method (Navas et al., 1990). In this method, a 25.4 cm diameter plate containing an uncompact layer of flour (2.54 cm thick) was exposed to rainfall for 1-4 s. The small flour balls were dried for 24 h at 105<sup>o</sup>C, and sieved (5000, 3000, 2000, 1000 and 250 µm) the fractions were weighted, respectively.

Cerda (1997)'s formula was used to calculate the average drop diameters for natural rainfalls in the Mediterranean basin as follows formula;

$$D_{50} = 0.46 + 0.02 I \quad (3)$$

Where,  $D_{50}$  is average drop diameter (mm),  $I$  is rain intensity (mm h<sup>-1</sup>).

Terminal velocities of simulated and natural rains were calculated by the formula proposed by Uplinger (1981).

$$V = 4.854 D e^{(-0.195 D)} \quad (4)$$

Where,  $V$  is terminal velocity (m s<sup>-1</sup>),  $D$  is average drop diameter (mm).

Meyer (1965) explained that drop diameter ratio ( $D = \frac{D_s}{D_n}$ ), terminal velocity ratio ( $V = \frac{V_s}{V_n}$ ), moment ( $M = V \times 100$ ), kinetic energy ( $KE = V^2 \times 100$ ), moment per unit area ( $M_u = D \times V \times 100$ ) and kinetic energy per unit area ( $KE_u = D \times V^2 \times 100$ ) to compare simulated rains and natural rains. Where,  $D_s$  is



average drop diameter of simulated rain (mm),  $D_n$  is average drop diameter of natural rain (mm),  $V_s$ : terminal velocity of simulated rain ( $m s^{-1}$ ),  $V_n$ : terminal velocity of natural rain ( $m s^{-1}$ ).

In the 3<sup>th</sup> stage, the kinetic energies of natural rains with the same rain intensities were calculated using the formula developed by Sempere-Torres et al. (1992) for the Mediterranean basin. For each Full Jet nozzle, kinetic energy values of natural rains were multiplied by kinetic energy ratios (%), and kinetic energy values of simulated rains were calculated.

$$KE_n(h) = 33.38 \times I - 186.12 \quad (5)$$

$$KE_n(mm) = \frac{(33.38 \times I - 186.12)}{I} \quad (6)$$

$$KE_s(mm) = KE (\%) \times KE_n(mm) \quad (7)$$

Where,  $KE_{n(h)}$  is kinetic energy natural rain ( $J m^{-2} h^{-1}$ ),  $I$ : Rain intensity ( $mm h^{-1}$ ),  $KE_{n(mm)}$ : Kinetic energy of natural rainfall ( $J m^{-2} mm^{-1}$ ),  $KE (\%)$ : kinetic energy ratio, and  $KE_s(mm)$ : Kinetic energy of simulated rainfall ( $J m^{-2} mm^{-1}$ ). In the next step, calculated kinetic energies were converted to  $J m^{-2} mm^{-1}$  unit according to Rosewell (1986) formula. Data were analyzed statistically by SPSS statistical software package (Anonymous, 1999).

## RESULTS and DISCUSSION

Average rain intensities, uniformity and variation coefficients, average drop diameter, terminal velocity, moment, kinetic energy, moment per unit area and kinetic energy per unit area and their energies are tabulated in Table 2, respectively. According to Table 2, while moment and kinetic energy (%) gave the best simulation in all three titles, moment per unit area and kinetic energy per unit area (%) gave weak simulation, respectively. The similar findings were found by Erpul & Canga (2000).

Rain intensities for  $\frac{1}{2}$  HH-36 SQ and  $\frac{1}{2}$  HH-40 SS type nozzles are higher than the rainfall intensity for  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ nozzle (Table 2). In the Mediterranean region, natural rain intensities similar to the rain intensities for  $\frac{1}{2}$  HH-36 SQ and  $\frac{1}{2}$  HH-40 SS type nozzles, were determined by some researchers (Petan et al., 2010; MGM, 2019). In addition, natural rain intensities similar to the rain intensities of the  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ nozzles were also determined by some researchers (Cerda, 1997; Uson and Ramos, 2001, Arnaez et al., 2007). For the  $\frac{1}{2}$  HH-36 SQ type nozzle, 30-70 kPa pressure increases increased the rain intensity from  $204 mm h^{-1}$  to  $211 mm h^{-1}$ . In the research, uniformity coefficient of the nozzle was determined as 79-87%. Variation coefficients decreased from 25% to 15% in response to pressure increases. For a series to be homogeneous, the coefficient of variation must be less than 20% (Anonymous, 1999). According to these results, the most suitable pressure for  $\frac{1}{2}$  HH-36 SQ nozzle was determined as 40-70 kPa. It was found that the drop diameter of simulated rain was between 1.82 and 2.34 mm, terminal velocity between  $6.23$  and  $7.17 m s^{-1}$  and kinetic energy ratio range between 46 and 62 %, respectively. Kinetic energies for  $\frac{1}{2}$  HH-36 SQ nozzle were calculated to vary between  $14.94$  and  $20.12 J m^{-2} mm^{-1}$ . In some studies, with  $\frac{1}{2}$  HH-20-160 SQ type nozzles, it was found that rain intensity was between 55 and  $114 mm h^{-1}$ , drop diameter was between 1.34 and 3.57 mm, uniformity coefficient was between 78 and 92 % and kinetic energy ratio was between 60 and 70 %, respectively (Esteves et al., 2000). The results given in the literature support the findings of this research. Rain intensity for  $\frac{1}{2}$  HH-40 SS type nozzle increased between 196 and  $224 mm h^{-1}$  due to pressure increase. Uniformity coefficient was determined between 83 and 86% in this research. Variation coefficients decreased from 24% to 19% depending on the pressure increase. The optimum pressure for  $\frac{1}{2}$  HH-40 SS nozzle was determined between 50 and 70 kPa. For  $\frac{1}{2}$  HH-40 SS type nozzle, it was found that drop diameter between 1.64 and 2.16 mm, terminal velocity between  $5.78$  and  $6.89 m s^{-1}$  and kinetic energy ratio between 40 and 58%, respectively. The kinetic energies for  $\frac{1}{2}$  HH-40 SS nozzle were calculated between  $13.00$  and  $18.80 J m^{-2} mm^{-1}$ . In some studies, with  $\frac{1}{2}$  HH-40 SS type nozzles, rain intensity was determined between 40 and  $182 mm h^{-1}$ , drop diameter was determined 2.12 mm and kinetic energy was determined  $22.52 J m^{-2} mm^{-1}$ , respectively (Sausa and Siqueira, 2011; De Sausa Junior et al., 2017). There is a similarity between the

results given in the literature and the results obtained from this research. For ½ HH-50 WSQ type nozzle, rain intensity increased between 85 and 109 mm h<sup>-1</sup> due to pressure increase. Uniformity coefficient was determined between 83 and 87%. Variation coefficients decreased from 18% to 16% depending on the pressure increase. The most suitable pressure for ½ HH-50 WSQ nozzle was between 30 and 70 kPa. For ½ HH-50 WSQ nozzle, it was found that the drop diameter of the simulated rainfall between 1.77 and 2.05 mm, the terminal velocity was between 6.05 and 6.67 m s<sup>-1</sup> and the kinetic energy ratio between 66 and 86%, respectively. The kinetic energies for ½ HH-50 WSQ nozzle were calculated between 20.80 and 25.88 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>. In some researches with 1/2 HH-50 WSQ nozzles, it was determined that rainfall intensity between 53 and 100 mm h<sup>-1</sup>, drop diameter was between 1.00 and 5.00 mm, uniformity coefficient was between 79 and 95%, terminal velocity between 3.30 and 8.10 m s<sup>-1</sup>, kinetic energy ratio was 90% and kinetic energy was 33.00 J m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup> (Kuhn et al., 2003; Omar et al., 2014; Chouksey et al., 2017). There is a parallel between the results of this research and the literature.

**Table 2.** Rain intensities, uniformity and variation coefficients, moment, kinetic energy, moment in unit area and kinetic energy in unit area of Full Jet nozzles in the experiment

**Çizelge 2.** Denemede Full Jet başlıkların yağış şiddetleri, yeknesaklık ve değişim katsayıları, moment, kinetik enerji, birim alana moment ve birim alana kinetik enerjileri

½ HH-36 SQ														
P kPa	I mm h <sup>-1</sup>	D <sub>s</sub> mm	Std.	CU %	CV %	D <sub>n</sub> mm	D	V <sub>s</sub> m s <sup>-1</sup>	V <sub>n</sub> m s <sup>-1</sup>	V	M %	KE %	M <sub>u</sub> %	KE <sub>u</sub> %
30	204	2.28	50	79	25	4.54	0.50	7.13	9.05	0.79	79	62	40	31
40	206	2.07	37	85	18	4.58	0.45	6.74	9.13	0.74	74	55	33	25
50	209	2.06	33	86	16	4.64	0.44	6.70	9.16	0.73	73	53	32	23
60	209	1.82	32	87	15	4.64	0.39	6.23	9.16	0.68	68	46	27	18
70	211	2.34	31	87	15	4.68	0.50	7.17	9.14	0.78	78	61	39	31
½ HH-40 SS														
P kPa	I mm h <sup>-1</sup>	D <sub>s</sub> mm	Std.	CU %	CV %	D <sub>n</sub> mm	D	V <sub>s</sub> m s <sup>-1</sup>	V <sub>n</sub> m s <sup>-1</sup>	V	M %	KE %	M <sub>u</sub> %	KE <sub>u</sub> %
30	196	2.16	47	83	24	4.38	0.50	6.89	9.09	0.76	76	58	38	29
40	204	1.84	46	83	23	4.54	0.41	6.23	9.05	0.69	69	48	28	20
50	209	2.08	42	85	20	4.64	0.45	6.70	9.16	0.73	73	53	33	24
60	215	1.64	41	86	19	4.76	0.34	5.78	9.12	0.63	63	40	21	14
70	224	2.02	43	85	19	4.94	0.41	6.64	9.18	0.72	72	52	30	21
½ HH-50 WSQ														
P kPa	I mm h <sup>-1</sup>	D <sub>s</sub> mm	Std.	CU %	CV %	D <sub>n</sub> mm	D	V <sub>s</sub> m s <sup>-1</sup>	V <sub>n</sub> m s <sup>-1</sup>	V	M %	KE %	M <sub>u</sub> %	KE <sub>u</sub> %
30	85	1.85	15	85	18	2.16	0.86	6.27	6.89	0.91	91	83	78	71
40	93	2.05	18	83	19	2.32	0.88	6.67	7.18	0.93	93	86	82	76
50	97	1.83	16	86	16	2.40	0.76	6.20	7.28	0.85	85	72	65	55
60	101	1.77	17	86	17	2.48	0.71	6.05	7.45	0.81	81	66	58	47
70	109	1.97	17	87	16	2.64	0.75	6.54	7.70	0.85	85	72	64	54

P: Pressure; I: Rain intensity; Std.: Standard deviation; CU: Uniformity coefficient; CV: Variation coefficient; D<sub>s</sub>: Simulated rain drop diameter; D<sub>n</sub>: Natural rain drop diameter; D: Drop diameter ratio; V<sub>s</sub>: Simulated rainfall velocity; V<sub>n</sub>: Natural rainfall velocity; V: Velocity ratio; M: Moment; KE: Kinetic energy; M<sub>u</sub>: Moment in unit area; KE<sub>u</sub>: Kinetic energy in unit area)

In general, according to the results of the research, the rain intensities in Full Jet (1/2 HH) nozzles were sorted from large to small ½ HH-40 SS> ½ HH-36 SQ> ½ HH-50 WSQ (Table 1). In some studies, rain intensities of SS and SQ type nozzles were found higher (Sausa and Siqueira, 2011; De Sausa Junior et al., 2017) than ½ HH-50 WSQ type nozzle. Although the pressure increase was the same, rain

intensities were determined differently in each nozzle. It was reported that the rain intensity varied according to the type of the nozzle, the pressure applied and the height of the nozzle from the plot (Tossel et al., 1987; Agassi and Bradford, 1999). Uniformity coefficients were found close and high in all 3 nozzles (Table 1). Similar results were reported by some researchers (Esteves et al., 2000; Humpury et al., 2002; Omar et al., 2014). In all 3 nozzles, the drop diameters of simulated rain did not increase regularly depending on the rain intensity. The drop diameters were listed from large to small  $\frac{1}{2}$  HH-36 SQ >  $\frac{1}{2}$  HH-40 SS >  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ. Agassi and Bradford (1999) emphasized that the maximum drop size did not increase with intensity as under natural storms. The terminal velocities of the nozzles also had the same trend in the drop diameter, respectively. The highest kinetic energy ratio and kinetic energy (Table 3) were obtained from  $\frac{1}{2}$  HH-50 WSQ nozzle in this research. The similar results were reported by other researchers (Erpul and Çanga, 2000; Kuhn et al., 2003; Omar et al., 2014). The results from correlation analysis are given in Table 4. The correlations between drop diameter, terminal velocity and kinetic energy of simulated rainfalls for each nozzle were found positive at  $p > 0.01$  significance level.

**Table 3.** Kinetic energies (KEs:  $J m^{-2} h^{-1}$ ) calculated using Sempere-Torres et al., (1992) formula for Full Jet nozzles

**Çizelge 3.** Full Jet başlıklar için Sempere-Torres ve ark., (1992)'nin formülü kullanılarak hesaplanan kinetik enerjiler

P	36 SQ			40 SS			50 WSQ		
	I	KE <sub>A</sub>	KE <sub>B</sub>	I	KE <sub>A</sub>	KE <sub>B</sub>	I	KE <sub>A</sub>	KE <sub>B</sub>
30	204	4105	20.12	196	3685	18.80	85	2200	25.88
40	206	3678	17.85	204	3178	15.58	93	2509	26.98
50	209	3598	17.22	209	3598	17.22	97	2197	22.65
60	209	3122	14.94	215	2795	13.00	101	2101	20.80
70	211	4182	19.82	224	3790	16.92	109	2485	22.80
Average	208	3737	17.99	210	3410	16.30	97	2229	23.82

(P: kPa; I:  $mm h^{-1}$ ; KE<sub>A</sub>:  $J m^{-2} h^{-1}$ ; KE<sub>B</sub>:  $J m^{-2} mm^{-1}$ )

**Table 4.** The correlations of pressure, rain intensity, drop diameter, terminal velocity and kinetic energy of simulated rainfalls in the experiment

**Çizelge 4.** Denemede yapay yağışların, basınç, yağmur şiddeti, damla çapı, terminal hızı ve kinetik enerjilerine ait ikili ilişkileri

$\frac{1}{2}$ HH-36 SQ					
Parameters	P	I	Ds	Vs	KEs <sub>(mm)</sub>
P	1.000	0.969**			
I		1.000			
Ds			1.000	0.997**	0.984**
Vs				1.000	0.994**
KEs <sub>(mm)</sub>					1.000
$\frac{1}{2}$ HH-40 SS					
Parameters	P	I	Ds	Vs	KEs <sub>(mm)</sub>
P	1.000	0.995**			
I		1.000			
Ds			1.000	0.998**	0.987**
Vs				1.000	0.988**
KEs <sub>(mm)</sub>					1.000
$\frac{1}{2}$ HH-50 WSQ					
Parameters	P	I	Ds	Vs	KEs <sub>(mm)</sub>
P	1.000	0.990**			-0.769**
I		1.000			-0.679**
Ds			1.000	0.996**	0.672**
Vs				1.000	0.674**
KEs <sub>(mm)</sub>					1.000

(P: Pressure-kPa; I: Rain intensity- $mm h^{-1}$ ; Ds: Drop diameter of simulated rainfalls- $mm$ ; Vs: Terminal velocity of simulated rainfall- $m sec^{-1}$ ; KEs: Kinetic energy of simulated rainfalls- $J m^{-2} mm^{-1}$ )

## CONCLUSIONS

According to the results obtained from this study, the increase of applied pressures increased rain intensity of Full Jet ½ HH-36 SQ, ½ HH-40 SS and ½ HH-50 WSQ nozzles, respectively. The pressures increased the uniformity coefficients in all 3 nozzles, it decreased the coefficient of variation. Kinetic energy was determined at the highest ½ HH-50 WSQ nozzle. The closest rain intensities to the Mediterranean climate rain intensities were determined under the ½ HH-50 WSQ nozzle. According to the research results, ½ HH-50 WSQ nozzle can be used up to 120 mm h<sup>-1</sup> rain intensity, and ½ HH-40 SS and ½ HH-36 SQ nozzles can be used easily in rainfalls higher than 200 mm h<sup>-1</sup>.

## REFERENCES

- Agassi, M. & J.M. Bradford, 1999. Methodologies for interrill erosion studies. *Soil and Tillage Research*, 49: 277-287.
- Anonymous, 1999. SPSS 9 for Windows User's Guide. Copyright 1999 by SPSS Incorporation SPSS, Chicago, IL.
- Anonymous, 2019. CAT 75 HYD., Wheaton, IL 60187-7901 USA. <http://spraying systems co.>, Erişim tarihi: 20.04.2020.
- Arnaez, J., T. Lasanta, R. Ruiz-Flano & L. Ortigosa, 2007. Factors affecting runoff and erosion under simulated rainfall in Mediterranean vineyards. *Soil and Tillage Research*, 93: 324-334. <https://doi.10.1016/j.still.2006.05.013>.
- Bubenzer, G.D. & L. D. Meyer, 1965, Simulation of rainfall and soils for laboratory research. *Transaction of American Society of Agricultural Engineers*, 8: 73-75.
- ÇEM, 2018. Dinamik Erozyon Modeli ve İzleme Sistemi (DEMİS) Türkiye Su Erozyonu İstatistikleri, Teknik Özet. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, TÜRKİYE.
- Cerda, A., 1997. Rainfall drop size distribution in the Western Mediterranean basin, Valencia, Spain. *Catena* 30: 169-182. [https://doi.org/10.1016/S0341-8162\(97\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S0341-8162(97)00019-2).
- Chouksey, A. V. Lambey, B. R. Nikam, S. P., Aggarvald & S. Dutta, 2017. Hydrological modelling using a rainfall simulator over an experimental hillslope plot. *Hydrology* 4: 17. <https://doi.10.3390/hydrology4010017>.
- Christiansen, J. E., 1942. Irrigation by sprinkling. *University of California Agricultural Experiment Station Bulletin*, No: 670.
- De Sausa Junior, S. F., T.A. Mendes & E. Q. De Siqueirra, 2017. Development and calibration of a rainfall simulator for hydrological studies. *Brazilian Journal of Water Resources*, 22 (59): 2017. <https://doi.org/10.1590/2318-0331.0217170015>.
- Erpul, G. & M. R. Çanga, 2000. Doğal yağışların laboratuvar tipi yapay yağışlar ile karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 6 (1): 32-35.
- Esteves, M., O. Planchon, J. M. Lapetite, N. Silvera & P. Cadet, 2000. The "EMIRE" large rainfall simulator: Design and Field Testing. *Earth Surface Processes and Landforms*, 25: 681-690. [https://doi.10.1002/1096-9837\(200007\)25:73.O.CO;2-8](https://doi.10.1002/1096-9837(200007)25:73.O.CO;2-8).
- Houndonougbo, M. & G. Yönter, 2020. Farklı basınçlarda veejet ve fulljet başlıkların yağış şiddeti, Christiansen katsayısı, yüzey akış ve toprak kayıpları üzerine etkilerinin kıyaslanması üzerine bir ön çalışma. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 57 (2):209-217. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.553142>.
- Humphry, J. B., T. C. Daniel, D. R. Edwards & A. N. Sharpley, 2002. A portable rainfall simulator for plot-scale runoff studies. *Applied Engineering in Agriculture*, 18 (2): 199-204. <https://doi.10.13031/2013.7789>.
- Iramu, E. T., 2012. A Critical Evaluation of the Effects of Plant Extract Formulations Against Two Generalized Insect Pests of *Abelmoschus manihot* (L.) Medik (Family: Malvaceae). School of Agriculture and Food Sciences, the University of Queensland, (Unpublished) PhD Thesis, Queensland, Australia, 198 pp.
- Kuhn, N. J., R. B. Bryan & J. Novar, 2003. Seal formation and interrill erosion on smectite-rich Kastanozem from NE Mexico. *Catena*, 52: 149-169. [https://doi.10.1016/S0341-8162\(02\)00091-7](https://doi.10.1016/S0341-8162(02)00091-7).
- Meyer, L. D., 1965. Simulation of rainfall for soil erosion research. *Transaction of American Society of Agricultural Engineers*, 8: 63-65.

- MGM, 2019. T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <http://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilçeleristatistik.aspx>. Erişim tarihi: 16.04.2020.
- Navas, A., F. Alberto, J. Machin & A. Galan, 1990. Design and operation of a rainfall simulator for field studies of runoff and soil erosion. *Soil Technology*, 3: 385-397. [https://doi.org/10.1016/0933-3630\(90\)90019-Y](https://doi.org/10.1016/0933-3630(90)90019-Y).
- Omar, M. A., Z. A. Rahaman & W. R. Ismail, 2014. Sediment and nutrient concentration from different land use and land cover of Bukit Merah Reservoir (BMR) Catchment, Perak, Malaysia. *Geografi*, 2 (2): 52-65.
- Petan, S., S. Rusjan, A. Vidmar & M. Mikos, 2010. The rainfall kinetic energy-intensity relationship for rainfall erosivity estimation in the Mediterranean part of Slovenia. *Journal of Hydrology*, 391: 314-321. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2010.07.031>.
- Rosewell, C. J., 1986. Rainfall kinetic energy in eastern Australia. *Journal of Climate and Applied Meteorology*, 25: 1695-1701. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1986\)025<1695:RKEIEA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1986)025<1695:RKEIEA>2.0.CO;2)
- Sausa Junior, S. F & E. Q. Siqueira, 2011. Development and Calibration of a Rainfall Simulator for Urban Hydrology Research. 12<sup>th</sup> International Conference on Urban Drainage, Porto Alegre, Brazil, 11-16 September 2011.
- Sempere-Torres, D., C. Salles, J. D. Creutin & G. Delrieu, 1992. Quantification of soil detachment by raindrop impact: performance of classical formulae of kinetic energy in Mediterranean storms. *Erosion and Sediment Transport Monitoring Programmes in River Basins (Proceedings of the Oslo Symposium, August 1992)*. IAHS Publ., No. 210, 1992.
- Tossell, R. W, W. T. Dickinson, R. P. Rudra & G. J. Wall, 1987. A portable rainfall simulator. *Canadian Agricultural Engineering*, 29: 155-162.
- Uplinger, C. W., 1981. A new formula for raindrop terminal velocity. In: *Abstracts of 20<sup>th</sup> Conference of Radar Meteorology*. American Meteorological Society, Boston, USA, pp. 389-391.
- Usón, A. & M. C. Ramos, 2001. An improved rainfall erosivity index obtained from experimental interrill soil losses in soils with a Mediterranean climate. *Catena*, 43: 293-305.





## Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):43-59  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.891627>

Murat BOYACI<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Aegean University Faculty of Agriculture  
Department of Agricultural Economics  
35100, Bornova- Izmir/Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[murat.boyaci@ege.edu.tr](mailto:murat.boyaci@ege.edu.tr)

**Keywords:** Adoption of innovations,  
Aegean Region, agricultural extension

**Anahtar Kelimeler:** Yeniliklerin  
benimsemesi, Ege Bölgesi, tarımsal yayım

# Factors affecting the adaptation of farmers to innovations according to extension workers: The case of Aegean Region\*

Yayımcılara göre çiftçilerin yenilikleri benimsemesini etkileyen faktörler: Ege Bölgesi örneği

\*This article was supported by TUBITAK as project number 112O208 (TUBITAK Program 1001, project title "A Research on Improving of Agricultural Innovation System: case of Aegean Region)

Received (Alınış): 05.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 11.08.2021

## ABSTRACT

**Objective:** In this study, the adoption of innovations, which is the main performance indicator in extension organizations examined with the help of data collected from 966 extension workers in the Aegean Region. The main purpose of the study was to determine the effective factors in the adoption of innovations in agricultural extension.

**Material and Methods:** The research was data collected from public, private companies, extension workers working in farmers' organizations, and dealers by using a survey in eight provinces in the Aegean Region. In the interpretation of data, descriptive statistics such as percentages, and averages, and Kruskal Wallis, chi-square, T, reliability tests and factor, correlation, and logistic regression analyses were employed for interpret the data.

**Results:** An extension worker in the region averagely serves 1559 farmers. Although one-fourth of the extension workers in the region are women, the levels of benefiting of services by women farmers are low. The rate of extension activities in working hours (26.4%) and farmers' adoption rates of innovations/suggestions (56%) are low. Extension workers give 1.5 suggestions/innovations per year to farmers in the region. The adoption levels of innovations are high for fruits and vegetables production.

**Conclusions:** The age of extension workers, their occupational satisfaction, extension share in the working hours, and the number of days devoted to farmers' visits, the number of farmers reached, the farmers' education levels, attending in-service training, as information sources to utilize the market mechanisms, and giving the place for economic, social, and environmental dimensions besides technical increase the adoption rates of the farmers to innovations in the region.

## ÖZ

**Amaç:** Çalışmada yayım örgütlerinde başlıca performans göstergesi olan yeniliklerin benimsemesi Ege Bölgesindeki 966 yayımcıdan derlenen veriler yardımıyla incelenmiştir. Tarımsal yayımda yeniliklerin benimsemesinde etkili faktörlerin belirlenmesi çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma verileri Ege Bölgesi'ndeki sekiz ildeki kamu, özel şirket, çiftçi örgütleri ve girdi bayilerinde çalışan yayımcılardan anket yoluyla toplanmıştır. Verilerin yorumlanmasında yüzdeler ve ortalamalar gibi tanımlayıcı istatistikler ve Kruskal Wallis, ki-kare, T, güvenilirlik testleri ve faktör, korelasyon, lojistik regresyon analizleri kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Bölgede bir yayımcı ortalama olarak 1559 çiftçiye hizmet vermektedir. Bölgede yayımcıların dörtte biri kadın olmasına rağmen kadın çiftçilerin hizmetlerden yararlanma düzeyi düşüktür. Meseide yayım etkinlikleri (%26,4) ve çiftçilerin yenilikleri/önerileri benimseme (%56) oranları düşüktür. Yayımcılar çiftçilere yılda 1,5 adet öneri/yenilik aktarmışlardır. Yeniliklerin benimseme düzeyi meyve ve sebzelerde yüksektir.

**Sonuç:** Yayımcıların yaşı, mesleki memnuniyeti, yayımın mesaideki payı ve çiftçi ziyaretleri için ayrılan gün sayıları, ulaşılan çiftçilerin sayısı, çiftçilerin eğitim düzeyi, hizmet içi eğitim alınması, piyasa mekanizmalarının bilgi kaynağı olarak kullanımı, teknik kadar ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlara yer verilmesi benimseme düzeyini arttırmaktadır.

## INTRODUCTION

Extension has made significant contributions to agricultural production and development since the last century. In these contributions, knowledge and innovation are important factors in agriculture as in other sectors, and they trigger the development of agriculture and the increase of competitive capacity. Achieving efficiency in extension, which has a central function in the production, introduction, and dissemination of knowledge / innovation in agriculture, is vital for change (Van der Bor et al., 1995; Csaki, 1999; Balit, 1993), and the utilization of innovations also contributes to the increases in socio-economic benefits of research, and extension (Strauss et al., 1991). Agricultural extension, which is the adult education efforts carried out with the aim to increase the living standards and satisfactory life in rural areas, carries out activities for the adoption of innovations and behaviors for the desired change. For this purpose, extension transfers innovations/suggestions with the different goals on productivity and production increases, reduction of production costs, protection human and environmental health, etc. to rural areas. The rate of adoption of innovations/suggestions, which is the output of extension, is accepted as a performance evaluation criterion in organizations/projects (Engel, 1990). Different approaches have been employed to improve the efficiency of the extension, which is at the center of the process. (Roling, 1989; Wagemans, 1990).

A pluralistic structure is dominant in Aegean Region due to the extension activities carried out by public organizations, private sectors, input sellers, chambers of agriculture and farmer cooperatives. In the study, the factors affecting the adoption of agricultural innovations in the Aegean Region are examined from the perspective of extension workers. For this purpose, extension workers were asked to what extent the farmers adopted to innovations and the effects of personal characteristics and extension factors were investigated. As the data of 2019, agricultural land in Turkey (230995034 hectares) of 12%, and those employed in the agricultural sector (27,2 million people), 17% are in the Aegean Region. 13,3% of the country's agricultural production value (51,3 billion US\$) is realized in the region. Annual export revenue is about 181 billion dollars in Turkey and its 3,1% (5,6 billion US\$) belongs to agriculture. The region has a 24.4% share in the country's agricultural products exports value (TUIK, 2019).

In the study, some personal characteristics of extension workers, innovation / extension suggestions, target groups, priority issues, the level of adoption of innovations and the reasons for rejection, sources of information for innovations, factors affecting the adoption rate of farmers were examined and the recommendations were developed. In the study, all provinces and different extension organizations in the Aegean Region were included, and suggestions for organizations and activities were developed.

## MATERIAL and METHOD

This research was conducted with approval from the Local Animal Ethics Committee of Animal Experiments of KOS 13 26.09.2012.

The research data were collected from public, private companies, extension workers working in farmers' organizations, consultants, and input dealers by using a survey in eight provinces in the Aegean Region in 2015-2016. Interviews were made with extension workers in the centers of the provinces in the region and in the designated districts. Simple Random Sampling method used to calculate the number of interviewed public extension workers, input sellers and farmers. The number of interviews in public extension organizations (in Ministry of Agriculture and Forestry) calculated as 549 with a 99% confidence interval and a 5% margin of error. From 972 input sellers in the region by 95% confidence interval and 5% margin of error for each province were calculated totally 213 dealer interviews. Although full participation of the extension workers from cooperatives, chambers of agriculture, consultants, and companies (processing, marketing inputs, and agricultural products, etc.) was desired for surveying, 204 of them filled the questionnaire form. After all, a total of 966 extension workers were interviewed in the study from 56.8% in the public sector, 22.1% in input dealers, 8% in consultants, 6.1% in private companies, and 6.7% in farmers' organizations. The distribution of extension workers by province is as follows; 21.3% Izmir; 17.9% Manisa; 17% Aydin; 10.2% Denizli; 8.7% Mugla; 7.1% Usak; 8.9% Afyon and 8.9% Kutahya (Table 1).



With the questionnaire, some personal characteristics and activities of the extension workers were collected. Attitudes, behaviors, and opinions were determined by using the five-point Likert scale. In the interpretation of data, the descriptive statistics such as percentages, and averages, and Kruskal Wallis, chi-square, T, reliability tests and factor, correlation, logistic regression analyzes were employed for interpreting the data. All innovation/ suggestions such as new practices, techniques, technology, knowledge, skills, and behaviors transferred by extension to farmers are expressed as "innovation" in the study.

**Table 1:** Number of extension workers by provinces and extension organizations

**Çizelge 1.** İllere ve yayım kuruluşlarına göre yayımcıların sayıları

Provinces									
Province	Izmir	Manisa	Aydin	Denizli	Mugla	Usak	Afyon	Kutahya	Total
Number	206	173	164	99	84	68	86	86	966
Percentage, %	21,3	17,9	17,1	10,2	8,7	7,0	8,9	8,9	100
Status of Extension organizations									
Status	Public	Firms	Input sellers	Cooperative/ chambers	Consultants	Total			
Number	549	59	213	65	80	966			
Percentage, %	56,8	6,1	22,1	6,7	8,3	100			

## RESULTS and DISCUSSION

### Personal characteristics

The average age of the extension workers in the Aegean Region was found to be 38; 26.5% are women; 58.9% are of urban origin, 14.2% are agricultural vocational high schools, 74.9% are agricultural faculties/graduates of the college. 18% of the extension workers have postgraduate, including those who continue. Extension workers are recommended to live in rural areas as it provides advantages in terms of awareness and integration (Arnon, 1989). 81.8% of the interviewees work in the district / town or villages. Satisfaction affects the motivation and productivity of employees and makes positive contributions to the realization of organizational goals (Yilmaz and Dilmac, 2011). Extension workers with 11.1 years of professional experience (Table 2) have a medium level of satisfaction with their work in terms of economy and profession.

**Table 2.** Some personal characteristics of extension workers

**Çizelge 2.** Yayımcıların bazı kişisel özellikleri

Characteristics	Group	Number	Percentage, %
Gender	Female	252	26,5
	Male	698	73,5
	Total	950	100,0
Origins	Rural	392	41,1
	Urban	562	58,9
	Total	954	100,0
Education	Agricultural high school	137	14,2
	Faculty, university	829	85,8
	Total	966	100
Postgraduate education	No	794	82,2
	Yes	172	17,8
	Total	966	100,0
Working place	Urban	169	18,2
	Rural	761	81,8
	Total	930	100,0

Note: some totals are lower than 966 as some of the interviewees did not respond.

### Extension activities

The number of farmers that extension workers can visit varies between 20 and 100 farmers per week, depending on the region, transportation facilities, product variety, and organizational objectives (TOKB, 1987; Expere, 1974). There are 2000 farmers per extension workers worldwide, but only 10% of these farmers being served (Feder, et al, 1999, Swanson et al, 1989). It is known that extension workers in the European Union devote 75% of their time to extension activities (Boyacı, 1996).

In the Aegean Region, extension workers devote their time 26.4% extension (farmer training) and 24.7% bureaucratic activities. Extension workers have transferred an average of 7.5 (1.5 per year) innovations to farmers in the last five years. 30.9% of the innovations developed within the institutions themselves.

An extension worker serves an average of 1559 farmers in the Aegean Region. For this purpose, they are able to spend 9.8 days in a month for field visits and reach 56% of the farmers in their areas. The average age of the most contacted farmers is 45.4 years, and their education period is 6.2 years. Extension workers target medium-sized, small, and large enterprises, respectively, and 16.2% of those who benefit from extension services are women farmers (Table 3). Extension workers with high levels of satisfaction in their jobs transfer more innovations to the rural areas (Table 4).

**Table 3.** Some extension indicators in the region

**Çizelge 3.** Bölgedeki bazı yayım göstergeleri

Extension indicators	Mean	Standard deviation
Number of farmers responsible for extension	1559	4411
Number of days devoted to farmer visits in a month	9,8	6,3
Percentage of the responsible farmers who are regularly interviewed (%)	56,2	29,4
Average age of the most frequently contacted farmers	45,4	7,2
Average education years of the most frequently contacted farmers	6,2	2,1
The share of large-scale farms in target groups in extension activities (%)	29,6	22,4
The share of middle-scale farms in target groups in extension activities (%)	36,3	19,4
The share of small-scale farms in target groups in extension activities (%)	34,1	25,2
The share of male farmers in target groups in extension activities (%)	83,8	16,5
The share of female farmers in target groups in extension activities (%)	16,2	16,4

**Table 4.** Number of innovations transferred according to the job satisfaction, T Test

**Çizelge 4.** İş memnuniyetine göre aktarılan yenilik sayısı, T Testi

Satisfaction levels	Number of innovations	Number	Mean●	Standard deviation	T Value	Degrees of freedom	P value
Occupational satisfaction	Low	401	3,32	1,158	-1,756*	601	0,08
	High	202	3,49	1,116			
Economic satisfaction	Low	402	3,42	1,107	-2,064**	602	0,04
	High	202	3,61	1,088			

The level of significance \*\*  $\alpha < 0,05$ ; \*  $\alpha < 0,1$  ● Likert scale 1: not at all 5 a lot

### Level of adoption of innovations

Performance in extension organizations and projects is measured by the adoption and continuity of innovations (Engel, 1990). In some extension organizations, in the case of farmers' innovation adoption level below 80% is accepted as low performance (Saidin and Idris, 1995). In addition to the transfer of new practices and technologies for change in rural areas, the diversity of innovations is important for the farmers to choose. The average number of innovations that extension workers have conveyed to farmers in the last five years is 7.5, and there is no difference between provinces. According to extension workers, the rate of adoption of innovations by farmers is 56.2% (In the interviews conducted with farmers in the region within the scope of the research (Boyaci, 2016), farmers had stated that they implemented 5.4 out of 10 innovations suggested). In this study, the suggestions made by the publishers to the farmers, including inputs, methods, soft or hard technologies, defined as innovation. The fact that something heard or used for the first time by farmers is important for it considered an innovation. According to extension workers, the adoption level of farmers is different in provinces, and the rate of adoption in Aydin, Izmir, Mugla, and Manisa is above the regional average (Table 5). According to the extension organizations, there is no difference in the number of innovations developed in the last five years, but the adoption rates are different. The rate of adoption is highest in dealers, followed by consultants, firms, cooperatives/chambers, while the rate of adoption in the public organization is the lowest (Table 6).

**Table 5.** Number of innovations and adoption levels by provinces, Kruskal Wallis Test

**Çizelge 5.** İllere göre yenilik sayıları ve benimsenme düzeyleri, Kruskal Wallis testi

Variable	Province	Number	Mean	Mean Rank	Chi square value	Degrees of freedom	P value
The number of innovations transferred to farmers in the last five years	Izmir	134	7,81	301,90	4,685	7	0,698
	Manisa	103	8,50	318,09			
	Aydin	99	7,37	292,16			
	Denizli	64	8,03	331,26			
	Mugla	53	5,75	277,07			
	Uzak	53	7,57	313,69			
	Afyon	51	6,24	315,05			
	Kutahya	52	6,73	288,95			
	General	609	7,45				
Proportion of farmers adopting innovations	Izmir	195	59,9	495,81	33,941***	7	0
	Manisa	169	58,1	478,06			
	Aydin	149	61,0	501,84			
	Denizli	98	51,2	408,75			
	Mugla	76	59,3	495,88			
	Uzak	68	52,1	414,10			
	Afyon	80	44,6	339,04			
	Kutahya	80	52,9	422,44			
	General	915	56,2				

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$

**Table 6.** Number of innovations by organizations and the level of adoption, Kruskal W. Test**Çizelge 6.** Kuruluşlara göre yenilik sayıları ve benimseme düzeyi, Kruskal W. Testi

Variable	Status	Number	Mean	Mean rank	Chi square value	Degrees of freedom	P value
The number of innovations transferred to farmers in the last five years	Public	372	7,36	312,35	5,508	4	0,239
	Firm	36	6,33	287,36			
	Input sellers	119	6,78	274,77			
	Cooperative/chambers	30	8,80	318,55			
	Consultant	52	9,63	325,98			
	General	609	7,45				
Proportion of farmers adopting innovations	Public	523	49,72	391,69	78,618***	4	0
	Firm	52	64,13	539,88			
	Input sellers	202	65,69	556,2			
	Cooperative/chambers	63	62,56	521,27			
	Consultant	75	65,33	546,01			
	General	915	56,23				

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$

### Crop groups in extension activities

In the region with a high variety of products, extension workers serve an average of 8 different crops. The crop groups that extension workers work in are fruits, vegetables, fodder crops, cereals, industrial crops, nuts, oilseeds and legumes, and ornamental plants, respectively (Table 7). According to extension workers, the adoption level of innovations is different in crop groups. The propensity to adopt is highest for fruits and vegetables, followed by industrial crops. In the cereals and forage crops, on the other hand, the tendency to adopt innovations is low (Table 8).

**Table 7.** Crop groups that extension workers work with ●**Çizelge 7.** Yayımcıların çalıştıkları ürün grupları ●

Crop groups	Mean	Standard deviation
Fruits	3,03	1,53
Vegetables	2,77	1,51
Forage crops	2,64	1,50
Cereals	2,60	1,48
Industrial crops	2,22	1,41
Nuts	1,98	1,26
Oilseeds and legumes	1,92	1,23
Ornamental plants	1,46	1,02

● Likert scale 1: not at all 5 a lot

**Table 8.** Adoption levels of innovations by crop groups, T Test**Çizelge 8.** Ürün gruplarına göre yeniliklerin benimsenme düzeyleri, T testi

Crop Groups	Level of adoption	Number	Mean	Standard deviation	T value	Degrees of freedom	P value
Cereals	Low	430	2,75	1,495	2,34**	913	0,02
	High	485	2,52	1,465			
Industrial crops	Low	430	2,03	1,293	3,92***	912,8	0
	High	485	2,39	1,48			
Fruits	Low	430	2,91	1,472	2,92***	913	0
	High	485	3,20	1,55			
Vegetables	Low	430	2,63	1,442	3,49***	913	0
	High	485	2,98	1,542			
Ornamental plants	Low	430	1,37	0,894	2,10**	909,1	0,04
	High	485	1,51	1,077			
Forage crops	Low	430	2,78	1,511	2,21**	913	0,03
	High	485	2,56	1,473			

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$ ; \*\*  $\alpha < 0,05$

### Farmer's first approach

The approaches guide objectives, target groups, program, relations, method, and financing in extension (Axinn, 1988). In developing countries, extension and research organizations within the Ministries of Agriculture dominate from setting priorities to information flow. Farmer's first approach is an alternative to general extension models and foresees farmer participation in stages such as problem determination, solution development, monitoring, and evaluation (Chambers, 1994). Although the farmer's first model was not institutionalized in the region, the present level of trends such as farmer priorities, conditions, expectations, and feedback on innovations in the extension agenda was examined (Table 9). To emphasize the influence of the farmer / rural people in determining the extension agenda, these tendencies were briefly expressed as "farmer first" in the study. according to the analysis results the rate of adoption levels of farmers is high in extension workers who considering the elements of farmer first approach (Table 10). The usage levels of the farmer first approach in organizations are different, and it is preferred more in consultants and cooperatives/chambers than public and private sectors (Table 11).

**Table 9.** Farmers' impact on the extension agenda**Çizelge 9.** Yayım gündeminde çiftçilerin etkisi

Tendencies	Mean	Standard deviation
Considering the priorities of rural areas	3,80	0,98
Including farmer knowledge and innovations	3,70	0,93
Suggestions from farmers	2,95	1,03
Providing feedback from farmers	2,94	1,01
Including farmers in setting priorities	2,78	1,10

● Likert scale 1: not at all 5 a lot

**Table 10.** Extension approach and adoption level of innovations, T Test**Çizelge 10.** Yayım yaklaşımı ve yeniliklerin benimsenme düzeyi, T Testi

Tendency	Level of adoption	Number	Mean	Standard deviation	T Value	Degrees of freedom	P value
Farmer first	Low	423	3,09	0,632	-5,49***	893,864	0
	High	474	3,33	0,684			

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$

**Table 11.** The effect of farmers on extension according to organizations, Kruskal Wallis Test**Çizelge 11.** Kuruluşlara göre çiftçilerin yayıma etkisi, Kruskal Wallis Testi

Tendency	Status	Number	Mean	Mean rank	Chi square value	Degrees of freedom	P value
Farmer first	Public	546	3,15	449,77	16,887***	4	0,00
	Firm	55	3,20	475,38			
	Input sellers	199	3,21	480,28			
	Cooperative/chambers	62	3,26	492,37			
	Consultant	77	3,47	565,01			
	General	939	3,20				

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$

There is a significant relationship between extension workers' in-service training and the adoption of innovations. Considering that the shelf life of knowledge is calculated as two years for experts in agriculture and five years for extension workers (Misra, 1991), the importance of updating knowledge and skills increases exponentially. The numbers and adoption rates of innovations developed and transferred to farmers is higher in extension workers who receive regular in-service training (Table 12).

**Table 12.** Innovations and at in-service training, T Test**Çizelge 12.** Yenilikler ve hizmet içi eğitim, T testi

Variable	Group	Number	Mean	Standard deviation	T value	Degrees of freedom	P value
In-service training and number of innovations	Low	406	2,42	1,108	-2,68**	606	0,01
	High	202	2,68	1,093			
In-service training and adoption level of adoption innovations	Low	429	2,33	1,064	-3,64***	909	0
	High	482	2,59	1,143			

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,001$ ; \*\*  $\alpha < 0,05$

### General objectives in extension

General objectives of extension in the region are improving product quality, increasing production and productivity, consumer health and food safety, reducing environmental damage, and reducing input costs (Table 13). The existence of these objectives, which are grouped into three groups as technical, economic, and social-environmental, are different by provinces. Technical in Mugla, Manisa, Denizli, Izmir, and Aydın; economical in Manisa, Denizli and Mugla provinces; and social-environmental objectives in Denizli, Izmir, Manisa, Mugla, and Kutahya are higher priorities (Table 14). The priorities are also different in extension organizations. Technical, economic, and social-environmental objectives are taken more place in consultants, dealers, and cooperatives/ chambers than firms and public organizations (Table 15).

**Table 13.** The general objectives in extension activities<sup>6</sup>**Çizelge 13.** Yayım çalışmalarında genel hedefler<sup>6</sup>

Objectives	Mean	Standard deviation
Improving crop quality	4,27	0,92
Increasing production and yield	4,24	0,95
Consumer health and food safety	4,22	0,95
Reducing environmental damages	4,05	1,04
Reducing input costs in production	3,93	1,02
Ensuring farmer and workers health/safety in production	3,89	1,07
Decreasing manpower costs in production	3,83	1,04
Improving existing product / application	3,82	0,95
Adapting existing product / application to new conditions	3,77	0,93
Decreasing energy costs in production	3,75	1,07
Developing new products / applications	3,44	1,11

● Likert scale 1: not at all 5 a lot

**Table 14.** Priority objectives in extension by provinces, Kruskal Wallis Test**Çizelge 14.** İllere göre yayımdaki öncelikli hedefler, Kruskal Wallis Testi

Objectives	Province	Number	Mean	Mean Rank	Chi square value	Degrees of freedom	P value
Technical	Izmir	198	19,66	453,77	22,41***	7	0
	Manisa	164	19,99	498,00			
	Aydin	153	19,66	460,12			
	Denizli	97	19,93	493,33			
	Mugla	78	20,19	505,58			
	Uzak	65	18,09	356,22			
	Afyon	78	18,44	395,99			
	Kutahya	84	19,07	442,08			
	General	917	19,52				
Economic	Izmir	198	11,20	421,41	23,71***	7	0
	Manisa	164	12,11	519,86			
	Aydin	153	11,50	457,67			
	Denizli	97	11,90	493,56			
	Mugla	78	11,81	486,00			
	Uzak	65	10,60	381,42			
	Afyon	77	11,03	413,73			
	Kutahya	85	11,51	467,65			
	General	917	11,51				
Social and environmental	Izmir	198	12,52	486,51	22,81**	7	0
	Manisa	164	12,35	480,6			
	Aydin	153	12,00	435,04			
	Denizli	97	12,62	496,68			
	Mugla	78	12,26	479,75			
	Uzak	65	11,14	360,25			
	Afyon	79	11,28	387,23			
	Kutahya	84	12,17	468,15			
	General	918	12,15				

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$ ; \*\*  $\alpha < 0,05$

**Table 15.** Comparison of priority objectives by organizations, Kruskal Wallis Test**Çizelge 15.** Kuruluşlara göre öncelikli hedeflerin karşılaştırılması, Kruskal Wallis Testi

Objectives	Status	Number	Mean	Mean Rank	Chi square value	Degrees of freedom	P value
Technical	Public	532	19,33	441,25	12,05**	4	0,01
	Firm	54	18,78	404,31			
	Input sellers	195	19,93	502,11			
	Cooperative/chamber	61	19,56	463,5			
	Consultant	74	20,36	503,02			
	General	916	19,52				
Economic	Public	532	11,41	447,24	9,84**	4	0,04
	Firm	54	10,78	387,59			
	Input sellers	196	11,73	491,97			
	Cooperative/chamber	61	11,85	495,45			
	Consultant	74	11,88	478,29			
	General	917	11,51				
Social and environmental	Public	533	11,95	439,35	17,24***	4	0
	Firm	54	11,56	389,73			
	Input sellers	195	12,63	514,05			
	Cooperative/chamber	61	12,57	497,12			
	Consultant	74	12,45	474,57			
	General	917	12,15				

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$ ; \*\*  $\alpha < 0,05$

### Some organizational values

The adoption of behaviors that encourage interaction with inside and outside the organization in management will help institutionalize innovation and governance in organizations (Boyacı, 2020). The values such as taking initiative, satisfaction with working conditions, encouragement of cooperation with different segments, innovation-oriented activities, regular monitoring and evaluation of activities, clear definition of organizational policies, processes, values, goals, individual willingness, and environment to teamwork, not being too bureaucratic, and equivalence of responsibilities are divided into two groups as individual freedom and institutional behaviors/operation (Table 16).

**Table 16.** Some values in extension organizations**Çizelge 16.** Yayın kuruluşlarındaki bazı değerler

Group	Values	Mean	Standard deviation
Individual freedom	I can easily use initiative in my work	3,65	1,08
	I am satisfied with the working conditions	3,19	1,15
	I can do teamwork	2,81	1,20
organizational behavior	Collaboration with different organizations is encouraged	3,09	1,05
	Innovation drives corporate activities	3,08	1,02
	Studies are regularly monitored and evaluated	3,07	1,13
	The policies, processes, values, and goals are clearly defined	2,94	1,17
	The institution does not work with overly bureaucratic rules	2,76	1,16
	Authorities and responsibilities in the institution are equivalent	2,63	1,2

● Likert scale 1: not at all 5 a lot



The adoption levels of innovations are different according to the level of values in organizations. While individual freedom levels are higher in firms, consultants, dealers, they are low in cooperatives/chambers and public organizations. Values related to corporate behavior /operation, which are considered important in terms of innovation, are high in consultants, companies, and dealers, and low in cooperatives/chambers, and the public (Table 17). The adoption rates of innovations transferred to farmers by organizations with more values related to individual freedom and organizational behavior/operation are higher (Table 18).

**Table 17.** Comparison of individual and institutional behavior in organizations, Kruskal W. T.

**Çizelge 17.** Kuruluşlardaki bireysel ve kurumsal davranışların karşılaştırması, Kruskal W. T.

Behavior	Status	Number	Mean	Mean Rank	Chi square value	Degrees of freedom	P value
Individual freedom	Public	537	9,09	397,09	69,36***	4	0
	Firm	53	10,92	588,43			
	Input sellers	185	10,22	519,61			
	Cooperative/chambers	60	10,10	513,33			
	Consultant	74	10,84	570,83			
	General	909	9,63				
organizational behavior	Public	537	16,94	385,84	101,98***	4	0
	Firm	51	19,88	576,35			
	Input sellers	184	19,02	520,48			
	Cooperative/chambers	59	18,92	514,33			
	Consultant	75	21,09	642,19			
	General	906	18				

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$

**Table 18.** Adoption of innovations according to individual and organizational behavior, T Test

**Çizelge 18.** Bireysel ve kurumsal davranışlara göre yeniliklerin benimsenmesi, T testi

Behavior	Level of adoption	Number	Mean	Standard deviation	T value	Degrees of freedom	P value
Individual freedom	Low	410	9,07	2,418	-6,18	864,95	0
	High	457	10,14	2,675			
organizational behavior	Low	409	17,06	3,889	-6,37	860,93	0
	High	454	18,83	4,279			

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$

### Reasons farmers reject innovations

The acceptance of innovations is affected by different expectations such as economic, social, psychological, technical, and ecological. The weakness of actor relations, insufficiency of extension activities and economic supports, market uncertainties also reduce the tendency of farmers' adoption. According to the extension workers, the rejection reasons innovations by the farmers were grouped into two groups as farmer-driven and innovation-driven via the results of factor analysis (Table 19).

**Table 19.** Reasons for farmers not to accept innovations, Factor Analysis**Çizelge 19.** Çiftçilerin yenilikleri kabul etmeme nedenleri, Faktör analizi

Factor groups	Factors	Mean●	Factor loads	The explanatory factors (%)	Reliability
Farmer driven	Farmers being traditional	4,11	0,825	46,252	0,821
	Low education level of farmers	3,84	0,822		
	Not believing in the benefits of innovations	3,74	0,706		
	Farmers don't trust innovations	3,78	0,661		
	Lack of information about innovation	3,80	0,640		
Innovation driven	Failure to comply with farmer's conditions and problems	3,62	0,811	17,141	0,768
	Innovations not satisfying farmers	3,49	0,806		
	Does not match farmer priorities	3,62	0,784		
			Total	63,393	
Kaiser-Meyer-Olkin scale validity		0,791	Bartlett test	Chi square value	2918,3***
Degrees of freedom		28		P value	0

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$  ● Likert scale 1: not at all 5 a lot

### Information sources of innovations in extension

The resources used in the development process of innovations in the extension are grouped under the titles of internet, scientific resources, Ministry of Agriculture and Forestry (MAF) and agricultural policies, farmers and their organizations, and market mechanisms (Table 20).

**Table 20.** Information sources used in the development of innovations●**Çizelge 20.** Yeniliklerin geliştirilmesinde kullanılan bilgi kaynakları●

Information sources	Mean	Standard deviation
Internet	3,95	1,07
Scientific sources (research, university, journals, meetings, etc.)	3,68	16,4
MAF and agricultural policies	3,56	1,07
Farmers and farmers organizations	3,48	0,98
Market mechanisms (merchants, exporters, processors, input companies)	2,67	0,98

● Likert scale 1: not at all 5 a lot

The adoption rates are higher among those who consider the market mechanisms, farmers, and their organizations as information sources in the process of innovations and low among those who use MAF and the agricultural policies (Table 21).

**Table 21.** Adoption level of innovations according to the sources, T Test**Çizelge 21.** Kaynaklarına göre yeniliklerin benimsenme düzeyi, T testi

Information sources	Level of adoption	Number	Mean	Standard deviation	T Value	Degrees of freedom	P value
Farmers and farmers organizations	Low	412	3,42	0,918	-2,16**	874,83	0,03
	High	465	3,56	1,022			
MAF and agricultural policies	Low	415	3,65	0,978	2,33**	873,869	0,02
	High	463	3,49	1,147			
Market mechanisms	Low	408	2,53	0,883	-4,01***	869,551	0
	High	464	2,79	1,028			

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$ ; \*\*  $\alpha < 0,05$

In the region, while the ratio of extension workers to use their own experiences and institutional resources in developing innovations is 30.9%, the rate of external resources is 69.1%. The farmers' adoption rate of innovations is higher in extension workers who use their own experiences/institutional resources (Table 22).

**Table 22.** Adoption of innovations according to the sources, T Test

**Çizelge 22.** Kaynaklarına göre ve yeniliklerin benimsenmesi, T Testi

Sources of innovations	Level of adoption	Number	Mean	Standard deviation	T Value	Degrees of freedom	P value
Own experiences of individual and organization	Low	379	28,72	24,492	-2,63**	798	0,01
	High	421	33,26	24,399			
Outside the organization	Low	378	71,47	24,256	2,67**	796	0,01
	High	420	66,89	24,213			

The level of significance: \*\*  $\alpha < 0,05$

Significant and positive relationships were found between crop groups and information sources. As an information source internet has a meaningful and positive relationships with all crop groups. In fruits and nuts, there are significant and positive relationships in the use of market mechanisms, MAF, and agricultural policies in addition to the internet, and the usage of these resources increases in fruit groups. Internet, and market mechanisms in industrial crops, and vegetables; internet, MAF, and agricultural policies in cereals, oilseeds, legumes, and forage crops are more preferred as information sources (Table 23).

**Table 23.** Relationship between crop groups and information sources, Correlation Analysis

**Çizelge 23.** Ürün grupları ile bilgi kaynakları ilişkisi, Korelasyon analizi

Crop groups	Spearman's rho	Internet	Market mechanisms	MAF, agric. policies
Cereals	<b>Correlation</b>	meaningful and positive		meaningful and positive
	Correlation Coefficient	,131***		,126***
	P value	0		0
Oilseeds and legumes	<b>Correlation</b>	meaningful and positive		meaningful and positive
	Correlation Coefficient	,092**		,139***
	P value	0,01		0
Industrial crops	<b>Correlation</b>	meaningful and positive	meaningful and positive	
	Correlation Coefficient	,077**	,133***	
	P value	0,02	0	
Nuts	<b>Correlation</b>	meaningful and positive		meaningful and positive
	Correlation Coefficient	,083**		,127***
	P value	0,01		0
Fruits	<b>Correlation</b>	meaningful and positive	meaningful and positive	meaningful and positive
	Correlation Coefficient	,074**	,116***	,071**
	P value	0,04	0	0,03
Vegetables	<b>Correlation</b>	meaningful and positive	meaningful and positive	
	Correlation Coefficient	,075**	,139***	
	P value	0,02	0	
Forage crops	<b>Correlation</b>	meaningful and positive		meaningful and positive
	Correlation Coefficient	,125***		,171***
	P value	0		0

The level of significance: \*\*\*  $\alpha < 0,01$ ; \*\*  $\alpha < 0,05$

## Diffusion channels of innovations

In the region, the tools and methods utilized by extension for the diffusion of innovations are listed as individual interviews, group methods, digital tools, TV-radio-video, and printed materials (Table 24). Individual interviews, group methods, printed material, and the usage of digital tools increase the adoption rate of farmers (Table 25).

**Table 24.** Diffusion channels of innovations ⑤

**Çizelge 24.** Yeniliklerin yayılma kanalları ⑤

Diffusion channels	Mean	Standard deviation
Individual interviews	4,09	0,99
Group methods	3,93	0,99
Digital tools	3,23	1,15
TV, radio, video film etc.	3,22	16,87
Printed materials	2,83	1,08

● Likert scale 1: not at all 5 a lot

**Table 25.** The adoption levels of innovations according to diffusion channels, T Test

**Çizelge 25.** Yayılma kanallarına göre yeniliklerin benimsenme düzeyleri, T Testi

Diffusion channels	Level of adoption	Number	Mean	Standard deviation	T value	Degrees of freedom	P value
Individual interviews	Low	411	4,03	1,002	-2,53**	860	0,01
	High	451	4,20	0,948			
Group methods	Low	410	3,87	0,971	-2,52**	861	0,01
	High	453	4,04	0,991			
Digital tools	Low	396	3,16	1,151	-1,88*	835	0,06
	High	441	3,31	1,144			
Printed materials	Low	399	2,76	1,063	-1,88*	834	0,06
	High	437	2,91	1,108			

The level of significance: \*\*  $\alpha < 0,05$ ; \*  $\alpha < 0,1$

## Factors affecting innovation adoption

To determine the factors affecting the adoption of innovations by farmers, the model consisted of dependent and independent variables was established. The dependent variable was defined in two groups as low and high adoption rates. Age of extension workers, occupational satisfaction, the share of extension in working hours, number of days devoted for farmer visits in per month, rate of target farmers visited, the education levels of the farmers interviewed, receiving in-service training, using information sources market mechanisms, and MAF, and agricultural policies, and the priority of technical objectives in extension were taken as the independent variables in the equation of the model.

With the analysis, the change in the adoption level of innovations of one unit increase in independent variables was estimated. One-unit increment of independent variables according to the model; age 1.03; professional satisfaction, 1,2; the share of extension activities in working hours is 0.99 times; 1.05 days to visit farmers in a month; the interviewed farmers is 1.03; education level of the farmers is 1.1; in-service training on innovations 1,2; as information source market mechanisms 1,4; the priority of technical objectives in extension increases the rate of innovation adoption 1.1 times. On the other hand, one unit increase in the use of MAF and agricultural policies as innovation source reduces the adoption rate by 0.75 times in the region (Table 26).

**Table 26.** Factors effective in adopting innovations, Logistic Regression Analysis

**Çizelge 26.** Yeniliklerin benimsenmesinde etkili faktörler, Lojistik Regresyon Analizi

Variables in the Equation	B	S.E.	Wald	Sig.	Exp (B)
Constant	-5,619	0,854	43,259	0	0,00
Age of the extension workers	0,032	0,011	9,426	0,002	1,03
Occupational satisfaction level	0,186	0,088	4,461	0,035	1,20
The share of extension in working hours	0,011	0,005	5,542	0,029	0,99
Numbers of the day in a month for farmer visits	0,045	0,016	8,018	0,005	1,05
Rate of interviewees with targeted farmers	0,025	0,003	58,598	0	1,03
Education level of the interviewed farmers	0,105	0,046	5,228	0,022	1,11
Level of in-service training on innovations	0,150	0,089	4,837	0,042	1,16
Market mechanisms in preparing innovations	0,336	0,103	10,679	0,001	1,40
MAF and agricultural policies in preparing innovations	-0,284	0,091	9,695	0,002	0,75
Priority of technical issues in extension objectives	0,077	0,027	8,218	0,004	1,08

Note: Cox & Snell R Square: 0,326; Nagelkerke R Square: 0,451

## CONCLUSION and SUGGESTIONS

Extension activities are carried out to realize individual and social change. The change can be possible by adopting desired behaviors and practices in rural areas. Extension takes at central place of the rural change process because of its functions such as diagnosis, execution, facilitation, transferring, monitoring and evaluation. In this research, factors affecting the adoption of innovations by farmers with the help of data compiled from 966 extension workers working in different organizations in the Aegean Region (Table 27) and suggestions for increasing the efficiency in extension are presented below.

**Table 27.** Factors affecting farmers' adoption of innovations

**Çizelge 27.** Çiftçilerin yenilikleri benimsemelerini etkileyen faktörler

Factors	Adoption levels of farmers	
	Low level of adoption	High level of adoption
Age of the extension workers (experience)	Younger (low experience)	Old (experienced)
Occupational satisfaction level	low	high
Level of in-service training on innovations	Limited	more
number of days farmer visits per month	low	High
Rate of interviewees with targeted farmers	low	High
Education level of the interviewed farmers	low	High
Individual freedom in extension activities	low	High
Organizational behaviors/operation	low	High
Farmers impacts on extension agenda	low	High
Farmers driven reasons in rejection	high	Low
Innovation driven reasons in rejection	high	Low
Sources of innovations	Outside the organization	Own experiences/ organization
Information sources for innovations	MAF, agricultural policies	Farmers, farmer organizations, market mechanisms
Crop groups in extension	Cereals, Forage crops	Fruits, Vegetables, Industrial crops, Ornamental plants

The age and professional experience of extension workers are important factors, and experienced staff should be ensured to stay in the extension organizations.

- Adoption rates of innovations by farmers is 56%, which is unsatisfactory. This ratio shows that there are deficiencies in both the development and transfer of innovations. It is observed that farmers' conditions and priorities are not sufficiently considered in innovation development process and that sufficient time is not allocated for extension studies. The share of extension activities in working hours should be increased in the region.
- Innovations per year had been transferred to farmers by extension workers. In today's rapidly changing world, this number is unsatisfactory. However, in an environment where an extension worker averagely serves 1559 farmers, it is unlikely that further innovation will be transferred and adopted.
- Employment policy should be planned so that the maximum number of farmers per extension workers is 200, considering communication and transportation facilities. Increasing the number of extension workers and events will increase the number of farmers reached and the level of adoption of innovations.
- Increasing the economic and professional satisfaction levels of extension workers will contribute to the development of innovations and the adoption of farmers.
- Although one out of four extension workers in the region is a woman, the level of benefiting from extension services by women farmers is low. Extension activities for women are also important for providing the expected benefits from the support provided to women farmers in projects.
- Innovations from outside sources of organization have low rate of farmers' adoption. This situation shows that the relations between actors are not strong enough. Complex economic and production structures require compulsory cooperation in the sector.
- In the region general extension goals are listed as improving product quality, increasing production and productivity, consumer health and food safety, reducing environmental damage, and reducing input costs technical issues are at the forefront. Considering the economic, social, and environmental dimensions of agriculture is imperative for sustainability.
- The tendency to adopt innovation is increasing at products with high competition and interaction with the market. For example, propensity to adopt innovation is higher among fruit and vegetable growers. Innovations those take markets into account should be given more space in extension programs.
- The reasons for the rejection of innovations by the farmers in the region can be categorized in two groups as farmer-driven and innovation-driven. The success rate of extension workers, who take farmer priorities, conditions, suggestions, and feedback into their agenda, is increasing. For this reason, arrangements should be made to ensure the participation of farmers and institutionalize them.
- The number and adoption rates of innovations developed and transferred by extension workers who receive regular in-service training are high. Regular in-service training should not be neglected.
- Management approach should be able to embed the innovative philosophy in institutions. To this end, institutional values should encourage individual freedom and participatory, and flexible institutional functioning.
- There are meaningful and positive relationships between product groups and information sources. Using different sources of information will help increase the diversity of vision, cooperation, and adoption.

## REFERENCES

- Arnon, I., 1989. *Agricultural Research and Technology Transfer*, Elsevier Applied Science, London, and New York, 684 pp.
- Axinn, G., 1988. *Guide on Alternative Extension Approaches*, FAO, Rome, Italy, 148 pp.
- Balit, S., 1993. Development support communication and agriculture, the road ahead. *Development Communication Report*, 80 (1): 1-4.
- Boyaci, M., 1996. *Agricultural Extension in European Union Countries and Turkey*, Ege University Agricultural Research and Extension Centre, Extension Series (3), Bornova, Izmir, Turkey, 21s.
- Boyaci, M., 2016. A Research on Improving of Agricultural Innovation System: case of Aegean Region" TUBITAK Program 1001, Project No: 112O208, 148 pp.
- Boyaci, M., 2020. Agricultural extension and innovative culture in the Aegean Region, [Ege Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi](#), 57 (2): 191-208.
- Chambers, R., 1994. *Challenging the Professions, Frontiers for Rural Development*, Intermediate Technology Publications, 143 pp.
- Csaki, C., 1999. Agricultural higher education in transforming Central and Eastern Europe. *Agricultural Economics*, 21: 109-120.
- Engel, P., 1990. Knowledge management in agriculture, building upon diversity, knowledge in society. *The International Journal of Knowledge Transfer*, 3 (3): 28-35
- Expere, J.A., 1974. A comparative study of job performance under two approaches to Agricultural Extension Organization, Land Tenure Centre. *Research Paper*, 61: 62.
- Feder, G., A. Willett & W. Zijp, 1999. *Agricultural Extension Generic Challenges and Some Ingredients for Solutions*, The World Bank Policy Research Working Paper 2129, Washington DC., 32 pp.
- Misra, D.C., 1991. Extension training strategy for training extension personal for rainfed agriculture in India, *Rainfed Extension Strategies for Rainfed Agriculture* (Eds. C. Prasad & P. Das). Indian Society of Extension Education New-Delhi, India, 299-321.
- Roling, N., 1989. *The Agricultural Research Technology Transfer Interface: A Knowledge System Perspective*, ISNAR, Hague, Netherlands, 42 pp.
- Saidin, M. & I. Khairuddin, 1995. Research-extension approach: its impact on Malaysian cocoa smallholder's technology utilization, *Journal of Extension Systems*, December, 2 (11): 1-12.
- Strauss, J., M. Barbosa, S. Teixaria, D. Thomas & R. Gomes, 1991. *Role of Education and Extension in The Adoption of Technology: A Study of Upland Rice and Soybean Farmers in Central-West Brazil*, Yale University Economic Growth Center, Paper (456), Connecticut, USA., 20 pp.
- Swanson, B. E., B. J. Farnel & R. Bahal, 1989. The Current Status of Extension Worldwide. *Global Consultation on Agricultural Extension*, (Ed. B. E. Swanson), FAO, Rome, Italy, 43-76.
- TOKB, 1987. *TYUAP, Extension Guide*, Chapter 1, Ankara, 28 pp.
- TUIK, 2019. *Agriculture Statistics*. (Web page: <https://biruni.tuik.gov.tr/bolgeselistatistik>) (Date accessed: 12.1.2021).
- Van der Bor, M.J. Brydan. & A.M. Fuller, 1995. Rethinking higher agricultural education in a time of globalization and rural restructuring. *Journal of Agricultural Education and Extension*, 2 (3): 29-40.
- Wagemans, M.C.H., 1990. Analysis the role of information in planning: the case of town and country planning. *Knowledge in Society the International Journal of Knowledge Transfer*, 3 (4): 72-90.
- Yilmaz, E. & B. Dilmac, 2011. An investigation of teacher's values and job satisfaction. *Elementary Education Online*, 10 (1): 302-310. (Web page: <http://ilkogretim-online.org.tr>) (Date accessed: 07.11.2014).





## Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):61-66  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.895531>

Neriman Tuba BARLAS\* 

<sup>1</sup> Ege University, Agricultural Faculty, Soil Science and Plant Nutrition Department, 35100, Bornova-Izmir/ Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):

[tuba.barlas@ege.edu.tr](mailto:tuba.barlas@ege.edu.tr)

# Pruning residuals: their role in the micronutrient budget of Clementine mandarin (*Citrus reticulata* Blanco)

Budama atıklarının Clementine mandarini (*Citrus reticulata* Blanco) mikro element bütçesindeki rolü

Received (Alınış): 12.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 12.08.2021

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the micronutrient (Fe, Cu, Mn and Zn) amounts removed with pruning residuals in Clementine mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) grafted on bitter orange.

**Material and Methods:** In order to meet the above objective, at the end of two production seasons (2015 and 2016), measurements and analyses were carried out by collecting pruning residual samples from 50 groves located in the province of İzmir and Aydın (Turkey).

**Results:** While the biomass value varied between 2.90 and 4.90 kg/tree in the 1st year, it varied in the range of 3.00-5.00 kg/tree in the 2nd year. The concentration (mg kg<sup>-1</sup>) values for the first year were as Fe: 44-115, Cu: 11-32, Mn: 33-75, Zn: 17-26, while these for the second year were Fe: 48-101, Cu: 16-38, Mn: 40-88 and Zn: 20-30. The yield value was 64-102 kg/tree for the 1st year and 65-94 kg/tree for the 2nd year.

**Conclusion:** The mean values of the microelement amounts removed with pruning residuals may be listed as Fe > Mn > Zn = Cu for both years. The micronutrient amount removed with pruning residuals (g/tree) was found to be Fe: 0.15-0.41, Cu: 0.04-0.13, Mn: 0.12-0.3 and Zn: 0.05-0.13 for the 1st year and Fe: 0.16-0.44, Cu: 0.06-0.16, Mn: 0.15-0.36 and Zn: 0.07-0.13 for the 2nd year. It is suggested that these amounts should be included in plant fertilization programs.

**Keywords:** Pruning, microelement concentration in pruning residuals, amount of micro elements in pruning residuals, Clementine mandarin,

**Anahtar sözcükler:** Budama, budama atıklarında mikro element konsantrasyonu, budama atıklarında mikro element miktarı, Clementine mandarini.

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada turuncu anacına aşıllı Clementin mandarininde (*Citrus reticulata* Blanco) budama atıkları ile kaldırılan mikro besin elementi (Fe, Cu, Mn ve Zn) miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmada, iki üretim sezonu sonunda (2015 ve 2016) İzmir ve Aydın şehirlerinde bulunan toplam 50 adet bahçeden budama atığı örneği alınarak ölçümleme ve analizler yapılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Biomass değeri 1.yıl (2015) 2.90 ile 4.90 kg/ağaç arasında değişim gösterirken 2.yıl (2016) 3.00-5.00 kg/ağaç arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Birinci yıl Fe konsantrasyonu (mg kg<sup>-1</sup>): 44-115, Cu: 11-32, Mn: 33-75 ve Zn: 17-26 arasında değişim gösterirken; ikinci yıl ise, Fe: 48-101, Cu: 16-38, Mn: 40-88, Zn ise 20-30 arasında değişim göstermiştir. Verim değerinin ise 1.yıl 64-102 kg/ağaç, 2.yıl ise 65-94 kg/ağaç arasında değişim gösterdiği bulunmuştur.

**Sonuç:** Budama atıkları ile uzaklaştırılan mikro element miktarları ortalama değerler göz önüne alındığında her iki yılda da Fe > Mn > Zn = Cu sırasını izlemiştir. Budama atıkları ile uzaklaştırılan mikro besin elementi miktarı (g/ağaç) 1. yıl Fe: 0.15-0.41, Cu: 0.04-0.13, Mn: 0.12-0.3, Zn: 0.05-0.13 arasında belirlenirken; 2. yıl Fe: 0.16-0.44, Cu: 0.06-0.16, Mn: 0.15-0.36 ve Zn: 0.07-0.13 olarak belirlenmiştir. Bu değerlerin gübreleme programlarına dâhil edilmesi önerilmektedir.

## INTRODUCTION

Citrus plant production is of importance for Turkey and the world. It is also known that the share of mandarin in this production is very high. According to the current data (FAO, 2020), in the last decade (2008-2018), an average of 30 Mts mandarin was produced worldwide, while Turkey contributed to this production with 1 Mt. With the current share it has, Turkey has reached the position of the 3rd largest mandarin producer worldwide following China and Spain. This reveals the significance of mandarin production for Turkey. According to the data of TURKSTAT (2020), while the citrus production in 2019 was 4.3 Mts in Turkey, the production shares were as 40 % for orange, 33 % for mandarin, 22 % for lemon and 6 % for grapefruit. These shares indicate the economic significance of mandarin for both Turkey and the world in general.

In especially products like citrus fruits that have high economic value, studies have been mostly on increasing yield and fruit quality. It is known that fertilizing is a factor that directly affects both yield and quality (Marschner, 2011). While creating fertilization strategies, generally nutrient concentrations in the soil and leaves on annual shoots (<1 years of age) are taken into account. In addition to determine the nutrient concentrations in the soil and leaves, considering remobilization and internal cycling factors in preparation of fertilization programs is another approach (Millard, 1996).

Pruning is performed at the end of the production season for reasons such as improving yield and quality, better utilization of sunlight, making aeration easier and reducing the risk of diseases. In some cases, with pruning, healthy leaves and branches are also removed from the tree (Meade & Hensley, 1998; Lonsdale, 1999; Gilman & Grabosky, 2006; Clark & Matheny, 2010; Ow et al., 2013). This situation creates losses from the total nutrient budget of the tree. This is why it is important to include the nutrient amounts removed from the tree with pruning residuals in the fertilization program in the following production period.

Some researchers emphasize that pruning residuals need to be utilized in various ways, and the society needs to be informed on this issue (FAO, 1997; Jensen, 2000; Close et al., 2001; Kuhns & Reiter, 2007; Kuhns & Reiter, 2009; Velázquez Martí et al., 2011; Badrulhisham & Othman, 2016). However, as most of these studies have been conducted to emphasize the importance of the pruning process or utilization of pruning residuals in different sectors (energy, furniture, etc.) as raw materials, the data on assessing their role in plant nutrition and fertilization are limited. Additionally, considering the current literature, it can be stated that fruits like citrus have been rarely included as material in these studies.

The CIRCE-CERTH collaboration report (2018) stated that pruning residuals obtained from fruit plantations, vineyards and olive groves carry a significant potential for many EU countries. Similarly, it was reported by Magagnotti et al. (2013) that the amount of pruning residuals is on a very significant level, and this amount varies between 1 and 5 tons/ha. In their study on different olive varieties, Velázquez Martí et al. (2011) determined the biomass values in the material obtained as a result of pruning. As a result of the study, they reported that the mean dry biomass ranged between 3.5 and 10 kg/tree in annually pruned varieties.

In their study on utilization of pruning residuals from vineyards in the bioenergy sector, Icka and Damo (2018) found that biomass values varied in the range of 1.6-2.1 t/ha (mean: 1.9 t/ha). Picchi et al. (2018) determined some physical (biomass ash ratio, particle size distribution) and chemical (some nutrients and heavy metal concentrations) properties in the pruning residuals of various fruits (vine, olive, apple, pear and hazelnut). According to their results, while the Mn, Cu and Zn concentrations were determined to be 86, 22 and 9 mg kg<sup>-1</sup> in olive pruning residuals, respectively, these values were 116, 72 and 78 mg kg<sup>-1</sup> in pear pruning residual.

Velázquez-Martí et al. (2013) stated that the biomass value of citrus pruning residuals varied based on the variety of fruit and purpose of pruning. In this study, the fresh biomass (wood + leaves) values of the orange varieties of Valencia Late, Naveline and N. Washington were found to be 28, 16 and 12 kg/tree,

respectively while for the mandarin varieties such as Clementine, Hybrid and Satsuma, the fresh biomass values were found to be 14, 15 and 14 kg/tree, respectively. In another study on the orange variety of Tarocco, the pruning residual was in the amount of 1.7 t/ha dry weight (DW) (Rocuzzo et al., 2012).

As it differs from the other studies existing in the literature, a study was conducted to contribute to fertilization by utilizing pruning residuals for plant nutrition. As the study shows differences as compared to many existing studies, and sources on the topic are limited, it is believed that this study will bring a different point of view to fertilization studies to be conducted in the future.

## MATERIALS and METHODS

The study was conducted on a total of 50 Clementine mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) groves located in the provinces of İzmir (Güzelbahçe, Seferihisar, İnciraltı, Çeşme) and Aydın (Söke, Kuşadası, Davutlar) in Turkey. Mediterranean climate is dominant in these locations, and the groves included in the study had a mainly (65%) sandy-loam texture. The soil characteristics of the groves are shown in Table 1.

**Table 1.** Some physical and chemical properties of soils (0-30cm) in the studied groves

**Çizelge 1.** Araştırma bahçelerine ait toprakların (0-30cm) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Growing Season	Descriptive Statistics	pH	%					mg kg <sup>-1</sup>								
			Salt	Lime	O.M.*	Texture**	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Mn	Zn
2014-2015	Mean	7.40	0.06	9.19	2.49		0.13	13.4	340	4496	735	40	23	18	36	2.96
	Min	6.30	0.02	5.05	1.87		0.10	7.3	289	3578	493	23	5	1	13	0.70
	Max	7.59	0.08	12.45	4.10		0.27	22.4	388	5318	903	62	43	45	70	4.55
	SD	0.25	0.02	2.06	0.50		0.04	4.8	27	490	107	9	10	12	15	1.13
2015-2016	Mean	7.37	0.05	9.72	2.30	Sandy-Loam	0.12	13.5	349	4528	734	42	23	18	34	3.00
	Min	6.65	0.04	6.23	1.72		0.09	7.3	281	3759	566	23	5	1	14	0.81
	Max	7.60	0.07	12.40	3.06		0.16	21.2	405	5465	893	70	40	40	64	4.50
	SD	0.18	0.01	1.65	0.34		0.02	4.0	31	488	94	12	10	11	13	1.09

\* Organic matter, \*\* In the groves, sandy loam by 65 %, loam by 17 % and sandy clay loam in the remaining were dominant.

The study material consisted of pruning residuals (wood + leaves) from Clementine mandarin trees aged 15 to 35 grafted on bitter orange (*Citrus aurantium*). The planting intervals (m x m) showed a variation as 5 x 5, 5 x 7 and 7 x 7, all groves were using drip irrigation systems. As main fertilization in the groves, according to calculations based on soil analysis results, 180-350 g N/tree, 40-60 g P/tree and 110-300 g K/tree were applied.

Pruning residuals were collected from 10 trees from each grove at the end of the production seasons (February) of 2014-2015 and 2015-2016 in two consecutive years on pruning days. The pruning residuals were measured and analyzed without separating the wood and leaf parts from each other. The samples whose fresh weights were recorded were washed in distilled water, dried at 65°C, ground with a laboratory-type mill with stainless steel knives (IKA- A 11 basic, Germany) and prepared for analysis (Kacar & İnal, 2008).

Microelement (Fe, Cu, Mn and Zn) concentrations were determined by an atomic absorption spectrophotometer (Spectra AA 220 Fast Sequential) in extracts obtained by wet digestion method with a mixture of concentrated HCl:HNO<sub>3</sub> (1:4, v/v) and were expressed on a dry weight basis.

The amounts of removed nutrients were determined from biomass and concentrations. Yield values were determined from the same trees from which the pruning residuals were collected in the harvest period (November).

The statistical analyses were carried out with the IBM SPSS 25.0 software. Pearson's correlation coefficient was used in the normally distributed variables, while Spearman's correlation coefficient was used in the non-normally distributed variables.

In this study, sample size was found by using "G. Power-3.1.9.2" program at 95% confidence level. As a result of the analysis, when ( $\alpha = 0.05$ ) Cohen's (1988) standardized effect size was assumed as 0.60 (high level) with the expert opinion in addition to the lack of any related study, minimum sample size was found as 50 for the Two Independent Pearson correlation with the 0.80 theoretical power.

## RESULTS and DISCUSSION

The ranges of the biomass values of the pruning residuals, Fe, Cu, Mn and Zn concentrations, removed amounts and fruit yield values are tabulated in Table 2.

**Table 2.** Analysis results of pruning residuals

**Çizelge 2.** Budama atıklarının analiz sonucu

Growing Season	Descriptive Statistics	Fruit Yield, kg/ tree	Biomass, kg dry matter/tree	Microelement content of pruning residuals, mg kg <sup>-1</sup>				Uptake of microelements by pruning residue, g/tree			
				Fe	Cu	Mn	Zn	Fe	Cu	Mn	Zn
2014-2015	Mean	78	3.94	70.6	20.5	51.2	21.1	0.28	0.08	0.20	0.08
	Min	64	2.90	44.1	11.0	33.4	16.9	0.15	0.04	0.12	0.05
	Max	102	4.90	115.2	32.4	75.4	26.3	0.41	0.13	0.31	0.13
	SD	8	0.51	17.0	5.7	10.2	2.4	0.06	0.02	0.04	0.001
2015-2016	Mean	79	4.02	77.2	24.5	57.9	25.4	0.31	0.10	0.23	0.10
	Min	65	3.00	48.0	15.7	39.6	20.4	0.16	0.06	0.15	0.07
	Max	94	5.00	101.4	38.1	88.3	30.3	0.44	0.16	0.36	0.13
	SD	7	0.50	14.2	5.0	10.4	2.7	0.06	0.02	0.05	0.01

The mean pruning residual biomass value for both years was found to be 3.98 kg D.M./tree. This value was lower than the value of 14 kg/tree found by Velázquez-Martí et al. (2013) for Clementine and Satsuma mandarin. This may have been caused by the fact that the research material was not homogenous along with the possible differences in regional and cultural practices.

According to these findings the shares in the microelements in the biomass of the pruning residual could be listed as Fe > Mn > Cu = Zn for both years. 0.016 % (1st year) and 0.018 % (2nd year) of the biomass consisted of the removed microelements (Fe, Cu, Mn and Zn). It is thought that the remaining part in the biomass of the pruning residual consisted of other nutrients and organic components (Welker et al., 2015).

As seen from the correlation tables, there was no significant difference between the yield value and pruning amount. In the first year, there was a negative moderate correlation between the biomass amount and Fe concentration, while there were positive correlations between the biomass amount and removed Cu, Mn and Zn amounts (weak, moderate and moderate, respectively). There was a positive moderate correlation between the amount of removed Zn and the amounts of removed Cu-Mn and concentrations of Zn (Table 3).

**Table 3.** Correlation coefficients between biomass microelement concentration and uptake amounts of pruning residuals for growing season (2014-2015)**Çizelge 3.** Biomass miktarı ile mikroelement konsantrasyon ve uzaklaştırılan miktarlar arasındaki korelasyon katsayıları (2014-2015)

		Concentration	Uptakes			
		Fe	Fe	Cu	Mn	Zn <sup>a</sup>
Biomass		-0.332*				
Concentration	Fe		.831**			
	Cu			.281*		
	Mn				.449**	
	Zn <sup>a</sup>					.639**
Uptake	Cu <sup>a</sup>			.890**		
	Mn <sup>a</sup>				.795**	.626**
						.313*
						.422**

<sup>a</sup> Spearman's rho correlation coefficients

In the second year, there was a positive moderate relationship between the biomass amount and removed Fe, Cu, Zn and Mn (Table 4).

**Table 4.** Correlation coefficients between biomass, microelement concentration and uptake amounts of pruning residuals for growing season (2015-2016)**Çizelge 4.** Biomass miktarı ile mikroelement konsantrasyonu ve uzaklaştırılan miktarlar arasındaki korelasyon katsayıları (2015-2016)

		Biomass	Uptake			Concentration		
			Fe	Mn	Zn	Mn	Zn	Cu
Biomass			.414**	.434**				
Concentration	Fe		.774**			.329*		
	Cu					.330*		
	Mn			.751**				
	Fe			.397**				
Uptake	Cu <sup>a</sup>	.484**	.416**	.516**	.481**		.795**	
	Zn <sup>a</sup>	.649**		.519**		.503**		

<sup>a</sup> Spearman's rho correlation coefficients

## CONCLUSION

As a result of the study, the amounts of micronutrients (g/tree) removed with the pruning residuals were found to be Fe: 0.28; Cu: 0.09; Mn: 0.21 and Zn: 0.09 as averages of the two years. Considering that these amounts were removed from the trees with the pruning process in this study, there would be reductions in the total nutrient budget of the trees. This situation reveals the necessity for assessing pruning residuals in terms of plant nutrition and fertilization strategies, too, as opposed to studies conducted on the topic of bioenergy so far.

It is known that, as pruning residual is not a homogenous material, its content may regionally vary. Thus, for the purpose of optimizing fertilization studies, it is important to conduct regional studies with pruning residuals as preliminary studies.

## REFERENCES

- Badrulhisham, N. & N. Othman, 2016. "Knowledge in Tree Pruning for Sustainable Practices, 210-217". In: *Urban Setting: Improving our Quality of Life. Procedia-Social and Behavioral Sciences*,. 234 pp.
- CIRCE-CERTH, 2018. Biomass from agricultural pruning and plantation removals. A feasible practice promoted by the uprinning project (Web page:[https://www.up-running.eu/wp-content/uploads/2018/09/1st-Monograph\\_vDEF-2.pdf](https://www.up-running.eu/wp-content/uploads/2018/09/1st-Monograph_vDEF-2.pdf)) (Date accessed: March 2021).
- Clark, J. & N. Matheny, 2010. The research basis to pruning: A review of the literature. *Arboriculture and Urban Forestry*, 35 (3): 110-120.
- Close, D.D., J.W. Groninger, J. C. Mangun & P.L. Roth, 2001. Homeowners' opinions on the practice and effects of topping trees. *Journal of Arboriculture*, 27: 160-165.
- Cohen, J., 1988. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd. Ed.). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 567 pp.
- FAO (Food and Agriculture Organization), 1997. The role of wood energy in Europe and OECD, WETT-Wood Energy Today for Tomorrow. Rome: FOPW, Forestry Department. (Web page: <http://www.fao.org/3/w7407e/W7407e03.htm#10>) (Date accessed: March 2021).
- Gilman, E.F. & J.C. Grabosky, 2006. Branch union morphology affects decay following pruning. *Journal of Arboriculture*, 32 (2): 74-79.
- Icka, P. & R. Damo, 2018. The Utilization of The Vineyards' Pruning Residuals for Bioenergy. Albanian Conference on Biology & Environment, (KShBM-ACBE 2018): 1-11.
- Jensen, E.V., 2000. The effects of information on Danish forest visitors' acceptance of various management actions. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 73: 165-172.
- Kacar, B. & A. İnal, 2008. *Plant Analyses (in Turkish: Bitki Analizleri)*. 2<sup>nd</sup> Edt. Nobel Press. Ankara. 912 s.
- Kuhns, M.R. & D.K. Reiter, 2007. Knowledge of and attitudes about utility pruning and how education can help. *Journal of Arboriculture & Urban Forestry*, 33 (4): 264-274.
- Kuhns, M.R. & D.K. Reiter, 2009. Tree care and topping beliefs, knowledge, and practices in Six Western U.S. Cities. *Journal of Arboriculture and Urban Forestry*, 35 (3): 122-128.
- Lonsdale, D., 1999. *Principles of Tree Hazard Assessment and Management*. 6th Impression 2008, Forestry Commission, Great Britain, 388 pp.
- Magagnotti, N., L. Pari, G. Picchi & R. Spinelli, 2013. Technology alternatives for tapping the pruning residue resource. *Bioresource Technology*, 128: 697-702.
- Marschner, P., 2011. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. (3rd Edition) (Ed. P. Marschner). Amsterdam, Netherlands: Elsevier/Academic Press, 684 pp.
- Meade, G. & D. Hensley, 1998. Pruning landscape trees and shrubs. CTAHR CES L-8, 8 pp.
- Millard, P., 1996. Ecophysiology of the internal cycling of nitrogen for tree growth. *Z. Pflanzenernähr Bodenk*, 159 (1): 1-10.
- Ow, L.F., S. Ghosh & E.K. Sim, 2013. Mechanical injury and occlusion: An urban, tropical perspective. *Journal of Urban Forestry & Urban Greening*, 12: 255-261.
- Picchi, G., C. Lombardini, L. Pari & R. Spinelli, 2018. Physical and chemical characteristics of renewable fuel obtained from pruning residues. *Journal of Cleaner Production*, 171: 457-463.
- Rocuzzoa, G., D. Zanotelli, M. Allegraa, A. Giuffridaa, B. Francesco Torrissi, A. Leonardi, A. Quinones, F. Intriglioloa & M. Tagliavini, 2012. Assessing nutrient uptake by field-grown orange trees. *European Journal of Agronomy*, 41: 73-80.
- TÜİK (Turkish Statistical Institute TURKSTAT), 2020. (Web page: <https://www.tuik.gov.tr/>) (Date accessed: March 2021).
- Velázquez Martí, B., E. Fernández-González, I. López-Corte's & D.M. Salazar-Hernández, 2011. Quantification of the residual biomass obtained from pruning of trees in Mediterranean olive groves. *Biomass and Bioenergy*, 35: 3208-3217.
- Velázquez-Martí, B., E. Fernández-González, I. López-Cortés & A.J. Callejón-Ferre, 2013. Prediction and evaluation of biomass obtained from citrus trees pruning. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11: 1485-1491.
- Welker, C.M., Balasubramanian, V.K., C.P. Petti, K.M. Rai, S. DeBolt & V. Mendu, 2015. Engineering plant biomass lignin content and composition for biofuels and bioproducts. *Energies*, 8: 7654-7676.

**Research Article**  
(Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):67-75

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.993231>

## Probiotic dairy drink for patients with Galactosemia\*

### Galaktosemi hastaları için probiyotik süt ieeği

İlyas Erdem TONGUÇ<sup>1</sup> 

Cem KARAGÖZLÜ<sup>1\*</sup> 

<sup>1</sup> Ege University, Faculty of Agriculture,  
Department of Dairy Technology. 35100  
Bornova, Izmir, Turkey

\* Corresponding author (Sorumlu yazar):  
[cem.karagozlu@ege.edu.tr](mailto:cem.karagozlu@ege.edu.tr)

\* This article is summarized from a part of first author's PhD Thesis. This article was presented as oral presentation at the Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Congress. This article was supported by Ege University as project number 2009–ZRF-018.

Received (Alınış): 10.09.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 24.10.2021

#### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to develop probiotic dairy products with lactose free and low-galactose contents were produced for patients with galactosemia from four different raw materials including conventional cow's milk, lactose free cow's milk and mixtures containing lactose free cow's milk and three different lactose and galactose free infant formulas.

**Material and Methods:** Probiotic fermented dairy drinks, specifically acidophilus milk and kefir, with lactose free and low galactose content for patients with galactose intolerance were produced by using a 1:1 mixture of lactose free milk and two different types of infant formula, fortified with strawberry flavor. Storage period was set for 30 days. Said types of products were also produced with lactose free milk and conventional milk as raw material in order to use as control groups. With priority, lactose and galactose contents, and some other chemical, physical, microbiological and sensory properties were examined.

**Results:** Chemical, physical, microbiological and sensory properties of these products were found to match the common quality characteristics of a commercial fermented dairy product. Also, such properties of fermented dairy drinks produced from lactose free milk have the same quality characteristics of a fermented dairy product.

**Conclusion:** The galactose contents of fermented dairy beverages produced from lactose free raw materials were reduced to a level suitable for the diets of galactosemic patients.

#### ÖZ

**Amaç:** Bu araştırmada, sütün içerisinde bulunan laktozu hidrolize ederek ve galaktozu da tolere edilebilir seviyeye çekerek laktoz intoleransına sahip ve/veya galakotosemi hastası olan kişilerin tüketebileceği, fonksiyonel, fermente süt ürünleri geliştirilmiştir.

**Materyal ve Yöntem:** Laktozu hidrolize edilmiş UHT inek sütü, galaktoz içermeyen iki farklı biberon maması ile 1:1 oranında karıştırılarak elde edilen hammaddelerden ilek aromalı asidofilus sütü ve kefir üretilmiştir. Aynı ürünler ayrıca sadece laktozu hidrolize edilmiş süt ve standart süt ile de üretilerek dört paralel olarak çalışılmıştır. Ürünler 30 gün depolanmış ve analizlerin özelliğine göre 1., 10., 20. ve 30. günlerinde analizleri yapılmıştır. Ürünlerin amacına uygunluğunu belirlemek amacıyla galaktoz ve laktoz oranları tespit edilmiştir. Bunu yanısıra pH, toplam kurumadde, yağ, protein asitlik, tirozin, asetaldehit ile viskozite ve mikrobiyolojik olarak laktobasil, lactokok ve maya analizler yapılmış, duyuusal olarak değerlendirilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Probiyotik süt içeceklerinin kimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuusal özelliklerinin, fonksiyonel, fermente bir süt ürünün taşıması gereken özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Yine laktoz içermeyen inek sütünün elde edilen fermente süt ürünlerinde de benzeri olumlu kimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuusal özelliklerin elde edildiği tespit edilmiştir.

**Sonuç:** Laktoz içermeyen süt-mama karışımlarından elde edilen fermente ürünlerdeki galaktoz seviyesinin, galaktosemi hastalarının tolere edebileceği sınır galaktoz altına düştüğu belirlenmiştir.

**Keywords:** Acidophilus milk, galactosemia, kefir, lactose intolerance

**Anahtar sözcükler:** Asidofiluslu süt, galaktosemi, kefir, laktoz intolerans

## INTRODUCTION

Galactosemia (CG, OMIM 230400) is an inborn error of galactose metabolism, caused by the deficiency of the enzyme galactose-1-phosphate uridylyltransferase (GALT, EC 2.7.7.12), which converts galactose-1-phosphate (Gal-1-P) and uridine diphosphate galactose (UDP)-glucose to UDP-galactose and glucose-1-phosphate. Ingesting of galactose from breast milk or infant formula, newborn infants develop a life-threatening illness with feeding difficulties, liver failure, renal tubular dysfunction, sepsis and cataract. All acute symptoms resolve quickly after the initiation of a lactose-free, and galactose-restricted diet. It is estimated that the incidence is 1/40,000-1/80,000 in live births. (Kerckhove et al., 2015; Atik et al., 2016). In such treatment, foods containing lactose and galactose are eliminated or withdrawn from the daily diet. Prompt evaluation of symptomatic infants or infants with highly suspicious newborn screening results and removal of galactose-containing formulas from their diet are necessary means of treatment. Previous studies report that dietary restriction of dairy products may cause various health disorders, even long-term complications those related to an inadequate intake of calcium in the infancy period (Berry, 2012).

Previous studies have reported the following galactose consumption limit values, which were verified by doctors and dieticians based on many years of experience: babies 50 (-200 mg), infants 150-200 mg, schoolchildren 200-300 mg, youth 250-400 mg, adults 300-500 mg galactose/day Varga et al. (2006). This study aimed to develop fermented dairy products including acidophilus milk and kefir with galactose levels lower than 200 mg/L for galactosemic patients from all ages by using expanded variations of probiotic microorganisms. In addition, we determined whether the chemical and the sensory properties of the samples were acceptable.

## MATERIALS and METHODS

### Milk samples and fermented dairy production, experimental design:

UHT cow's milk and lactose hydrolyzed UHT cow's milk were obtained from Pinar Sut Co. (Izmir, TURKEY). In order to lower the galactose content prior to fermentation, lactose free UHT cow's milk was mixed with galactose free infant formulas. The ratios in the mixtures were one part of lactose free milk and one part of galactose free infant formula (1:1). Two different galactose free infant formulas used as supplements of lactose free milk: Neocate, a maltose based, galactose free infant formula (Milupa/Numico, Netherlands); and Galactomin 19, a fructose based, galactose free complete infant formula (SHS, UK). The sensory properties of the two formulas were different and may influence the sensory properties of both raw material mixtures and fermented products. UHT cow's milk was considered to be the control group and lactose free milk and the two types of mixtures were inoculated with kefir and acidophilus milk cultures respectively (Table 1).

**Table 1.** Raw material properties of fermented dairy drinks for the individuals with galactosemia

**Çizelge 1.** Galaktosemi bireyler için fermente süt içeceklerinin çiğ materyal özellikleri

Raw Material	Dry Matter (%)	Fat (%)	Protein (%)	Acetaldehyde (ppm)	Lactose (mg/L)	Galactose (mg/L)
C	10.31±0.50	1.50±0.06	3.10±0.00	6.7±0.03	4208.35±23.35	0.00±0.00
L	10.19±0.18	1.45±0.05	3.10±0.04	6.6±0.11	0.00±0.00	2160.40±34.21
LN	10.54±0.24	2.50±0.07	2.97±0.02	6.4±0.14	0.00±0.00	1068.11±12.30
LG19	10.42±0.08	2.80±0.01	2.98±0.06	6.5±0.08	0.00±0.00	1080.07±14.10

C: Conventional UHT milk, L: Lactose-free UHT milk, N: Neocate, G19: Galactomin 19.

Commercial freeze-dried kefir starter culture containing *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus kefir*, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Kluyveromyces marxianus* and *Saccharomyces unisporus* spp. was obtained from Danisco (Kefir-D) (Olsztyn, Poland). Freeze-dried commercial *Lactobacillus acidophilus* starter culture, LAFTI-L10, was obtained from DSM Food Specialities BV (MA Delft, Netherlands). The



strawberry sauce used for enhancing the sensory properties of the products was obtained from Aromsa Co. (Kocaeli, Turkey). Skim milk powder used to activation of starter cultures was obtained from Pinar Sut Co. (Pinarbasi, Izmir).

500 ml reconstituted skim milk with 12 % non-fat dry matter were inoculated with freeze-dried kefir (2 %, in 25°C) and acidophilus milk (2 %, in 37°C) cultures, respectively. The inoculations were concluded when the inoculums' pH levels dropped to 4.6. Raw materials prepared for the production of fermented drinks were inoculated with 3.25 % culture in all cases. Incubation parameters for the products were 18 hours at 25°C for kefir and 15 hours at 37°C for acidophilus milk. Fermentation was carried out in two replicates in bottles containing 500 ml of raw materials and 3.25 % inoculum. In order to enhance the sensory properties of products fermented drinks were fortified with galactose free strawberry sauce (1.8 %). Manufacture of the products was run in duplicate and repeated twice in all cases.

Eight samples comprising three different beverages with four different raw materials were produced: Acidophilus milk; CAS: Control Acidophilus Milk, LAS: Lactose free milk Acidophilus Milk, LNAS: Lactose free milk + Neocate Acidophilus Milk, LG19AS: Lactose free milk + Galactomin 19 Acidophilus Milk; Kefir; CKF: Control Kefir LKF: Lactose free milk Kefir, LNKF: Lactose free Milk + Neocate Kefir, LG19KF: Lactose free milk + Galactomin 19 Kefir.

### **Chemical and microbiological analyses**

The pH values of kefir and acidophilus milk were determined using a digital pH meter (Hanna pH 211 Microprocessor, Portugal). Dry matter (ISO 13580:2005), protein (AOAC 991.20) and fat (AOAC 905.02) contents were determined in accordance with the A.O.A.C (2005). The acetaldehyde contents of the samples were determined using spectrophotometric method as suggested by Robinson et al. (1977). Megazyme K-LACGAR 12/05 enzymatic kit used to determine of lactose and galactose levels was obtained from Megazyme International Ireland Limited (Co. Wicklow, Ireland). Bacterial enumerations were carried out at the storage period's 1<sup>st</sup>, 10<sup>th</sup>, 20<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> day. Samples (1 ml) were diluted with ringer solution (9 ml). Serial dilutions were carried out and bacteria counts were determined via the pour plate method. Lactobacilli counts in kefir and *L. acidophilus* counts in acidophilus milk samples were enumerated in MRS agar (pH 5.8) (Merck/1.10660, Darmstadt, Germany) via anaerobic incubation at 42°C for 48 h (Tharmaraj & Shah, 2003); whereas Lactococci in the kefir samples were counted in M17 agar (pH 6.9) (Merck/1.115108, Darmstadt, Germany) via aerobic incubation at 37°C for 48 h. Yeasts and molds were enumerated using YGC Agar (pH 6.8) (Merck/1.116000, Darmstadt, Germany) and incubated at 25°C for 72 h (Irigoyen et al., 2005).

### **Sensory characteristics**

Samples were evaluated for their taste-aroma, consistency and overall sensory properties. The sensory properties scoring test was conducted by a panel group consisting of six individuals, three males and three females between ages 24-35 who received training on sensory analyses in Ege University Faculty of Agriculture Department of Dairy Technology. The scoring test was carried out using the modified versions of scoring cards developed by Clark et al. (2009). The sensory evaluations were conducted with the participation of non-galactosemic healthy individuals. Therefore, the study was not submitted to the approval of medicinal ethics committee. Nevertheless, the research was carried out by the principles of the Institutional Review Boards and Independent Ethics Committees (Jacobs, 2010).

### **Statistical analyses**

The trials in the present study were replicated twice. All analyses were performed in triplicate. storage period storage period. One one-way analysis of variance (ANOVA) was adopted using SPSS software version 15.0 (SPSS Inc. Chicago, Illinois) for the statistical analyses. The significantly different groups were determined using the Duncan test ( $p < 0.05$ ).

## RESULTS and DISCUSSION

### Chemical properties and composition

Dry matter content and its properties are the prominent basic parameters for obtaining desired structural and sensory properties for fermented dairy products. Many studies have reported that dry matter contents directly affect the products' structural, microbiological, and sensory properties. In the production of these products, it is required to comply with the legally prescribed minimum dry matter levels. Dry matter, fat, and protein contents of all the acidophilus milk and kefir samples were analyzed on the 1<sup>st</sup> day of storage (Table 2). The results showed that dry matter, fat, and protein contents of all the acidophilus milk and kefir samples conform with the nutrient contents as specified in Fermented Dairy Products Communiqué (Communiqué No: 2009/25) in Turkish Food Codex (2009). Fat values of all samples varied between 1.5% and 2.79%. Milk fat is included in the gel structure of fermented dairy products; fat ratio reduced serum separation and increased viscosity between 20% and 60% (Sodini et al. 2004). Samples with higher fat contents also received higher scores in the sensory evaluations.

**Table 2.** The results for the compositional analysis of fermented dairy drinks for the individuals with galactosemia

**Çizelge 2.** Galaktosemi bireyler için fermente süt içeceklerinin bileşim analiz sonuçları

	Dry Matter (%)	Fat (%)	Protein (%)	Acetaldehyde (ppm)	Lactose (mg/L)	Galactose (mg/L)
Acidophilus Milk						
CAS	11.1±0.09	1.53±0.04 <sup>a</sup>	2.97±0.01	5.67±0.19 <sup>a</sup>	1380.79±26.26	103.21±1.31 <sup>ab</sup>
LAS	10.28±0.46	1.58±0.04 <sup>a</sup>	2.75±0.08	6.12±0.12 <sup>b</sup>	≤0.01±0.00	212.46±2.60 <sup>c</sup>
LNAS	10.98±0.45	2.56±0.02 <sup>b</sup>	2.73±0.13	6.85±0.42 <sup>c</sup>	≤0.01±0.00	98.54±1.21 <sup>a</sup>
LG19AS	10.60±0.35	2.75±0.06 <sup>c</sup>	2.76±0.11	5.82±0.02 <sup>ab</sup>	≤0.01±0.00	108.40±3.11 <sup>b</sup>
Kefir						
CKF	11.14±0.09	1.58±0.03 <sup>a</sup>	2.72±0.23	6.03±0.01 <sup>a</sup>	1649.13±23.87	105.35±0.84 <sup>a</sup>
LKF	10.77±0.43	1.65±0.01 <sup>a</sup>	2.99±0.15	6.85±0.15 <sup>b</sup>	≤0.01±0.00	161.95±8.99 <sup>c</sup>
LNKF	11.28±0.82	2.57±0.03 <sup>b</sup>	2.80±0.08	8.31±0.03 <sup>d</sup>	≤0.01±0.00	132.74±2.13 <sup>b</sup>
LG19KF	10.67±0.13	2.79±0.05 <sup>c</sup>	2.75±0.29	7.63±0.27 <sup>c</sup>	≤0.01±0.00	106.54±3.75 <sup>a</sup>

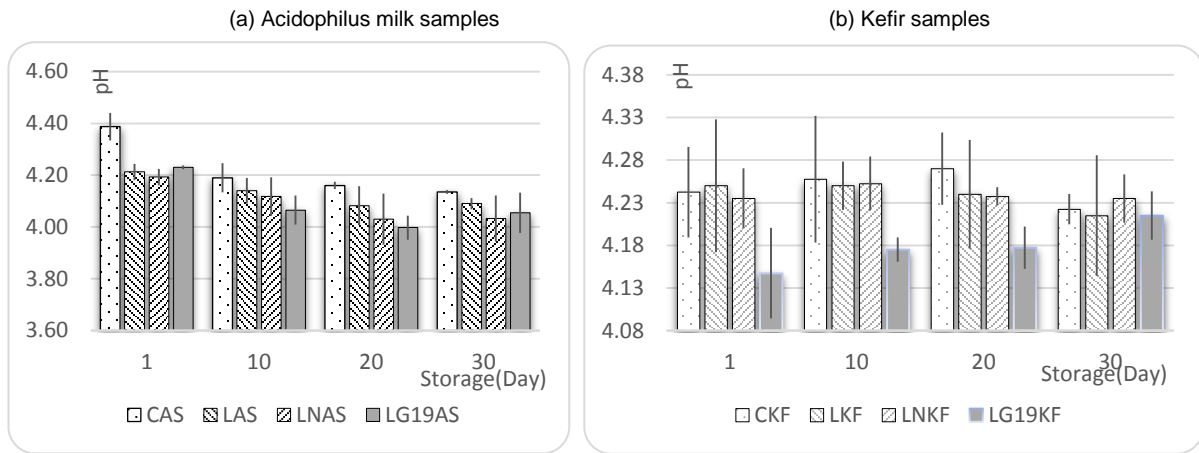
a,b,c,d: Values with the same lower-case letters in the same column differ significantly (P < 0.05).

In order to meet the objectives of this study, lactose-free milk and milk-formula mixtures were used in productions. Additionally, no lactose hydrolyzation process was done in a control group that is conventional semi-skimmed UHT milk. Therefore, except for the control samples i.e. CAS and CKF (Table 2), lactose was not detected in the samples. Examination of the galactose levels of other three lactose free samples showed that 212.46 mg/L galactose level in LAS sample was higher than the level reported by Varga et al. (2006). Different raw material contents significantly affected the galactose contents in all the kefir samples (p<0,05). LKF, LNKF, and LG19KF samples' galactose contents were lower than the threshold values reported by Varga et al. (2006); 161.95, 132.74, and 106.54 mg/L, respectively. In their study, Varga et al. (2006), determined the galactose level of kefir samples, pre-determined as the control sample, produced from lactose free milk as 270 mg/L; the galactose level of kefir produced from milk formula mixture containing Pregomin as 169 mg/L; and the galactose level of kefir produced from milk formula mixture containing Nutrilon as 171.5 mg/L. The researchers determined the milk-formula ratio as 2-parts milk and 1-part infant formula (2:1). Once these results were compared with the ones obtained in this study, it can be stated that the galactose levels obtained in this study appeared to be lower. The most probable reason for this difference is the 1:1 milk-formula ratio used in this method.

Different raw material compositions had a statistically significant effect on the acetaldehyde contents in all samples (p<0.05) (Table 2). This result was supported by the panelists' comments in taste-aroma evaluations in sensory analyses, reporting that they perceived acetaldehyde aroma in products. In additions, similar results were already reported by other researchers (Ozer et al., 2005; Kok-Tas et al., 2013).

In acidophilus milk samples, the pH values on this 1<sup>st</sup> day of the storage varied between 4.19 and 4.39 (Fig. 1a). From the 10<sup>th</sup> day of the storage, pH values became very close to each other and this has remained until the end of the storage. Statistical evaluations also support this result. The differences between the pH values in samples on the 10<sup>th</sup>, 20<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> day of the storage were found to be statistically not significant ( $p>0.05$ ). The kefir pH values varied between 4.15 and 4.27 during 30 days of storage and contrary to the expectancy for being in a decreasing tendency, and pH values showed almost no change (Fig. 1b). The pH values of the acidophilus milk and kefir samples in our study were similar to the values in the studies of Ozer et al. (2005), Karagozlu et al. (2007), Akalin & Unal (2010), Fiorentini et al. (2011), Tonguç et al. (2013), Yerlikaya et al. (2013).

In fermented dairy products, as a result of the hydrolyzation of lactose by culture bacteria and the formation of lactic acid during incubation, pH reaches to a certain level, and coagulates, and maintains the gel formation. During ripening and storage, acidity increases, and the decrease in pH value continues. Culture bacteria determine the decreasing trend and rate of the pH. The type of bacteria used in the incubation is mainly responsible for the decrease rate of pH (Irigoyen et al. 2011).



**Figure 1.** pH values of fermented dairy drinks for the individuals with galactosemia.

**Şekil 1.** Galaktosemi bireyler için fermente süt içeceklerin pH değeri.

### Microbiological properties

Microbiological contents of acidophilus milk samples were relatively stable throughout the storage (Table 3). The lowest counts determined throughout the storage period was 7.85 log cfu/ml, whereas the highest was 8.49 log cfu/ml. According to the Turkish Food Codex Fermented Dairy Products Communiqué (2009), the total number of specific microorganisms that an acidophilus milk should contain is  $10^7$  cfu/ml minimum. Oliveira et al. (2001) produced two different probiotic drinks using whey, casein hydrolysate and milk protein, have reported the *L. acidophilus* counts to be 8 log cfu/ml. Van De Castele et al. (2005) examined the growth of *L. acidophilus* at selective environments and determined the counts to be at 8.61-9.87 cfu/ml. Fiorentini et al. (2011), in their study on probiotic drink production using mozzarella whey powder, soy hydrolysate extract and sugar, have reported the *L. acidophilus* counts as  $10^7$  cfu/ml on the 1<sup>st</sup> day of the storage period and, with a 1 log decrease,  $10^6$  cfu/ml on the 21<sup>st</sup> day of the storage. The results obtained in this study were also compatible with those obtained by Oliveira et al. (2001) and Van De Castele et al. (2005) but higher than those reported by Fiorentini et al. (2011). Different raw materials and storage periods had no significant effects on the *L. acidophilus* counts of the acidophilus milk samples ( $p>0.05$ ). Using different raw materials had a significant effect on the lactobacilli counts of the kefir samples ( $p<0.05$ ). The impact of the storage period on the lactobacilli counts was significant only in the LNKF sample ( $p<0.05$ ).

**Table 3.** Microbiological contents of fermented dairy drinks for the individuals with galactosemia (log CFU/ml)**Çizelge 3.** Galaktosemi bireyler için fermente süt içeceklerinin mikrobiyal içeriği (log CFU/ml)

	Storage (Day)			
	1 <sup>st</sup>	10 <sup>th</sup>	20 <sup>th</sup>	30 <sup>th</sup>
Acidophilus Milk				
<i>L. acidophilus</i>				
CAS	8.49±0.15	8.25±0.10	8.27±0.01	8.24±0.05
LAS	8.27±0.18	8.24±0.21	8.07±0.03	7.95±0.35
LNAS	8.21±0.16	8.22±0.14	8.36±0.01	7.85±0.53
LG19AS	8.33±0.04	8.16±0.04	8.03±0.41	7.89±0.51
Kefir				
Lactobacilli				
CKF	7.95±0.04	7.62±0.19	7.47±0.47	7.34±0.19 <sup>a</sup>
LKF	7.96±0.01	7.48±0.33	8.00±0.03	7.92±0.21 <sup>b</sup>
LNKF	8.02±0.11 <sup>Y</sup>	7.45±0.25 <sup>X</sup>	7.87±0.07 <sup>Y</sup>	7.88±0.07 <sup>Yb</sup>
LG19KF	7.65±0.26	7.49±0.02	7.82±0.01	7.81±0.03 <sup>b</sup>
Lactococci				
CKF	7.59±0.02 <sup>Xa</sup>	7.60±0.91 <sup>X</sup>	7.84±0.01 <sup>Yd</sup>	7.61±0.04 <sup>X</sup>
LKF	7.82±0.28 <sup>Yab</sup>	7.54±0.14 <sup>XY</sup>	7.73±0.01 <sup>XYc</sup>	7.47±0.19 <sup>X</sup>
LNKF	8.00±0.24 <sup>Yc</sup>	7.62±0.12 <sup>XY</sup>	7.52±0.05 <sup>XYb</sup>	7.34±0.37 <sup>X</sup>
LG19KF	7.91±0.03 <sup>ab</sup>	7.59±0.05	7.36±0.01 <sup>a</sup>	7.08±0.82
Yeast				
CKF	3.35±0.04 <sup>XY</sup>	2.69±0.64 <sup>X</sup>	3.86±0.17 <sup>Y</sup>	4.03±0.37 <sup>Y</sup>
LKF	3.15±0.12 <sup>X</sup>	3.36±0.16 <sup>X</sup>	4.04±0.13 <sup>Y</sup>	4.20±0.10 <sup>Y</sup>
LNKF	3.15±0.00 <sup>X</sup>	3.16±0.01 <sup>X</sup>	3.75±0.19 <sup>XY</sup>	4.00±0.49 <sup>Y</sup>
LG19KF	3.30±0.21 <sup>X</sup>	3.19±0.05 <sup>X</sup>	3.74±0.00 <sup>Y</sup>	3.89±0.15 <sup>Y</sup>

a,b,c,d: Values with the same lower-case letters in the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

X,Y,W,Z: Values with the same capital letters in the same row for each analysis differ significantly ( $P < 0.05$ ).

Using different raw materials significantly affected the Lactococci counts of the kefir samples ( $p < 0.05$ ). Additionally, the effect of storage on Lactococci counts of the kefir samples was significant ( $p < 0.05$ ). Different raw materials had no significant effects on the yeast counts of the kefir samples ( $p > 0.05$ ). Also, the effect of storage on yeast counts of the kefir samples was significant ( $p < 0.05$ ) (Table 3). Our findings were higher than the results found in previous studies by Guzel-Seydim et al. (2005) and similar results were obtained in those by Wszolek et al. (2001), Chen et al. (2009), Cogulu et al. (2010), Kok-Tas et al. (2013), Akdan et al. (2020). The yeast counts in the kefir samples varied depending on many factors including yeast and bacteria interactions, biochemical properties of the kefir, and concentrations of assimilated sugar. Association of Fermented Milks and Lactic Acid Beverages of Japan states that minimum concentration of microorganisms required for probiotic effect must be  $10^7$  cfu/mL or above; Sweden Food Regulation suggests that the concentration must be  $>10^6$  cfu/ml; Turkish Food Codex Fermented Dairy Products Communiqué (Communiqué No:2009/25) suggests that the culture should contain  $10^7$  cfu/mL minimum (Irigoyen et al., 2011; Yerlikaya et al., 2012). Accordingly, the microbiological content of the kefir samples was in accordance with the mentioned communiqué.

### Sensory properties

In the acidophilus milk samples, different raw material formulations significantly affected the taste-aroma properties ( $p < 0,05$ ). As a result, LNAS received considerably lower scores than the other acidophilus milk samples (Table 4). However, the overall evaluation scores graded by the panelists were in line with the panelists' individual preferences for taste. Accordingly, the most favored sample was LG19AS in the acidophilus milk group.

**Table 4.** Sensory evaluation of fermented dairy drinks for the individuals with galactosemia**Çizelge 4.** Galaktosemi bireyler için fermente süt içeceklerinin duyuusal özellikleri

	Storage (Day)			
	1 <sup>st</sup>	10 <sup>th</sup>	20 <sup>th</sup>	30 <sup>th</sup>
<b>Acidophilus Milk</b>				
Taste-Aroma				
CAS	7.00±0.00 <sup>b</sup>	7.37±0.17 <sup>b</sup>	6.68±0.73 <sup>b</sup>	6.76±0.68 <sup>bc</sup>
LAS	6.67±0.66 <sup>b</sup>	7.75±0.35 <sup>b</sup>	7.40±0.56 <sup>b</sup>	6.46±0.06 <sup>b</sup>
LNAS	3.74±0.76 <sup>a</sup>	4.04±0.30 <sup>a</sup>	3.65±0.21 <sup>a</sup>	3.44±0.43 <sup>a</sup>
LG19AS	7.90±0.14 <sup>b</sup>	7.95±0.29 <sup>b</sup>	7.95±0.64 <sup>b</sup>	7.75±0.35 <sup>c</sup>
Consistency				
CAS	7.16±0.78	6.83±0.24 <sup>b</sup>	7.33±0.95 <sup>b</sup>	7.16±0.83 <sup>b</sup>
LAS	7.43±0.60	7.54±0.30 <sup>bc</sup>	7.88±1.02 <sup>b</sup>	7.39±0.16 <sup>b</sup>
LNAS	5.29±0.40	5.38±0.18 <sup>a</sup>	4.95±0.64 <sup>a</sup>	5.04±0.76 <sup>a</sup>
LG19AS	7.17±1.37	8.25±0.35 <sup>c</sup>	8.37±0.05 <sup>b</sup>	7.64±0.91 <sup>b</sup>
General				
CAS	7.09±0.69 <sup>b</sup>	7.38±0.18 <sup>b</sup>	7.13±1.24 <sup>b</sup>	6.75±1.06 <sup>b</sup>
LAS	7.03±1.17 <sup>b</sup>	7.75±0.35 <sup>b</sup>	7.88±1.02 <sup>b</sup>	6.88±0.18 <sup>b</sup>
LNAS	4.13±1.03 <sup>a</sup>	4.38±0.53 <sup>a</sup>	3.73±0.10 <sup>a</sup>	3.95±0.28 <sup>a</sup>
LG19AS	7.87±0.38 <sup>b</sup>	8.24±0.12 <sup>b</sup>	8.03±0.52 <sup>b</sup>	7.77±0.73 <sup>b</sup>
<b>Kefir</b>				
Taste-Aroma				
CKF	6.33±0.46 <sup>b</sup>	6.20±0.28 <sup>b</sup>	6.08±0.11 <sup>b</sup>	5.58±0.11 <sup>ab</sup>
LKF	6.21±0.54 <sup>b</sup>	6.32±0.74 <sup>b</sup>	5.74±0.58 <sup>b</sup>	6.41±0.12 <sup>ab</sup>
LNKF	3.71±0.16 <sup>a</sup>	3.81±0.55 <sup>a</sup>	2.91±0.12 <sup>a</sup>	3.66±0.23 <sup>a</sup>
LG19KF	5.91±1.53 <sup>ab</sup>	5.88±0.44 <sup>b</sup>	5.41±1.76 <sup>ab</sup>	4.83±1.88 <sup>b</sup>
Consistency				
CKF	6.68±0.67 <sup>b</sup>	6.88±0.98 <sup>b</sup>	7.16±0.00 <sup>b</sup>	6.41±0.12 <sup>b</sup>
LKF	6.68±0.67 <sup>b</sup>	6.91±0.72 <sup>b</sup>	7.56±1.03 <sup>b</sup>	7.33±0.22 <sup>b</sup>
LNKF	4.46±0.19 <sup>a</sup>	4.32±0.74 <sup>a</sup>	4.08±1.30 <sup>ab</sup>	3.83±0.70 <sup>a</sup>
LG19KF	6.53±0.18 <sup>b</sup>	6.82±0.03 <sup>b</sup>	6.49±0.94 <sup>b</sup>	6.58±1.06 <sup>b</sup>
General				
CKF	6.36±0.04 <sup>b</sup>	6.20±0.28 <sup>bc</sup>	6.16±0.00 <sup>b</sup>	6.08±0.35 <sup>ab</sup>
LKF	6.11±0.40 <sup>b</sup>	6.77±0.52 <sup>c</sup>	5.91±0.58 <sup>b</sup>	6.49±0.23 <sup>b</sup>
LNKF	3.98±0.25 <sup>ya</sup>	3.82±0.03 <sup>ya</sup>	2.99±0.47 <sup>xa</sup>	3.41±0.12 <sup>xya</sup>
LG19KF	5.86±0.75 <sup>b</sup>	5.85±0.20 <sup>b</sup>	5.75±1.76 <sup>b</sup>	4.58±2.08 <sup>b</sup>

a,b,c,: Values with the same lower-case letters in the same column differ significantly ( $p < 0.05$ ).

X,Y : Values with the same capital letters in the same row for each analysis differ significantly ( $P < 0.05$ ).

In the kefir samples, different raw material compositions had a significant effect on their taste-aroma properties ( $p < 0.05$ ). LNKF received considerably lower scores compared to those of the other kefir samples (Table 4). LNKF received the lowest taste-aroma scores in the sensory analysis throughout the storage period, and became the least favored sample among the kefir samples. CKF, LKF and LG19KF samples were statistically located in the same group and LNKF was statistically located in a separate group. Storage had no significant effect on the taste-aroma and consistency scores of the kefir samples ( $p > 0.05$ ). Using different raw material formulations had a significant effect on the taste-aroma properties ( $p < 0.05$ ). LKF received the highest consistency scores among the kefir samples. LNKF, was the least creditable sample. Panelists have reported that LNKF had lower viscosity. The difference between the general sensory scores of the samples with different raw material contents were statistically significant ( $p < 0.05$ ). General evaluation scores were statistically different only in the LNKF sample ( $p < 0.05$ ). In the kefir samples, the most creditable samples were CKF (control sample) and LKF (produced from lactose free milk). LG19KF sample containing Galactomin 19 was not favored as much as acidophilus. LNKF was the least favored sample among the kefir samples. In a general comparison, in this study samples scored higher for sensory properties than those of Varga et al. (2006) and were similar to those of Yerlikaya et al. (2012).

## CONCLUSION

Consumption of dairy products leads to far more different and serious physiological consequences for galactosemic patients compared to those for individuals with lactose intolerance. Therefore, galactosemic patients have to eliminate dairy products from their daily diet in order not to experience these serious adverse effects and physiological damages. In this study, galactose levels in fermented dairy products produced from lactose free milk and infant formula mixtures were lower than the galactose threshold values reported in the referred studies Varga et al. (2006). The galactose levels in CAS and CAY samples produced from lactose free UHT milk were above the threshold value reported by Varga et al. (2006). However, galactose levels in CKF from lactose free UHT milk were below the threshold reported by Varga et al. (2006). Acidophilus milk samples were the optimum product type in terms of acidity development, microbiological content, and stability of these contents. In this study, LG19AS sample was possibly the most efficacious product. In addition, strawberry flavor fortification yielded positive results in sensory analyses. However, it is necessary to confirm these results with further studies prior to the introduction of these products to the consumption of the patients. In this study, dairy products were developed for the consumption of lactose and/or galactose intolerant individuals. Taking the sensory properties, chemical characteristics, and live microorganism count into consideration, and it is suggested that the favored samples in this study can be further investigated in multidisciplinary studies, especially in medicinal in vivo and in vitro studies.

## ACKNOWLEDGEMENTS

We'd like to thank the staff from the Ege University, Agricultural Faculty, Department of Dairy Technology. The authors would like to thank to the Ege University Scientific Research Fund (Project No: 2009-ZRF-018) Council for their financial support to this study. The authors would also like to thank to Pınar Sut Inc. and Aromsa Inc. for their support to the study with lactose free milk and flavor supplies.

## REFERENCES

- Akalin, A. S. & G. Ünal, 2010. The influence of milk supplementation on the microbiological stability and textural characteristics of fermented milk. *Milchwissenschaft*, 65 (3): 291-294.
- Akdan, C., Ö. Kınık & F. İçier, 2020. Determination of some properties of kefir produced with buffalo milk and other milk mixtures, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, Özel Sayı: 39-50.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC*. (Eds. W. Horwitz & G. Latimer). 18th Ed. Association of Official Analytical Chemists, ISBN: 0935584773 Arlington, Virginia, USA, 771 pp.
- Atik, S. U., S. Gürsoy, T. Koçkar, H. Önal & E. S. Adal, 2016. Clinical, molecular, and genetic evaluation of galactosemia in Turkish children. *Turkish Archives of Pediatrics*, 51 (4): 204-209.
- Berry, G.T., 2012. Galactosemia: When is it a newborn screening emergency? *Molecular Genetics and Metabolism*, 106: 7-11.
- Chen, T. H., S. Y. Wang, K. N. Chen, J. R. & M. J. Chen, 2009. Microbiological and chemical properties of kefir manufactured by entrapped microorganisms isolated from kefir grains. *Journal of Dairy Science*, 92: 3002-3013.
- Clark, S., M. Costello, M. Drake & F. Bodyfelt, 2009. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. 2<sup>th</sup> Edition, ISBN: 978-0-387-77406-0, Springer-Verlag, New York, USA, XV+576 pp.
- Cogulu, D., A. Topaloğlu Ak, E. Çağlar, N. Sandallı, C. Karagözlü, N. Ersin & O.Yerlikaya, 2010. Potential effects of a multi-strain probiotic-kefir on salivary. *Journal of Dental Science*, 5 (39): 144-149.
- Fiorentini, A. M., C.A. Ballus, M.L. de Oliveira, M. F. Cunha & V. M. Klajn, 2011. The influence of different combinations of probiotic bacteria and fermentation temperatures on the microbiological and physicochemical characteristics of fermented lactic beverages containing soybean hydrosoluble extract during refrigerated storage. *Food Science and Technology Campinas*, 31 (3): 597-607.

- Guzel-Seydim, Z. J. Wyffels, A.C. Seydim & A. K. Green, 2005. Turkish kefir and kefir grains: Microbial enumeration and electron microscopic observation. *International Journal of Dairy Technology*, 58: 25-29.
- Irigoyen, A., I. Arana, M. Castiella, P. Torre & F. C. Ibanez, 2005. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*, 90: 613-620.
- Jacobs, M., 2010. "Institutional Review Boards and Independent Ethics Committees, 121-147". In: *Principles of Good Clinical Practice* (Eds. M. J. McGraw, A. N. George, S. P. Shearn, R. G. Hall & T. F. Haws Jr.). ISBN 978 0 85369 790 9 Pharmaceutical Press. London, UK, 272 pp.
- Karagözlü, N., C. Karagözlü & B. Ergönül, 2007. Survival characteristics of *E. coli* O157:H7, *S. typhimurium* and *S. aureus* during Kefir fermentation. *Czech Journal of Food Sciences*, 25: 202-207.
- Kerckhove, K. V., M. Diels, S. Vanhaesebrouck, K. Luyten, N. Pyck, A. de Meyer, M. van Driessche, M. Robert, K. Corthouts, A. Caris, E. Duchateau, M. Dassy & G. Bihet, 2015. Consensus on the guidelines for the dietary management of classical galactosemia. *Clinical Nutrition ESPEN*, 10: e1-e4.
- Kok-Tas, T., A. C. Seydim, B. Özer & Z. Güzel-Seydim, 2013. Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of Dairy Science*, 96 (2): 780-789.
- Oliviera, M. N., I. Sodini, F. Remeuf & G. F. Corrieu, 2001. Effect of milk supplementation and culture composition on acidification, textural properties and microbiological stability of fermented milks containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal*, 11: 935-942.
- Ozer, D., S. Akin & B. Ozer, 2005. Effect of inulin on survival of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 and *Bifidobacterium bifidum* BB-02 in acidophilus-bifidus yoghurt. *Food Science and Technology International*, 11(1): 19-25.
- Robinson, R. K., A. Y. Tamime & L. W. Chubb, 1977. Acetaldehyde as an indicator of flavor intensity in yoghurt. *Milk Industry*, 79: 4-6.
- Sodini, I., F. Remeuf, S. Haddad & G. Corrieu, 2004. The relative effect of milk base, starter, and process on yogurt texture: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 44: 113-137.
- Tharmaraj, N. & N. P. Shah, 2003. Selective enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, bifidobacteria, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, and propionibacteria. *Journal of Dairy Science*, 86: 2288-2296.
- Tonguc, I. E., Ö. Kınık, H. Kesenkaş & M. Acu, 2013. Physicochemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Using Different Probiotic Fermented Milk. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12 (6): 549-554.
- Turkish Food Codex, 2009. Fermented Dairy Products Communiqué (Communiqué No: 2009/25) 16.02.2009/27143 Resmi Gazete, Ankara, Turkey.
- Van De Castele, S., T. Van Heuvelzwijn, T. Ruysen, P. Van Assche, J. Swings & G. Huys, 2005. Evaluation of culture media for selective enumeration of probiotic strains lactobacilli and bifidobacteria in combination with yoghurt or cheese starters. *International Dairy Journal*, 16 (12): 1470-1476.
- Varga, Z., M. Palvolgyi, M. Juhasz-Roman & M. Toth-Markus, 2006. Development of Therapeutic kefir-like products with low galactose content for patients with galactose intolerance. *Acta Alimentaria*, 35 (3): 295-304.
- Wszolek, M., A. Y. Tamime, D. D. Muir & M. N. I. Barclay, 2005. Properties of kefir made in Scotland and Poland using bovine caprine and ovine milk with different starter cultures. *LWT-Food Science and Technology*, 34: 251-261.
- Yerlikaya, O., A. Akpınar, A. Torunoglu, Ö. Kınık, N. Akbulut & H. R. Uysal, 2012. Effect of some prebiotic combination on viability of probiotic bacteria in reconstituted whey and milk beverages. *AgroFOOD Industry Hi-Tech, Monographic Supplement Series: Dietary Fibers and Pre/Probiotics*, 23 (6): 27-29.
- Yerlikaya, O., G. Ender, A. Torunoğlu & N. Akbulut, 2013. Production of probiotic milk drink containing *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* and *Lactobacillus casei*. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 24 (2): 49-52.







## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege niv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):77-91  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.884237>

Zekeriya ONU<sup>1</sup>

Gamze SANER<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100 Bornova-İzmir/Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[gamze.saner@ege.edu.tr](mailto:gamze.saner@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Bal, arı ürünleri, tktim tercihleri, farkındalık

**Keywords:** Honey, bee products, consumption preferences, awareness

# Ege niversitesi ğrencilerinin arı ürünlerine yönelik farkındalığı ve tktim tercihleri\*

## Awareness and consumption preferences of Ege University students for bee products

\*Bu makale ilk yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 21.02.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 01.07.2021

### Z

**Amaç:** Türkiye'de talebi gün geçtikçe artan arı ürünlerine yönelik yeterli üretim ve tktim verilerinin olmayışı, sektörün durumu ve geleceği açısından ciddi bir eksiklik oluşturmaktadır. Bu nedenle alan bazında yapılacak zgn çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Araştırmada Ege niversitesi ğrencilerinin arı ürünlerine yönelik farkındalığı ve tktim tercihlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Ege niversitesindeki 12 fakltenen 380 lisans ğrencisi ile 2019 yılında anket yapılmıştır. Çalışmada ğrencilerin sosyo-ekonomik özellikleri, bal tktme durumları, bal çeşit tercihleri, diğer arı ürünlerini tktme durumları ve tercih nedenleri araştırılmıştır. Sayım ile elde edilen veri gruplarını karşılaştırmak amacıyla Ki-kare testi yapılmıştır. Değişkenlerin normal dağılışa uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlenmiştir. Normal dağılış göstermeyen sürekli değişkenler için gruplar arasında fark olup olmadığının belirlenmesinde; iki değişken için Mann Whitney U testi, üç ve üzeri değişkenlerde ise Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** niversite ğrencilerinin %75.79'unun bal tkttiği ve aylık ortalama bal tktiminin 297 gram olduğu belirlenirken, %24.21'inin bal tktmediği saptanmıştır. Öğrencilerin balı en fazla kahvaltılık olarak tktikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin %50'sinden fazlasının diğer arı ürünleri hakkında bilgi sahibi oldukları, ancak pek tktmedikleri belirlenmiştir.

**Sonuç:** Günümüzde kaliteli arı ürünleri hakkında öğrencilerin farkındalığının ve tktiminin artırılması için bu ürünlerin farklı platformlarda tanıtılması gerekmektedir.

### ABSTRACT

**Objective :** The lack of production and consumption statistics for bee products whose demand is increasing day by day in Turkey, constitutes a serious deficiency for such an important sector. Therefore, a study was conducted and the objective of this study was to determine the awareness and consumption preferences of Ege University Students for bee products

**Material and Methods:** A survey in 2019 was conducted with 380 students from 12 faculties at Ege University in Izmir. Students' socio-economic characteristics, bee products consumption preferences and reasons were investigated. Chi-square test was used to analyze the data. Conformity of variables to normal distribution was determined by Kolmogorov-Smirnov test. It was tested whether the variables showed normal distribution, and the Mann-Whitney U test and the Kruskal-Wallis test are used.

**Results:** It was found that the average monthly consumption of honey was 297 grams per student. It was determined that 75.79% of the students consumed honey but the rest did not.consume(24.21%) . It was determined that the students consume honey mostly for breakfast. It was also found that more than 50% of the university students had information about other bee products, but they did not consume these products.

**Conclusion:** Today, bee products should be promoted on different platforms in order to increase students' awareness and consumption of these products.

## GİRİŞ

Arıcılık sektörü Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de gerek bitkilerde tozlaşmayı sağlayan ve gerekse katma değeri yüksek çeşitli arı ürünleri ile tarımsal üretime ve arıcılara gelir sağlayan ve giderek gelişme gösteren bir sektördür. Günümüzde Dünyada artan tüketim ihtiyaçlarını karşılamak ve tüketicilerin tercihleri doğrultusunda bir üretim gerçekleştirmek önemli görülmektedir. Bal ve diğer arı ürünlerinin (propolis, polen, arı sütü, arı ekmeği, arı zehiri ve balmumu) değerinin anlaşılması ile birlikte Türkiye’de de arıcılık sektörü sağlıklı arı ürünleri üretme çabası içerisinde bulunmaktadır.

Türkiye, 2019 yılında 8.128.360 adet kovan varlığı ve 109.330 ton bal üretimi ile Dünya arıcılığında Çin’den sonra ikinci sırada yer almaktadır (TÜİK, 2019; FAO, 2020). Ancak kovan başına elde edilen verim açısından daha alt sıralarda bulunmaktadır. 2019 yılı itibariyle Türkiye’de kovan başına bal verimi 13-14 kg düzeyinde olup, bu miktar dünya ortalamasının (20,06 kg) altındadır. Günümüzde yaşam koşullarının değişmesi ve pek çok hastalığın ortaya çıkması ile beraber, Dünyada son yıllarda sağlıklı beslenmeye yönelik olarak arı ürünlerine olan tüketici talebi de giderek artmaktadır (Batt & Lui, 2012; Gyau et al., 2014). Ayrıca arı ürünleri, ilaç sanayi açısından da son derece talep edilir duruma gelmiştir.

Türkiye’de de bazı bölgelerde arıcılar artık bal dışında balmumu, propolis, arı sütü, polen, perga (arı ekmeği), arı zehiri ve apilarnil üretmeye başlamışlardır. Geçmişten günümüze insanlar tarafından sevilererek tüketilen arı ürünlerinin başta bal olmak üzere gıdadan kozmetiğe ve son yıllarda “arı ürünleri ile tedavi” olarak tanımlanan “Apiterapi”ye kadar geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Son yıllarda bal kurutulmuş olarak da nişasta, süt tozu vb. ile karıştırılarak da kullanılmaktadır (Sarıöz, 2006; Özmen & Alkın, 2006; Silici, 2019).

Türkiye’de çok çeşitli monofloral ve polifloral ballar üretilmesine karşın gerek bal ve gerekse diğer arı ürünlerinin tüketiminde; diğer ülkelerle karşılaştırıldığında istenen düzeye gelinememiştir. En sık satın alınan arı ürünü baldır. TÜİK’den elde edilen veriler kullanılarak yapılan hesaplamada 2019 yılı itibariyle kişi başına bal tüketimi 1.25 kg ve kişi başına bal üretimi ise 1.31 kg olarak bulunmuştur. Üretimin tüketimi karşılama oranı %94.96’dır (Şengül, 2020). Türkiye’nin yıllık ortalama bal tüketimi Dünya ortalaması ve AB ortalamasından daha yüksektir (Onu, 2020). Ancak bal dışındaki arı ürünlerinin (polen, arı sütü, propolis) satın alma ve tüketim sıklığı oldukça düşüktür (Saner vd., 2011; Niyaz & Demirbaş, 2017; Baki vd., 2017; Marangoz & Tayu Dolu, 2019; Onu, 2020; Karahan & Özbakır, 2020).

Arı ürünleri tüketiminin artması tüketicilerin bilinçlendirilmesiyle doğru orantılıdır. Dolayısıyla bu alanda yapılacak çalışmalar arıcılık sektörünün geleceği ve sürdürülebilirliği açısından son derece önemlidir. Ancak talebi artan arı ürünleri için üretim ve tüketim istatistiklerine ilişkin bir veri tabanı olmayışı, böylesine önemli bir sektör için ciddi bir eksiklik oluşturmaktadır (Onu vd., 2019). Türkiye’de arı ürünleri tüketim düzeyine, tüketici davranış ve tutumlarına yönelik daha fazla sayıda araştırma yapılması gereklidir. Bu bağlamda her geçen gün giderek daha da güçlenen ve söz sahibi olan tüketicilerin arı ürünlerine karşı tutumları ve beklentileri göz ardı edilmemelidir (Viuda-Martos et al., 2008; Doğaroğlu, 2009; Zhang, 2018).

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın, birincil veri kaynaklarını Ege Üniversitesi lisans öğrencileri ile 2019 yılı nisan-haziran ayları arasında yüz yüze yapılan anketlerden elde edilen veriler oluşturmuştur. Araştırmada ikincil veri kaynakları olarak ise konu ile ilgili olarak yurtiçi ve yurt dışında daha önce hazırlanmış araştırma, makale, bildiri, inceleme ve tezlerden, ayrıca konu ile ilgili kurumların yayınladığı istatistiki verilerden yararlanılmıştır. Araştırmanın makro verileri için; Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Türkiye Arı Yetiştiricileri Merkez Birliği (TAB), Tarım ve Orman Bakanlığı’nın basılı kaynak, rapor ve istatistiklerinden faydalanılmıştır.

Bu araştırmanın ana kitlesini Ege Üniversitesi lisans öğrencileri (Fakülte-Yüksekokul-Konservatuvar) oluşturmuştur. 2019 yılı itibarıyla Ege Üniversitesi'nden alınan verilere göre toplam lisans öğrenci sayısı (Fakülte-Yüksekokul ve Konservatuvar dâhil) 34914'dür. Araştırmada olası en büyük örnek hacmine ulaşılmak istenmiş ve bu amaçla  $p$ : 0,50 ve  $(1-p)$ : 0,50 alınmıştır. Oransal örnek hacmi %95 güven aralığı, %5 hata payı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Araştırmaya dâhil edilen öğrenci sayısı 380 olarak hesaplanmıştır. Oransal örnek hacmi yöntemine göre,  $N$  büyüklüğündeki sonlu bir ana kitle için belli bir özelliği taşıyanların bilinen veya tahmin edilen oranına ( $p$ ) göre örnek hacmi formülü aşağıda belirtilmiştir (Newbold, 1995).

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

Formülde;

$n$  = Örnek hacmi

$N$  = Toplam öğrenci sayısı(34914)

$p$  = Örneğe girecek üreticilerin oranı

$\sigma_{px}^2$  = Oranın varyansıdır.

Üniversitede lisans öğrenimine devam eden öğrenci sayısının en yüksek olduğu 12 fakülte araştırma kapsamına alınmıştır. 12 fakültenin toplam öğrenci sayısı (27778), toplam lisans öğrenci sayısının (34914) %79.56'sını oluşturmuştur. Araştırma yapılan bu 12 fakülte-yüksekokul-konservatuardan örneğe giren öğrenci sayısı toplam üniversite öğrenci sayısı dikkate alınarak hesaplanmıştır.

Araştırmada verilerin analizinde, temel tanımlayıcı istatistik yöntemlerin yanı sıra, üniversite lisans öğrencilerinin arı ürünlerine ilişkin algıları ile farkındalıklarını ölçmek için likert ölçekli sorulara yer verilmiştir. Likert ölçekli sorulara verilen yanıtların ortalaması alınarak, tüketicilerin algılama düzeyleri hakkında bilgi sahibi olunmuştur.

Ege Üniversitesi lisans öğrencilerinin arı ürünleri hakkındaki algıları ve bu ürünler ile ilgili tüketim tercihleri, gıda-ziraat, sağlık bilimleri ve sağlık dışı (diğer) fakültelerin öğrencileri olarak 3 grup altında değerlendirilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** İncelenen fakülte grupları

**Table 1.** Faculty groups investigated

Fakülte Grupları	Fakülteler	Sayı	%
1. Grup	Gıda-Ziraat	52	13.68
2. Grup	Sağlık	81	21.32
3. Grup	Diğer	247	65.00
Toplam		380	100.00

Gıda-Ziraat grubunda Gıda Mühendisliği Bölümü ile Ziraat Fakültesi'nde öğrenim gören öğrenciler (%13.68) bulunmaktadır. Sağlık grubunda ise Tıp Fakültesi, Hemşirelik Fakültesi, Diş Hekimliği Fakültesi ve Eczacılık Fakültesinde öğrenim gören öğrenciler (%21.32) yer alırken, diğer grupta Edebiyat Fakültesi, Mühendislik Fakültesi, Fen Fakültesi, İletişim Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Çeşme Turizm ve Otelcilik Yüksekokulu ve Devlet Türk Musikisi Konservatuvarında öğrenim gören öğrenciler (%65.00) yer almıştır.

Öğrencilerin hane halkı aylık gelir gruplarına ayrılmasında öncelikli olarak frekans dağılımlarına bakılmış ve gruplamalar buna göre yapılmıştır. 1. Grup (0-2500 TL), 2. Grup (2501-3500 TL), 3. Grup (3501-5000 TL), 4. Grup (5001-7000 TL) gelir aralığında iken, 5. grubun gelir düzeyi ise 7001 TL üzeridir (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Hane halkı aylık gelir grupları**Table 2.** Household monthly income groups

Hane Halkı Aylık Gelir Grupları	Gelir Düzeyleri (TL/Ay)	Sayı	%
1. Grup	0-2500	78	20.53
2. Grup	2501-3500	71	18.68
3. Grup	3501-5000	99	26.05
4. Grup	5001-7000	66	17.37
5. Grup	7001 ve üzeri	66	17.37
Toplam		380	100,00

Çalışmada üniversite öğrencilerinin bal ve diğeri ürünlerini; tüketip-tüketmeme durumları, tükettikleri bal çeşitleri, monofloral ve polifloral bal ile diğeri ürünleri tüketim miktarları, tüketim sıklıkları, tüketme nedenleri, marka tercihleri, ambalaj tipi tercihleri, ambalaj ağırlıkları, satın alma sıklığı, ailede arı ürünleri satın alan bireyler, balın orijini bilme durumu, satın alma yeri tercihleri, arı ürünlerinin yararları hakkındaki bilgi durumları, arı ürünleri ile ilgili herhangi bir seminare/eğitime katılıp- katılmama durumu ortaya konulmuştur.

Araştırmada öğrencilerin sosyo-ekonomik özellikleri (yaş, cinsiyet, okuduğı sınıf, doğduğı il, medeni durum, ailedeki kişi sayısı, ailedeki kardeş sayısı, ailenin aylık geliri, öğrencinin kısmi zamanlı çalışma durumu) ortaya konulmuş ve tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. Sayım ile elde edilen verilere Khi-kare testi uygulanmıştır. Böylece, değişkenlere ilişkin özelliklerin ortaya çıkmasında değişkenler arasında bir bağımlılık olup olmadığı analiz edilmiştir (Landau & Everitt, 2004). Çalışmada, analizler sonucunda anlamlı çıkan Khi-kare sonuçlarına yer verilmiştir. Değişkenlerin normal dağılışı uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile belirlenmiştir. Değişkenlerin normal dağılışı gösterip göstermediğı saptanmış ve normal dağılışı göstermeyen sürekli değişkenler için gruplar arasında fark olup olmadığının belirlenmesinde, iki değişken için Mann Whitney U testi, üç ve üzeri değişkenlerde ise Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır (Özdamar, 2015). Yapılan testler sonucunda gruplar arasında fark olmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışmada bu sonuçlara yer verilmemiştir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI

### Üniversite öğrencilerinin sosyo-ekonomik özellikleri

Görüşülen lisans öğrencilerinin %52.90'ının kız, %47.10'unun erkek olduğı, %98.68'inin bekar, %1.32'sinin evli olduğı ve öğrencilerin ortalama yaşının 22.40 olduğı belirlenmiştir. Öğrencilere doğum yerleri sorulduğunda, verilen yanıtlara göre ilk sırada %38.68 ile Ege Bölgesi gelmektedir. Bunu sırası ile Marmara Bölgesi (%18.95), İç Anadolu Bölgesi (%9.74), Akdeniz Bölgesi (%9.21), Güneydoğı Anadolu Bölgesi (%8.42), Doğı Anadolu Bölgesi (%7.11) ve Karadeniz Bölgesi (%5.00) izlemektedir. Yabancı uyruklu öğrenci oranı ise %2.89'dur.

Öğrencilerin ailesinde ortalama 5 kişi bulunurken, kardeş sayısının yaklaşık 2 kişi olduğı belirlenmiştir. Öğrenci ailesinin ortalama hane halkı aylık geliri 4665.50 TL olarak bulunmuştur. Kız öğrencilerin %26.37'sinin ailesinin, erkek öğrencilerinde %25.70'inin ailesinin hane halkı aylık gelir grupları içerisinde 3. gelir grubunda yer aldığı belirlenmiştir. Genel ortalamaya göre öğrencilerin %26.05'inin hane halkı gelirinin 3. gelir grubunda yer aldığı hesaplanmıştır. Kız öğrencilerde bunu %23.98 ile 1. gelir grubu, erkek öğrencilerde ise %19.55 ile 4. gelir grubu izlemektedir (izelge 3).

**Çizelge 3.** Üniversite öğrencilerinin hane halkı aylık gelir grupları (TL)**Table 3.** University students' monthly income groups (TL)

Hane Halkı Aylık Gelir Grupları (TL)	Kız		Erkek		Genel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
1. Grup (0-2500)	47	23.38	31	17.32	78	20.53
2. Grup (2501-3500)	38	18.91	33	18.44	71	18.68
3. Grup (3501-5000)	53	26.37	46	25.70	99	26.05
4. Grup (5001-7000)	31	15.42	35	19.55	66	17.37
5. Grup (7001 ve üzeri)	32	15.92	34	18.99	66	17.37
Toplam	201	100.00	179	100.00	380	100.00

Öğrencilerin kendilerinin aylık gelir / harçlık grupları incelendiğinde kız öğrencilerin %42.29'unun, erkek öğrencilerin ise %34.08'inin 501-1000 TL arasındaki grupta yer aldıkları belirlenmiştir. Genel olarak öğrencilerin en fazla %38.42 ile 501-1000 TL arasındaki grupta yer aldığı belirlenmiştir. Bunu %20.26 ile 500 TL'nin altında harçlık alan grup izlemektedir (Çizelge 4).

**Çizelge 4.** Üniversite öğrencilerinin aylık gelir / harçlık grupları (TL)**Table 4.** University students' monthly income / pocket money groups (TL)

Öğrencilerin Gelir / Harçlık Grupları (TL)	Kız		Erkek		Genel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
500 ve altı	46	22.89	31	17.32	77	20.26
501-1000	85	42.29	61	34.08	146	38.42
1001-1500	40	19.90	48	26.82	88	23.16
1501-3000	23	11.44	33	18.44	56	14.74
3001 ve üzeri	7	3.48	6	3.35	13	3.42
Toplam	201	100.00	179	100.00	380	100.00

Öğrencilere eğitimleri boyunca nerede kaldıkları sorusu yöneltildiğinde, kız öğrencilerin %38.31'i öğrenci yurdunda, %31.4'ü ailesi ile kaldıklarını, erkek öğrencilerin %35.75'i arkadaşları ve %27.93'ü ailesi ile birlikte kaldıklarını belirtmişlerdir. Genel ortalamaya göre öğrencilerin %30.00'unun ailesi ile, %29,21'inin yurttan kaldıkları belirlenmiştir (Çizelge 5). Tek başına evde kalanların oranı ise %11,05'dir.

**Çizelge 5.** Üniversite öğrencilerinin kaldıkları yerler**Table 5.** The accommodations of university students

Kalınan Yerler	Kız	%	Erkek	%	Genel	%
Ailesi ile	64	31.84	50	27.93	114	30.00
Yurtta	77	38.31	34	18.99	111	29.21
Arkadaşları ile	40	19.90	64	35.75	104	27.37
Tek başına	17	8.46	25	13.97	42	11.05
Bir akrabasının yanında	3	1.49	6	3.35	9	2.37
Toplam	201	100.00	179	100.00	380	100.00

**Üniversite öğrencilerinin bal ve diğer arı ürünlerini tüketme durumuna ilişkin bulgular**

Aylık gıda harcamaları içerisinde kız öğrencilerin %62.19'unun, erkek öğrencilerin ise %67.60'ının bal ve diğer arı ürünlerine 20 TL ve altında bir miktar ayırdıkları belirlenmiştir. Genel olarak öğrencilerin %64.74'ü aylık gıda harcamaları içerisinde bal ve diğer arı ürünlerine 20 TL ve altında pay ayırırken, %5.00'ünün ise 81 TL ve üzerinde pay ayırdıkları belirlenmiştir (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Üniversite öğrencilerinin aylık gıda harcamalarında bal ve diğer arı ürünlerine ayırdıkları oran

**Table 6.** The ratio of university students allocated to honey and other bee products in monthly food expenditures

Bal ve Diğer Arı Ürünlerinin Payı	Kız		Erkek		Genel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
20 TL ve altı	125	62.19	121	67.60	246	64.74
21-40 TL	33	16.42	31	17.32	64	16.84
41-60 TL	20	9.95	12	6.70	32	8.42
61-80 TL	13	6.47	6	3.35	19	5.00
81 TL ve üzeri	10	4.98	9	5.03	19	5.00
Toplam	201	100.00	179	100.00	380	100.00

Araştırmaya katılan öğrencilerin %75.79'u bal tüketirken, %24.21'inin bal tüketmediği belirlenmiştir. Öğrencilerin cinsiyetine göre bal tüketme durumları incelendiğinde kız öğrencilerin %82.59'u bal tüketirken, erkek öğrencilerin %68.16'sının bal tükettiği belirlenmiştir (izelge 7). Ankete katılan öğrencilerin cinsiyete göre bal tüketim durumu istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kızların, erkeklere kıyasla daha fazla miktar bal tükettiği belirlenmiştir. 2019 yılında Kahramanmaraş Merkez ilçede yapılan bir çalışmada ise tüketicilerin %84.4'ünün bal tükettiği belirlenmiştir (Aytop et al., 2019).

**Çizelge 7.** Ege Üniversite öğrencilerinin bal tüketme durumu

**Table 7.** Honey consumption of Ege University students

Cinsiyet	Bal Tüketme Durumu				Khi-Kare	
	Tüketiyor	%	Tüketmiyor	%	Değeri	P
Kız	166	82.59	35	17.41	9.944	0.002*
Erkek	122	68.16	57	31.84		
Toplam	288	75.79	92	24.21		

\*P<0,01 anlamlıdır.

Ankete katılan lisans öğrencilerinin %16.32'sinin polen, %13.16'sının propolis, %10.79'unun arı sütü tükettikleri belirlenmiştir (izelge 8). Bal tüketen öğrencilerin tercih ettikleri bal çeşitleri arasında ilk sırayı çiçek balı (%32.73) almaktadır. Kız öğrencilerin %35.16'sı ve erkek öğrencilerin ise %29.46'sı çiçek balını tercih etmektedir. Bunu genel olarak %25.45 ile petek balı, %20.50 ile çam balı, %14.88 ile organik bal, %5.79 ile karakovan balı ve %0.66 ile krem bal izlemektedir. Kız öğrencilerin krem balı tercih etmedikleri belirlenmiştir (izelge 9). İstanbul ilinde yaşayan tüketicilerin bal tüketim eğilimlerine etki eden nedenleri belirlemeye yönelik bir çalışmada da tüketicilerin büyük çoğunluğunun (%85.33) süzme çiçek balı tükettikleri belirlenmiştir (Paydaş,1999).

**Çizelge 8.** Üniversite öğrencilerinin diğer arı ürünlerini tüketme durumu

**Table 8.** Consumption of other bee products by university students

Diğer Arı Ürünleri	Tüketiyor		Tüketmiyor	
	Sayı	%	Sayı	%
Polen	62	16.32	318	83.68
Propolis	50	13.16	330	86.84
Arı Sütü	41	10.79	339	89.21
Arı Zehiri (krem olarak)	16	4.21	364	95.79
Arı Ekmeği	11	2.89	369	97.11

**Çizelge 9.** Öğrencilerin tükettikleri bal çeşitleri**Table 9.** Types of honey consumed by University students

Bal Çeşitleri	Kız		Erkek		Genel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Çiçek Balı	122	35.16	76	29.46	198	32.73
Petek Balı	87	25.07	67	25.97	154	25.45
Çam Balı	73	21.04	51	19.77	124	20.50
Organik Balı	51	14.70	39	15.12	90	14.88
Karakovan Balı	14	4.03	21	8.14	35	5.79
Krem Bal**	-		4	1.55	4	0.66
Toplam*	347	100.00	258	100.00	605	100.00

\*Birden çok yanıt alınmıştır.

Tüketicilerin, arı ürünleri tercihleri üzerinde birden çok faktör etkili olmaktadır. Tutumlar, seçim, algı, inançlar ve değer yargıları tüketicilerin arı ürünleri seçimini etkileyen faktörler arasındadır (Kavas, 1987). Bu kapsamda, öğrencilerin bal tüketip-tüketmeme nedenlerinin değerlendirilmesinde Beşli Likert Ölçeği kullanılmıştır. Öğrencilerin balı en fazla kahvaltılık (4.24) olarak tükettikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin bal tüketme nedeni olarak en az önemli gördükleri nedenin balın kilo vermeye yardımcı (2.58) olduğunu düşünmeleridir. Bu faktörler ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Kız öğrencilerin bal tüketim nedenleri arasında cilde iyi gelmesinin ölçek ortalaması 3.47 iken, erkek öğrencilerde bu nedenin ölçek ortalaması 2.93'dür. Kız öğrencilerin bal tüketme nedenlerinden kozmetik amaçlı olmasının ölçek ortalaması 3.10 iken, erkek öğrencilerde bu nedenin ölçek ortalaması 2.44'dür (Çizelge 10).

**Çizelge 10.** Üniversite öğrencilerinin bal tüketme nedenleri**Table 10.** Reasons for university students to consume honey

Bal Tüketme Nedenleri	1	2	3	4	5	Kız Öğrenciler	Erkek Öğrenciler	Ölçek Ortalaması	Standart Sapması
Kahvaltılık	23	6	6	98	155	4.31	4.14	4.24	1.145
Tadı güzel	24	9	21	124	110	3.95	4.07	4.00	1.155
Sağlık amaçlı	42	15	30	116	85	3.72	3.55	3.65	1.343
Ailesinin satın alması	44	30	34	104	76	3.42	3.57	3.48	1.382
Enerji artırması	53	22	40	105	68	3.30	3.52	3.39	1.405
Antioksidan özelliği	44	26	60	95	63	3.40	3.34	3.37	1.332
Tatlandırıcı olarak	57	31	33	104	63	3.30	3.30	3.30	1.434
Cilde iyi gelmesi	58	26	53	90	61	3.47	2.93	3.24	1.415
Kanser önleyici	48	33	73	74	60	3.27	3.16	3.23	1.352
Mide rahatsızlığını önleyici	56	35	73	68	56	3.16	3.06	3.11	1.381
Alışkanlık	61	49	48	74	56	2.99	3.13	3.05	1.434
Kozmetik amaçlı	93	39	39	61	56	3.10	2.44	2.82	1.547
Kilo vermeye yardımcı	94	59	48	49	38	2.56	2.60	2.58	1.427

(1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum)

Öğrencilere neden bal tüketmedikleri hakkında sorular da yöneltilmiştir. Verilen yanıtlara göre, öğrencilerin büyük bir bölümü balı alışkanlık kazanmadıklarından dolayı (3.99) tüketmediklerini belirtmişlerdir. Bunu ikinci sırada 3.64 ile bal fiyatını yüksek bulmaları izlemiştir. Ayrıca bu nedenler arasında cinsiyete göre de farklılık bulunmamıştır. Kız öğrencilerin balı tüketmemelerinde tadı hoşuna gitmemesinin ölçek ortalaması 3.40 iken, erkek öğrencilerde bu nedenin ölçek ortalaması 2.93'dür (Çizelge 11).

**Çizelge 11.** niversite ğrencilerinin bal tktmeme nedenleri**Table 11.** The reasons why university students do not consume honey

Bal Tktmeme Nedenleri	1	2	3	4	5	Kız ğrenciler	Erkek ğrenciler	lek Ortalaması	Standart Sapması
Alışkanlığı olmaması	8	5	8	30	41	4.06	3.95	3.99	1.245
Pahalı bulması	14	3	15	30	30	3.34	3.82	3.64	1.371
Kaliteli rn bulamaması	19	5	14	31	23	3.49	3.30	3.37	1.450
Firmalara güveninin olmaması	19	7	12	29	25	3.49	3.30	3.37	1.480
Tadının hoşuna gitmemesi	24	12	9	24	23	3.40	2.93	3.11	1.565
Kokusunun rahatsız etmesi	37	16	8	18	13	2.66	2.40	2.50	1.523
Midesine rahatsızlık vermesi	44	15	6	12	15	2.69	2.12	2.34	1.564
Uzmanlarca nerilmemesi	44	15	17	8	8	2.06	2.19	2.14	1.339
Alerjisi olması	59	6	5	10	13	2.29	1.91	2.05	1.549

(1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum)

Öğrencilerin bal ve diğer arı ürünlerini tktme sıklıkları izelge 12'de verilmiştir. Öğrencilerin %2.11'i am balını her gün tktirken %57.11'i hiç tktmediklerini belirtmişlerdir. iek balını her gün tktenlerin oranı %5.53 iken, hiç tktmeyenlerin oranı %40.00'dır. Petek balı her gün tktenlerin oranı %1.84, hiç tktmeyenlerin oranı ise 46.32'dir. Organik balı her gün tkten %3.42, hiç tktmeyen %63.95'tir. Krem bal, petek bal ve arı ekmeğini her gün tkten ğrenci bulunmamaktadır. Propolisi her gün tkten %1.05, arı sütünü her gün tkten %0.79'dur. Niyaz & Demirbaş (2017), tarafından yapılan çalışmada da Çanakkale ilindeki tkticilerin %82.90'ının polen, %89.10'unun propolis, %95.40'ının arı sütü tkttikleri belirlenmiştir.

**Çizelge 12.** niversite ğrencilerinin bal ve diğer arı ürünlerini tktme sıklığı (%)**Table 12.** Frequency of university students consuming honey and other bee products (%)

rnler	Hiç Tktmem		Her Gün		Haftada 1-2		15 Günde Bir		Ayda Birkaç Kez		Ayda Bir		6 Ayda Bir		Yılda Bir		Sadece Hafta Sonu	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
am Balı	217	57.11	8	2.11	48	12.63	17	4.47	28	7.37	16	4.21	24	6.32	18	4.74	4	1.05
iek Balı	152	40.00	21	5.53	81	21.32	26	6.84	39	10.26	27	7.11	16	4.21	13	3.42	5	1.32
Petek Balı	176	46.32	7	1.84	47	12.37	21	5.53	43	11.32	24	6.32	35	9.21	24	6.32	3	0.79
Organik Balı	243	63.95	13	3.42	39	10.26	7	1.84	28	7.37	11	2.89	15	3.95	19	5.00	5	1.32
Krem Balı	354	93.16	-	-	2	0.53	1	0.26	5	1.32	4	1.05	7	1.84	6	1.58	1	0.26
Polen	318	83.68	-	-	10	2.63	5	1.32	7	1.84	6	1.58	13	3.42	21	5.53	-	-
Propolis	330	86.84	4	1.05	5	1.32	3	0.79	7	1.84	7	1.84	7	1.84	17	4.47	-	-
Arı Sütü	339	89.21	3	0.79	4	1.05	2	0.53	4	1.05	2	0.53	12	3.16	14	3.68	-	-
Arı Zehirli	364	95.79	1	0.26	2	0.53	1	0.26	1	0.26	1	0.26	3	0.79	7	1.84	-	-
Arı Ekmeği	369	97.11	-	-	1	0.26	-	-	1	0.26	1	0.26	3	0.79	5	1.32	-	-

Öğrencilerin ailelerinin aylık ortalama bal tktim miktarı 830 gram, kendilerinin aylık ortalama bal tktim miktarı ise 297 gramdır. Kız ğrencilerin aylık ortalama bal tktim miktarı 256 gram, erkek öğrencilerin ise 344 gramdır (izelge 13). Erkek ğrencilerin aylık ortalama bal tktim miktarları kız öğrencilerin bal tktiminden daha yüksektir. Öğrencilerin aylık ortalama bal tktim miktarları fakülte gruplarına göre incelendiğinde en fazla 370 gram bal ile Gıda-Ziraat grubu gelmektedir. Bu grubu sağlık fakülte grubu (325 gram) ve diğer fakülte grubu (273 gram) izlemektedir. Öğrencilerin hane halkı aylık gelir gruplarına göre bal tktim miktarlarına bakıldığında ise en fazla 392 gram ile 4. grup gelmektedir. Öğrencilerin bal tktim miktarları doğdukları yerlere göre incelendiğinde en fazla tktimin 453 gram ile Marmara Bölgesinde doğan öğrencilerden geldiği belirlenmiştir. Bunu 371 gram ile Akdeniz Bölgesinde



doğan öğrenciler izlemektedir (Çizelge 13). Öğrencilerin cinsiyetlerine göre aylık ortalama bal tüketim miktarlarını karşılaştırırken Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Test sonucunda öğrencilerin cinsiyetlerine göre aylık ortalama bal tüketim miktarları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Öğrencilerin aylık bal tüketimi incelenirken fakülte grupları ve hane halkı aylık gelir grupları için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Test sonucunda gerek fakülte grupları gerekse hane halkı aylık gelir gruplarına göre bal tüketim miktarları açısından istatistiki açıdan bir fark bulunmamıştır.

**Çizelge 13.** Aylık ortalama bal tüketim miktarları

**Table 13.** Average monthly honey consumption

Cinsiyet	Aylık Ortalama Bal Tüketim Miktarı (g)	Fakülte Grupları	Aylık Ortalama Bal Tüketim Miktarı (g)
Kız	256	Gıda-Ziraat	370
Erkek	344	Sağlık	325
		Diğer	273
Genel			297
Hane Halkı Aylık Gelir Grupları (TL)	Gelir gruplarına göre aylık ortalama bal tüketim miktarı		
1. Grup (0-2500)	279		
2. Grup (2501-3500)	230		
3. Grup (3501-5000)	304		
4. Grup (5001-7000)	392		
5. Grup (7001 ve üzeri)	286		
Doğum Yerleri	Doğum yerlerine göre aylık tüketim ortalama miktarı		
Doğu Anadolu Bölgesi	250		
İç Anadolu Bölgesi	239		
Karadeniz Bölgesi	186		
Akdeniz Bölgesi	371		
Ege Bölgesi	266		
Marmara Bölgesi	453		
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	191		
Diğer*	275		

\*Yabancı uyruklu öğrenciler

Ankete katılan kız öğrencilerin %44.60'ı diğer arı ürünlerini tüketme nedeni olarak besin özelliğini belirtirken, %8.92'si eskiden kalma alışkanlıklarından dolayı diğer arı ürünlerini tükettiklerini belirtmişlerdir. Erkek öğrencilerin ise %44.72'si besin özelliğinden dolayı, %13.66'sı ise eskiden kalma alışkanlıklarından dolayı diğer arı ürünlerini tükettiklerini söylemişlerdir. Genel olarak öğrencilerin %44.65'i diğer arı ürünlerini tüketme nedenleri olarak besin özelliğini, %30.21'i hastalıkların tedavisinde, %14.17'si tatlandırıcı olması nedeniyle, %10.96'sı alışkanlıklarından dolayı tükettiklerini belirtmişlerdir (Çizelge 14).

**Çizelge 14.** Üniversite öğrencilerinin diğer arı ürünlerini tüketme nedenleri

**Table 14.** Reasons for university students consume other bee products

Nedenler	Kız		Erkek		Genel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Besin özelliği	95	44.60	72	44.72	167	44.65
Hastalıkların tedavisinde	68	31.92	45	27.95	113	30.21
Tatlandırıcı olması	31	14.55	22	13.66	53	14.17
Alışkanlık	19	8.92	22	13.66	41	10.96
Toplam*	213	100.00	161	100.00	374	100.00

\*85 kişiden yanıt alınamamıştır ve yanıt veren kişiler birden çok yanıt vermişlerdir.

Kayseri'de üniversite öğrencilerinin bal tüketimine yönelik yapılan bir diğer çalışmada da üniversite öğrencileri arasında balın tercih edilmesinin en önemli nedeni %54.8 ile besleyici özelliğinin olması ve bu özelliğın erkek öğrenciler (%60.8) için daha da önemli olduğu, ayrıca öğrencilerin bal tüketiminin 500 gramın altında olduğu belirlenmiştir (Soylu & Silici, 2018) ve bu sonuç, araştırma sonucuna çok yakın olarak bulunmuştur.

### Üniversite öğrencilerinin bal ve diğer arı ürünlerini satın almalarına ilişkin bulgular

Öğrencilerin balı daha çok büyük süper marketlerden satın aldıkları belirlenmiştir. Online sipariş ve televizyon reklamından sipariş sayısı yok denecek kadar azdır. Uşak'ta yapılan bir çalışmada da günümüzde sıkça kullanılan internet alışverişine rağmen katılımcıların internetten arı ürünleri temin etmediğı belirlenmiştir (Şahinler vd., 2021).

Öğrencilerin %30.26'sı balı tadına bakarak satın aldıklarını, %69.74'ü ise balı tadına bakmadan satın aldıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bal alırken dikkat ettikleri kriterler incelendiğinde öğrencilerin %25.79'unun balın son kullanma tarihine dikkat ettikleri belirlenmiştir. En az dikkat edilen kriter ise %1.58 ile balın ambalajıdır. Kız öğrencilerin ikinci sırada balın markasına dikkat ederken, erkek öğrencilerin %21.23'ünün ikinci sırada balın fiyatına dikkat ettikleri belirlenmiştir (Çizelge 15).

**Çizelge 15.** Üniversite öğrencilerinin cinsiyetine göre bal satın alırken dikkat ettiği kriterler

**Table 15.** Criteria that University students pay attention to while buying honey by gender

Kriterler	Kız		Erkek		Genel	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Son kullanma tarihi	47	23.38	51	28.49	98	25.79
Fiyatı	34	16.92	38	21.23	72	18.95
Markası	36	17.91	29	16.20	65	17.11
Kristalize olmaması	29	14.43	18	10.06	47	12.37
Çeşidi	21	10.45	13	7.26	34	8.95
Renk özelliğı	16	7.96	17	9.50	33	8.68
Alındığı yer	15	7.46	10	5.59	25	6.58
Ambalajı	3	1.49	3	1.68	6	1.58
Toplam	201	100.00	179	100.00	380	100.00

Arı ürünü satın alırken; ürünün fiyatı, tadı, kokusu, görünümü, katkı maddeleri, alındığı yer ve ambalajı tüketiciler açısından çok önemlidir (Merdan & Durmuş, 2018; Gürer & Akyol, 2018; Şahinler vd., 2021). Ayrıca İzmir ilinde gerçekleşen bir çalışmada, tüketicilerin arı ürünleri tüketim tercihlerini ürünün güvenilirliği, lezzeti, son kullanma tarihi, orijin ve çeşidin etkilediğı belirlenmiştir (Baki vd., 2017).

Öğrencilerin bal ve diğer arı ürünlerini satın alma sıklıkları incelendiğinde öğrencilerin %12.63'ü çam balını ayda bir satın alırken %66.05'i hiç satın almadıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin %19.47'si çiçek balını ayda bir aldıklarını, %47.63'ü ise hiç almadıklarını belirtmişlerdir. Petek balı ise öğrencilerin %10.53'ü ayda bir aldıklarını, %60.79'u ise hiç almadıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin %74.21'i organik balı, %94.74'ü krem balı, %92.63'ü poleni, %91.68'i propolisi, %91.54'ü arı sütünü, %96.58'i arı zehirini ve %97.11'i arı ekmeğini hiç almadıklarını belirtmişlerdir (Çizelge 16). Bölüktepe & Yılmaz'a (2008) göre tüketicilerin büyük çoğunluğı balı iki ya da altı ayda bir almayı tercih ederken, diğer arı ürünlerini genellikle satın almamayı tercih ettikleri görülmüştür.

**Çizelge 16.** Üniversite öğrencilerinin bal ve diğer arı ürünlerini satın alma sıklığı**Table 16.** Frequency of university students to purchasing honey and other bee products

Ürünler	Hiç Satın Almam		15 Günde Bir		Ayda Bir		Üç Ayda Bir		Altı Ayda Bir		Yılda Bir	
	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%	Sayı	%
Çam Balı	251	66.05	10	2.63	48	12.63	26	6.84	17	4.47	28	7.37
Çiçek Balı	181	47.63	17	4.47	74	19.47	50	13.16	26	6.84	32	8.42
Petek Bal	231	60.79	12	3.16	40	10.53	39	10.26	24	6.32	34	8.95
Organik Bal	282	74.21	4	1.05	27	7.11	30	7.89	15	3.95	22	5.79
Krem Bal	360	94.74	-	-	2	0.53	3	0.79	4	1.05	11	2.89
Polen	352	92.63	-	-	3	0.79	6	1.58	8	2.11	11	2.89
Propolis	348	91.58	1	0.26	9	2.37	5	1.32	6	1.58	11	2.89
Arı Sütü	349	91.84	-	-	4	1.05	7	1.84	8	2.11	12	3.16
Arı Zehiri	367	96.58	1	0.26	-	-	3	0.79	2	0.53	7	1.84
Arı Ekmeği	369	97.11	-	-	1	0.26	4	1.05	2	0.53	4	1.05

### Üniversite öğrencilerinin bal ve diğer arı ürünleri hakkında bilgi düzeyi ve yeniliklerden haberdar olma durumuna ilişkin bulgular

Görüşülen lisans öğrencilerinin %62.63'ü bal ve diğer arı ürünlerinin yararları hakkında bilgi sahibi olduklarını, %37.37'si ise bilgi sahibi olmadıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerin bal ve diğer arı ürünlerinin yararları hakkındaki bilgi sahibi olma durumlarında cinsiyete göre büyük bir farklılık bulunmamıştır. Bu bulgulardan hareketle öğrencilerin, %50'sinden fazlasının bal ve diğer arı ürünlerinin yararlarını bildiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ankete katılan öğrencilerin %78.68'i apiterapi (arı ürünleri ile tedavi) kavramını hiç duymadıklarını, %12.63'ü bu kavramı duyduklarını, ancak ne anlama geldiğini bilmediklerini, %8.68'i ise apiterapi kavramını duyduğunu ve ne anlama geldiğini bildiklerini belirtmişlerdir. Ankete katılan öğrencilerin cinsiyeti ile apiterapi kavramını duyup-duymama durumu arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Apiterapi kavramını ağırlıklı olarak erkek öğrencilerin duymadığı belirlenmiştir (Çizelge 17). Öğrencilerin %34.21'inin kovan yatakları, %28.68'inin arı sesi ve arı frekansını bildikleri, %27.63'ünün arı dansını, %12.37'sinin kovan havasını, %11.58'i de apiterapi kavramından haberdar oldukları belirlenmiştir.

**Çizelge 17.** Cinsiyete göre üniversite öğrencilerinin apiterapi kavramından haberdar olma durumu**Table 17.** University students' awareness of the concept of apitherapy by gender

Cinsiyet	Apiterapi Kavramı						Khi-Kare	
	Hayır, duymadım	%	Evet, duydum ama ne anlama geldiğini bilmiyorum	%	Evet, duydum ve ne anlama geldiğini biliyorum	%	Değeri	P
Kız	145	72.14	34	16.92	22	10.95		
Erkek	154	86.03	14	7.82	11	6.15	11.034	0.004*
Toplam	299	78.68	48	12.63	33	8.68		

\*P<0.01 anlamlıdır.

Öğrencilerin apiterapi kavramından haberdar olma durumu ile fakülte grupları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Fakülte grupları arasında apiterapi kavramını duyan ve ne anlama geldiğini bilen öğrencilerin en fazla (%23.08) olduğu grup 1. grup olan gıda-ziraat fakülte grubudur. Apiterapi kavramını duyan ve ne anlama geldiğini bilen öğrencilerin olduğu diğer iki grup ise %12.35 ile sağlık fakülte grubu ve %4.45 ile diğer fakülte grubudur (Çizelge 18). Gıda-ziraat fakülte grubundaki öğrencilerin apiterapi kavramından haberdar olmaları, aldıkları eğitim ve bu konudaki bilinç düzeyleriyle açıklanabilir.

**Çizelge 18.** niversite ğrencilerinin fakülte gruplarına göre apiterapi kavramından haberdar olma durumu

**Table 18.** *University students' awareness of the concept of apitherapy by faculty groups*

Fakülte Grupları	Apiterapi Kavramı						Khi-Kare	
	Hayır, duymadım	%	Evet, duydum ama ne anlama geldiğini bilmiyorum	%	Evet, duydum ve ne anlama geldiğini biliyorum	%	Değeri	P
Gıda-Ziraat	32	61,54	8	15,38	12	23,08	21,781	0.000*
Sağlık	62	76,54	9	11,11	10	12,35		
Diğer	205	83,00	31	12,55	11	4,45		
Toplam	299	78,68	48	12,63	33	8,68		

\*P<0.01 anlamlıdır.

### Üniversite ğrencilerinin bal ve diğer arı ürünlerini satın alma ve tüketime ilişkin bulguları

Öğrencilerin, bal ve diğer arı ürünlerini satın almasına ilişkin ifadelerin değerlendirilmesinde Beşli Likert leği kullanılmıştır. En yüksek ölçek ortalamasıyla (3.81), “Satın alınan balın kalitesi fiyattan daha önemlidir” yanıtı ilk sırada yer almaktadır. Bunu, “Arı rnleri alındığında yerli ürünleri seğmek önemlidir” (3.79), “Bal ve diğer arı ürünleri sağlıklı olup, bağışıklık sistemini güçlendirmektedir” (3.78) yanıtı izlemektedir (izelge 19).

**Çizelge 19.** niversite ğrencilerinin bal ve diğer arı ürünlerinin satın alımına ilişkin tutumları

**Table 19.** *University students' attitudes towards purchasing of honey and other bee products*

Tutumlar	1	2	3	4	5	lek Ortalaması	Standart Sapma
Satın alınan balın kalitesi fiyattan daha önemlidir	24	28	64	145	119	3.81	1.145
Arı rnleri alırken yerli ürünleri seğmek önemlidir	30	32	50	142	126	3.79	1.213
Bal ve diğer arı ürünleri sağlıklı olup, bağışıklık sistemini güçlendirmektedir	29	24	60	157	110	3.78	1.158
Arı ürünün yerel üreticilerden satın alınması önemlidir	33	29	82	121	115	3.67	1.226
Arı ürünü satın alırken menēei ülke önemlidir	35	38	100	114	93	3.51	1.223
Piyasadaki arı ürünleri kalitesi güvenilir değildir	36	44	138	87	75	3.32	1.19
Arı rnleri satın alınan üreticiyi(arıcıyı) şahsen tanımak önemlidir	54	69	75	88	94	3.26	1.381
Bal, polen, propolis alırken daima etiket üzerindeki bilgileri okumak önemlidir	47	60	91	117	65	3.24	1.261
Tıbbi özelliklerini göz önünde bulundurarak bal türünü seğmek önemlidir	50	60	114	108	48	3.12	1.21
Bal alırken sergilerde sunulan balı seğmek önemlidir	73	96	132	53	26	2.64	1.144

(1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum)

Arıcılık faaliyetleri ile elde edilen arı sütü, propolis, balmumu ve polen gibi arı ürünleri, beslenme ve insan sağlığı üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir (Mutlu vd., 2017). Obisesan & Olasoji (2017), yaptıkları çalışmada bal satın alırken tüketicilerin balın kalitesine ve fiyatına dikkat ettiğini belirlemişlerdir. Tüketicilerin kalite ve fiyat arasında seçim yapılabildiği sonucuna varılmıştır. Öğrencilerin arı ürünleri tüketime ilişkin ifadelerine bakıldığında en yüksek ölçek ortalaması (3.88) ile “Arı rnleri düzenli ve sağlıklı beslenmede önemli bir besindir” gelmektedir. Bunu, “Bal ve diğer arı ürünün yetkili kurumlarca onaylanmış yüksek kalitede olması gerekir” (3.79) ve “Arı rnleri vitamin ve mineral bakımından zengindir” (3.50) ifadesi izlemektedir (izelge 20). Açıkçası bu ifadeler öğrencilerin arı ürünleri konusundaki farkındalıklarının arttığının da bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

**Çizelge 20.** Üniversite öğrencilerinin bal ve diğer arı ürünleri tüketimine ilişkin tutumları

**Table 20.** University students' attitudes towards consumption of honey and other bee products

İfadeler	1	2	3	4	5	Ölçek Ortalaması	Standart Sapma
Arı ürünleri düzenli ve sağlıklı beslenmede önemli bir besindir	24	22	40	183	111	3.88	1.089
Bal ve diğer arı ürünlerinin yetkili kurumlarca onaylanmış yüksek kalitede olması gerekir	30	26	53	157	114	3.79	1.176
Arı ürünleri vitamin ve mineral bakımından zengindir	36	34	77	159	74	3.53	1.179
Arı ürünleri mükemmel bir enerji kaynağıdır	33	37	89	143	78	3.52	1.175
Arı ürünleri (Bal, polen, propolis) bağışıklığı artırır	48	40	83	132	77	3.39	1.272
Arı ürünleri gıda takviyesi olarak kullanılabilir	44	52	81	149	54	3.31	1.212

(1=Kesinlikle Katılmıyorum, 2=Katılmıyorum, 3=Kararsızım, 4=Katılıyorum, 5=Kesinlikle Katılıyorum)

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Son yıllarda Türkiye’de arı ürünlerine olan ilgi daha da artmıştır. TÜİK 2019 yılı verilerine göre hesaplanan kişi başına bal tüketimi 1.25 kg olup, Dünya ortalamasının üzerindedir. Türkiye’de bal üretimi talebi karşılamaktadır. Bu çalışmada Ege Üniversitesi lisans öğrencilerinin arı ürünlerine yönelik farkındalığı ve tüketim tercihleri ortaya konulmuştur. Öğrencilerin bal dahil gıda alışverişlerini daha çok anne ve babalarının yaptığı, öğrencilerin %64.74’ünün aylık gıda harcamaları içerisinde bal ve diğer arı ürünlerine ayırdıkları miktarın 20 TL ve altında olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin balı en fazla sofralık (kahvaltılık) olarak tükettiği ve kişi başına aylık ortalama bal tüketim miktarının ise 297 gram olduğu bulunmuştur.

Bal ve diğer arı ürünlerinin üretim ve tüketimine yönelik yapılan bilimsel çalışma sayısının artması gerek sektör açısından gerekse tüketiciler açısından olumlu sonuçlar ortaya çıkaracak, Türkiye’nin bal ve diğer arı ürünlerinin yurt içinde ve yurt dışında bal festivalleri ve bal ya da arıcılık fuarları aracılığıyla tanıtımına ve ihracatının artmasına katkı sağlayacaktır. 2020 yılında Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Bal Tebliği’nin (2020/7), 31044 sayılı T.C. Resmî Gazetede yayınlanması ve bu tebliğdeki doğru tanımlamalar ile Türk Çam Balının da Dünyada tanıtımına katkı sağlanacaktır.

Üniversite gençliğinin bal ve diğer arı ürünlerinin yararları hakkında daha fazla bilgilendirilmeleri ve farkındalıklarının artırılması, öğrencilere bal ve diğer arı ürünleri gibi bazı temel konularda seminer, konferanslar, webinarlar ve sertifika programları düzenlenmesi yoluyla sağlanabilecektir. Bu anlamda gençlerin beslenme alışkanlıkları ile arı ürünlerine yönelik farkındalıklarını ortaya koyan çalışmaların yapılmasının da bu yönüyle de literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak; öğrencilerin bal ve diğer arı ürünleri hakkında daha fazla bilgi sahibi olmaları ve farkındalıklarının artması ile tüketim tercihleri değişebilecektir. Özellikle bal dışındaki diğer arı ürünleri ile ilgili farkındalığın artırılması tüketimi doğrudan etkileyecektir. Yaşanılan Covid salgını sonrası tüketicilerin doğal ürünlere olan ilgisi de artmıştır. Bal ve diğer arı ürünlerinin tüketiciler tarafından daha fazla tercih edilmesi bu salgın ile doğru orantılıdır. Tüketicilerin özellikle sağlık amaçlı kendilerini korumak ve metabolizmalarını güçlendirmek adına bu ürünleri tükettikleri gözlemlenmektedir. Tüketicilerin sağlıklı ve markalı arı ürünlerine ürünlere yönelik olarak gerek internet üzerinden gerekse farklı kanallar kullanılarak bu konudaki farkındalığı artırılabilir. Hatta online pazar yerlerinde bu ürünlerin satışı artmakla birlikte, tüketicilerin ürünü alırken, satıcıların aldıkları puan ve yorumlara dikkat ettiği gözlenmektedir. Böylelikle gerek üreticiler gerekse paketleyen/ambalajlayan firmalar ve kooperatifler, tüketicinin talebi doğrultusunda üretimin kalitesi ve sunumu konusunda kendisine yön verebilecektir.

## KAYNAKLAR

- Aytop, Y., C. Akbay & H. Meral, 2019. Consumers behaviour towards bee products consumption in the centre district of Kahramanmaraş province. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(2): 449-455. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.561320>
- Baki, F., G. Saner, H. Adanacioğlu & D. Güler, 2017. Türkiye’de süzme am balına yönelik tüketici tercihlerinin konjoint analizi: İzmir ili örneği. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2): 50-57, ISSN:2149-9314.
- Batt, P.J. & A. Liu, 2012. Consumer behaviour towards honey products in Western Australia. *British Food Journal*, 114(2): 285-297. <https://www.doi.org/10.1108/00070701211202449>
- Bölüktepe, F.E. & S. Yılmaz, 2008. Arı ürünlerinin bilinirliği ve satın alınma sıklığı. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, Mayıs, 8(2): 53-62, e-ISSN 2687-5594.
- Doğaroğlu, M., 2009. Modern Arıcılık Teknikleri, Balparmak Özel Basım, Tekirdağ, 270 s.
- FAO, 2020. Livestock primary. (Web sayfası: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>) (Erişim tarihi: Mayıs 2020).
- Gürer B & E. Akyol , 2018 Tüketicilerin Bal Tüketiminde Gıda Güvenilirliği Bilincinin İncelenmesi: Niğde İli Örneği, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 6(10): 1303-1310. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i10.1303-1310.1744>
- Gyau, A., C. Akalakou, A. Degrande & A. Biloso, 2014. Determinants of consumer preferences for honey in the Democratic Republic of Congo. *Journal of Food Products Marketing*, 20(5): 476-490. <https://doi.org/10.1080/10454446.2013.807405>
- Karahan Ş. & G.Ö. Özbakır, 2020. Güneydoğu Anadolu’da arıcılık faaliyetlerinin ve bal tüketim alışkanlıklarının belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4): 1148-1158. <https://doi.org/10.30910/turkjans.775427>
- Kavas, A., 1987. Gıda seçimi ve tüketimi: davranışsal yaklaşım. *Gıda Sanayi Dergisi*,1(2): 18-22, ISSN:2587-1587.
- Landau S. & B. Everitt, 2004. A Handbook of Statistical Analyses Using SPSS. Chapman & Hall/CRC Press LLC, ISBN:1-58488-369-3, 339 pp.
- Marangoz, M. & Z. Tayu Dolu, 2019. Tüketicilerin arı ürünlerine ilişkin bilgi ve güven düzeyleri ile satın alma davranışlarının araştırılması. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 19(2): 110-125. <https://doi.org/10.31467/uluaricilik.537602>
- Merdan, K. & İ. Durmuş, 2018. Bayburt ölçeğinde arı ürünleri tüketim tercihlerini etkileyen faktörler üzerine bir değerlendirme. *Social Sciences Studies Journal*, 4(16): 1102-1112. <https://doi.org/10.26449/sss.492>
- Mutlu, C., M. Erbaş & S.A. Tantul, 2017. Bal ve diğer arı ürünlerinin bazı özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Akademik Gıda Dergisi*, 15(1): 75-83. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.306074>
- Newbold, P., 1995. Statistics for Business and Economics. Prentice Hall International Editions, 867 pp.
- Niyaz, Ö.C. & N. Demirbaş, 2017. Arı ürünleri tüketicilerinin genel özellikleri ve tüketim tercihleri: Çanakale ili örneği. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 23(2): 255-262. <https://doi.org/10.24181/tarekoder.369470>
- Onu, Z., A. Yanar, G. Saner & D. Güler, 2019. Arıcılık faaliyetinin ekonomik yönü üzerine bir analiz: İzmir-Kemalpaşa ilçesi örneği/Türkiye. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 56(1): 7-14. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.420370>
- Onu, Z., 2020. Ege Üniversitesi Öğrencilerinin Arı Ürünlerine Yönelik Farkındalığı ve Tüketim Tercihleri Üzerine Bir Araştırma. T.C. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 80 s.
- Özdamar, K., 2015. Paket Programlar ile İstatistiksel Veri Analizi. Cilt 1, Seçkin Yayınları, Ankara, 603 s.
- Özmen, N. & E. Alkın, 2006. Balın antimikrobiyal özellikleri ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 6(4): 155-160., e-ISSN 2687-5594.
- Paydaş, M., 1999. Türkiye’de Bal Endüstrisinde Pazarlama Stratejileri ve Tüketici Davranışı. Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Bölümü, (Basılmamış) Doktora Tezi, Edirne, 109 s.
- Saner, G., B. Yücel, M. Yercan, B. Karaturhan, S. Engindeniz, F. Çukur & M. Kösoğlu, 2011. Organik ve Konvansiyonel Bal Üretiminin Teknik ve Ekonomik Yönden Geliştirilmesi ve Alternatif Pazar Olanaklarının Saptanması Üzerine Bir Araştırma: İzmir İli Kemalpaşa İlçesi Örneği-(Üretici-Tüketici-Firma Düzeyi). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, Yayın No: 195, ISBN: 978-975-407-333-1, Ankara, 173 s.
- Sarıöz, P. 2006. “Arı Biziz, Bal Bizdedir” Dünden Bugüne Türkiye’de Arıcılık, Balparmak, Stil Yayıncılık, 1. Baskı, Aralık, 192 s.

- Silici, S., 2019. Honeybee products and apitherapy. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(9): 1249-1262. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7i9.1249-1262.2141>
- Soylu, M. & S. Silici, 2018. Üniversite öğrencilerinin bal tüketim tercihleri. International Journal of Human Sciences, 15(1): 386-398. <https://doi.org/10.14687/jhs.v15i1.5255>
- Şahinler, N., S. Çetinkaya & N.Ö. Toy, 2021. Uşak ilinde arı ürünlerinin tüketim durumları. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(1): 155-162. <https://doi.org/10.37908/mkutbd.824699>
- Şengül, Z., 2020. Ege Bölgesinde Arıcılık Yapan İşletmelerin Sürdürülebilirlik Yönünden Değerlendirilmesi. T.C. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı, (Basılmamış) Doktora Tezi, İzmir, 223 s.
- T.C. Resmî Gazete, 2020. Türk Gıda Kodeksi Bal Tebliği. Tebliğ No: 2020/7, Sayı: 31107.
- TÜİK, 2019. Hayvancılık istatistikleri. (Web sayfası: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr>) (Erişim tarihi: Ocak 2021).
- Viuda-Martos, M., Y. Ruiz-Navajas, J. Fernandez-Lopez & J.A. Perez-Alvarez, 2008. Functional properties of honey, propolis and royal jelly. Journal of Food Science, 73(9): 117-124. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00966.x>
- Zhang, M., 2018. Consumer Attitudes and Behaviour Towards Honey in China. Ghent University, Rural Development, (Published) Master Thesis, China, 65 pp.







## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):93-105

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.929494>

Vedat DEMİR<sup>1</sup>

Hüseyin YÜRDEM<sup>1</sup>

Arzu YAZGI<sup>1</sup>

Tuncay GÜNHAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[vedat.demir@ege.edu.tr](mailto:vedat.demir@ege.edu.tr)

# Mikro jet yağmurlama sulama başlığında akış özelliklerinin hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile incelenmesi

Investigation of the flow properties of the micro jet sprinkler using computational fluid dynamics

Received (Alınış): 30.04.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 12.07.2021

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, mikro jet yağmurlama sulama başlığında akış özelliklerinin hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemiyle ortaya konulması ve en uygun türbülans modelinin belirlenmesidir.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmada dört farklı meme çapına sahip mikro jet yağmurlama sulama başlığı ele alınmıştır. İlk aşamada, mikro jet yağmurlama sulama başlığının farklı basınçlardaki debi değerleri ve nominal çalışma basıncında (200 kPa) ıslatma çapları ölçülmüştür. İkinci aşamada farklı türbülans modelleri kullanılarak hesaplamalı akışkanlar dinamiği analiz yöntemiyle hesaplanan değerler, ölçüm değerleri ile karşılaştırılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Tüm meme çaplarının 200 kPa olan nominal çalışma basıncındaki debi değerleri, Reliz k-ε, Enh Wall türbülans modeli ile en yüksek %2.16 gibi oldukça düşük bir hata değeri ile tahmin edilmiştir. Ayrıca başlık meme çıkışı ve çarpma plakası bölgesindeki su dağılım simülasyonları deneysel değerlere oldukça yakın bulunmuştur.

**Sonuç:** Mikro jet sulama başlığının debi değeri Reliz k-ε, Enh Wall türbülans modeli kullanılarak çok düşük hata ile tahmin edilebileceği ve başlık meme tasarımının simülasyon kullanılarak hızlı ve kolay bir şekilde yapılabileceği ortaya konulmuştur.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the flow properties of the micro jet sprinkler by using Computational Fluid Dynamics (CFD) method and also the most suitable turbulence model.

**Material and Methods:** In the study, micro jet sprinklers with four different nozzle diameters were considered. In the first stage of the study, the flow rates of micro jet sprinklers at different pressures, and wetting diameters at nominal operating pressure (200 kPa) were measured. In the second stage, the values calculated with different turbulence models by using computational fluid dynamics analysis method were compared with the measured ones.

**Results:** The flow rates for all nozzle diameters were estimated with a very low error value such as the highest 2.16% at 200 kPa, which is the nominal working pressure by using Reliz k-ε, Enh Wall turbulence model. In addition, the simulations of the water distribution in the sprinkler nozzle outlet and flapper area were found to be very close to experimental values.

**Conclusion:** It was found that the flow rate values of the micro jet sprinkler can be estimated with very low error by using Reliz k-ε, Enh Wall turbulence model and the design of sprinkler nozzles can be achieved with simulations quickly and easily.

**Anahtar sözcükler:** HAD, mikro jet başlık, su dağılımı, tasarım, türbülans modeller

**Keywords:** CFD, micro jet sprinkler, water distribution, design, turbulence models

## GİRİŞ

Mikro sulama sistemlerinde kullanılan mini ve mikro jet yağmurlama başlıkları, geleneksel yağmurlama başlıklarından çok daha küçük yapıda olup, çalışma özelliklerine göre dağıtma başlığı; döner olanlar mini yağmurlama, sabit çarpma plakalı olanlar ise mikro jet olarak sınıflandırılmaktadır. Başlık tipi ve özelliğine göre değişmekle birlikte, genel olarak bu sulama sistemlerinin çalışma basınçları 150-300 kPa, başlık debileri 30-350 L h<sup>-1</sup>, ıslatma çapları 2-8 m arasındadır (Hills et al., 1986; Singh et al., 1990; Yerdani & Rubinstein, 1991; Boman, 1991; Benami & Ofen, 1993; Post et al., 1985, 1986). Düşük basınçlı veya düşük debili yağmurlama başlıkları olarak da adlandırılan bu başlıklar, genellikle meyve bahçelerinde 15-30 cm yüksekliğinde, sebze bahçelerinde 100 cm'ye kadar yükselticilere takılarak kullanılmaktadırlar (Nir, 1982).

Mikro sulama sistemlerinde suyun çıkış noktasında yer alan mikro jet sulama başlıkları suyun dağılımını etkileyen en önemli parçalardır. Bu başlıkların basınca bağlı debilerinin belirlenmesinin yanında, başlıkların su dağılım karakteristiklerinin ortaya konması, projelendirme açısından son derece önemlidir (Hills et al., 1986; Singh et al., 1990).

Düşük basınçlı başlıklarda debi, başlığın çalışma basıncının bir fonksiyonu olarak karakterize edilmektedir. Başlığın çalışma basıncı ile başlık debisi arasındaki ilişki;

$$q = kH^x \quad (1)$$

eşitliği ile ifade edilmektedir (Boman, 1991; Hills et al., 1986; Singh et al., 1990; Demir, 1997). Eşitlikte;  $q$ , başlık debisi (L h<sup>-1</sup>);  $H$ , başlık basıncı (kPa);  $k$ , meme boyutlarını karakterize eden katsayı (Lh<sup>-1</sup> kPa<sup>-x</sup>);  $x$ , memenin akış rejimini karakterize eden katsayıdır.

Ayrıca çeşitli araştırmacılar tarafından belirli bir meme çapı için yağmurlama başlıklarının debisinin başlık basıncının karekökü ile doğru orantılı olduğu ifade edilmiş ve bu durum;

$$q = 3600C_d A(2gH)^{0.5} \quad (2)$$

eşitliği ile gösterilmiştir (Güngör & Yıldırım, 1989; Keller & Bliesner, 1990; Korukçu & Yıldırım, 1981). Eşitlikte;  $q$ , başlık debisi (m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>);  $C_d$ , başlık yapım biçimine bağlı katsayı;  $A$ , meme kesiti (m<sup>2</sup>);  $H$ , başlık basıncı (mSS) ve  $g$ , yerçekimi ivmesi (m s<sup>-2</sup>)'dir. Demirel & Demir (2015) bir çalışmalarında inceledikleri tüm mini yağmurlama sulama başlıklarının basınç-debi ilişkilerini veren bir matematiksel model geliştirmişlerdir. Geliştirilen model ile geçerli kısıtlar içerisinde debinin yüksek oranda tahmin edilebildiğini saptamışlardır.

Günümüzde sulama sistemlerinde kullanılan ürünler, bütün fonksiyonel ve üretim özellikleri dikkate alınarak görünür modeller üzerinden tasarlanabilmektedir. Ortaya konulan tasarımın prototip imalatı yapılmadan mekanik ve akış özellikleri belirlenip performans analizleri yapılabilmektedir. Bilgisayar ortamında yapılan sayısız analizlerle optimum performansa oldukça yakın son ürünün elde edilmesi mümkün olabilmektedir. Böylece daha düşük maliyetle, en uygun performansa sahip ürünlerin daha kısa zamanda elde edilmesi mümkün olmaktadır. Akış analizlerinde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yaklaşımı birçok alanda yaygın olarak kullanıldığı gibi sulama alanında özellikle hidrosiklon filtrelerde; yük kayıpları, ayırma etkinliği (Hsieh, 1988; Wang et al. 2009; Bhaskar et al. 2007; Demir vd., 2017), damlatıcı tasarımında, akış yolu, tıkanma vb. (Palau et al., 2004; Wei et al., 2006; Wang et al., 2006; Zhang et al., 2007; Philipova et al., 2009; Wu et al., 2013; Demir vd., 2020) gibi analizlerde kullanılmıştır. Yan et al., (2009) büyük yağmurlama başlıklarının gövde içinde basınç ve hız değişimleri, Zhang et al., (2018) hareketli sulama makinalarında kullanılan çarpma plakalı yağmurlama başlıklarının çıkışında debi ve hız değişimlerinin HAD yöntemiyle tahminine yönelik çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Bir çok araştırmacı

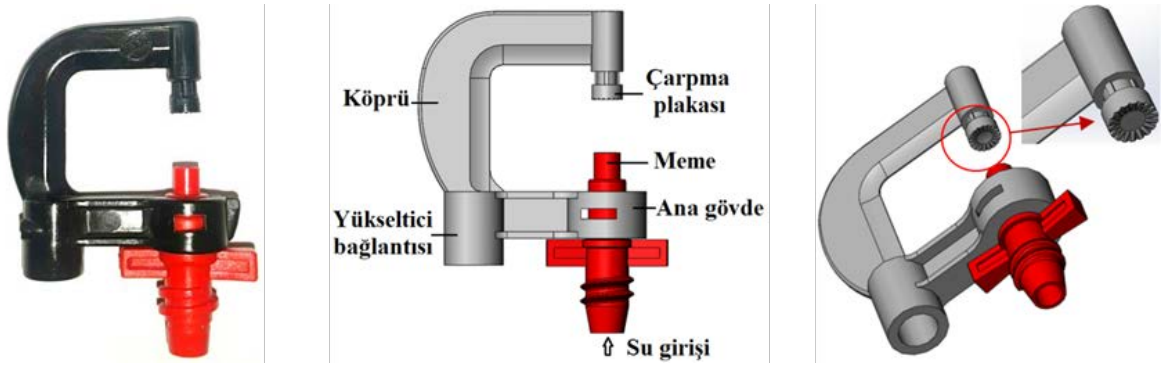
deneysel ve HAD simülasyon değerleri arasında yüksek uyumlu sonuçlar bulmuşlar ve tasarım amaçlı kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Çok çeşitli alanlarda HAD yönteminin deneysel ve simülasyona dayalı karşılaştırmalar ile kullanımına ve uygun HAD yönteminin saptanmasına yönelik çalışmalar olmasına karşın mikro sulama başlıkları ile ilgili bilgisayar destekli simülasyona dayalı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, mikro jet yağmurlama sulama başlığında akış özelliklerinin hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle ortaya konulması ve en uygun türbülans modelinin belirlenmesidir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Deneyel çalışmalar

Çalışmada kullanılan mikro jet yağmurlama sulama başlığının genel görünümü Şekil 1’de verilmiştir.

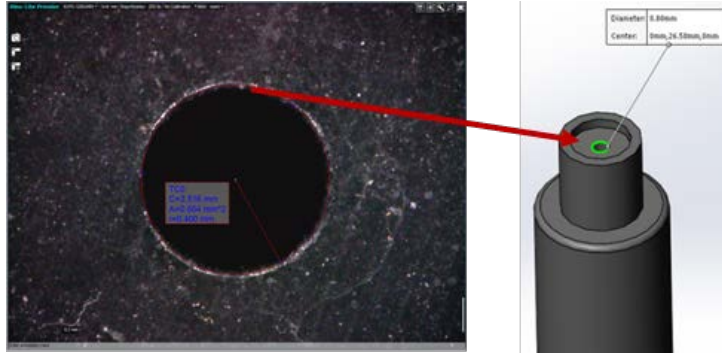


Şekil 1. Çalışmada kullanılan mikro jet yağmurlama sulama başlığının genel görünüşü.

Figure 1. General view of micro jet sprinkler used in the study.

Çalışma Şekil 1’de gösterilen mikro jet yağmurlama sulama başlığının 0.8, 1.1, 1.3, 1.8 mm meme çaplı dört tipi ile yürütülmüştür. Denemeye alınan mikro jet sulama başlıkları laboratuvarında oluşturulan deneme düzenine yerleştirilmiştir. Denemeler 100, 150, 200, 250, 300, 350 ve 400 kPa basınçlarda yürütülmüştür. Basınç ölçümlerinde, ölçüm hassasiyeti tam skalasının % 0.1’i olan bir dijital manometre (Keller LEO1, İsviçre) kullanılmıştır. Deneme düzenine su, bir pompa yardımıyla filtreden geçirildikten sonra verilmiş olup, basınç; pompa çıkışındaki vanalar yardımıyla ayarlanmıştır. Her bir basınç değerinde başlıkların debi değerleri, başlıklardan çıkan suyun hacmi belirli bir kabı doldurması için geçen süreler dikkate alınarak üç tekrarlı ölçümle belirlenmiştir. Çalışmalar esnasında su sıcaklıkları 18-22°C civarında ölçülmüştür. Gerçekleştirilen ölçüm sonuçlarından yararlanılarak mikro jet yağmurlama sulama başlıklarının basınç-debi ilişkileri belirlenmiştir. Aynı anda başlıkların 0.25 m yükseklikte yerleştirilmesi durumundaki ıslatma çapları da ölçülmüştür. Denemelerde ISO 8026, ASAE S398.1 ve TS ISO 7749-1 standartları dikkate alınmıştır (ISO Standard, 1985; ASAE Standard, 1995; Türk Standardı, 2007).

Mikro jet sulama başlıklarının meme çaplarının ölçülmesi amacıyla, çözünürlüğü 5 Megapixel olan AD7013MZT(R4) model Dino-Lite Digital Microscope ve DinoCapture 2.0 yazılımı kullanılmıştır (Şekil 2). Mikro jet başlık ve borunun diğer tüm boyutları,  $\pm 0.01$  mm hassasiyetle dijital bir kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Denemesi yapılan mikro jet sulama başlıklarının firma tarafından verilen nominal değerleri ile ölçülen meme çapı değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.



Şekil 2. Mikro jet sulama başlıklarının meme çaplarının belirlenmesi.

Figure 2. Determination of the nozzle diameters of micro jet sprinklers.

Çizelge 1. Mikro jet sulama başlıklarının üretici firma tarafından verilen teknik değerleri ve ölçülen meme çapları

Table 1. Technical values of micro jet sprinklers given by the manufactured company and measured nozzle diameters

Nominal meme çapı* mm	Ölçülen meme çapı mm	Nominal debi* L h <sup>-1</sup>	Nominal ıslatma çapı* m
0.8	0.80	33	2.2
1.1	1.06	61	2.4
1.3	1.24	87	2.6
1.8	1.73	166	2.8

\* Firma tarafından mikro jet sulama başlıklarının nominal debi değerleri 200 kPa çalışma basıncında ve ıslatma çapları yerden 0.25 m yükseklikte çalışacağı dikkate alınarak verilmiştir.

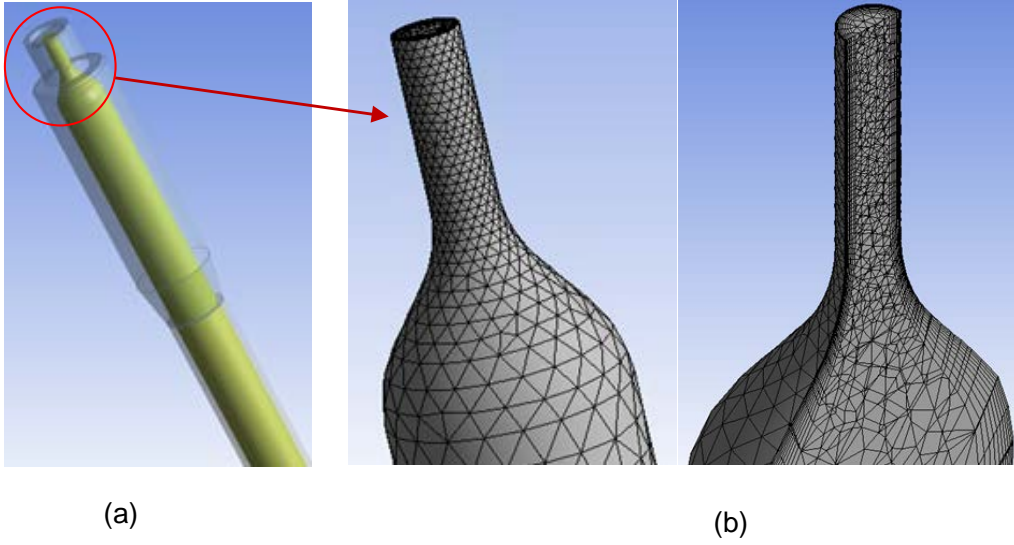
### HAD analiz çalışmaları

Mikro jet sulama başlıklarında akış analizi, ticari HAD yazılımı ANSYS Fluent 17.2 (ANSYS, 2016) kullanılarak yapılmıştır. Simülasyon çalışması iki aşamada yürütülmüştür.

Birinci aşamada ele alınan memelerin basınca bağlı denemelerde elde edilen debi değerlerinin en uygun türbülans modeli/modelleri ile saptanmasına yönelik çalışmalar yürütülmüştür. İkinci aşamada ise belirlenen model/ler ile ıslatma çapının belirlenmesi ve su dağılım simülasyonunun ortaya konmasına yönelik çalışmalar yürütülmüştür.

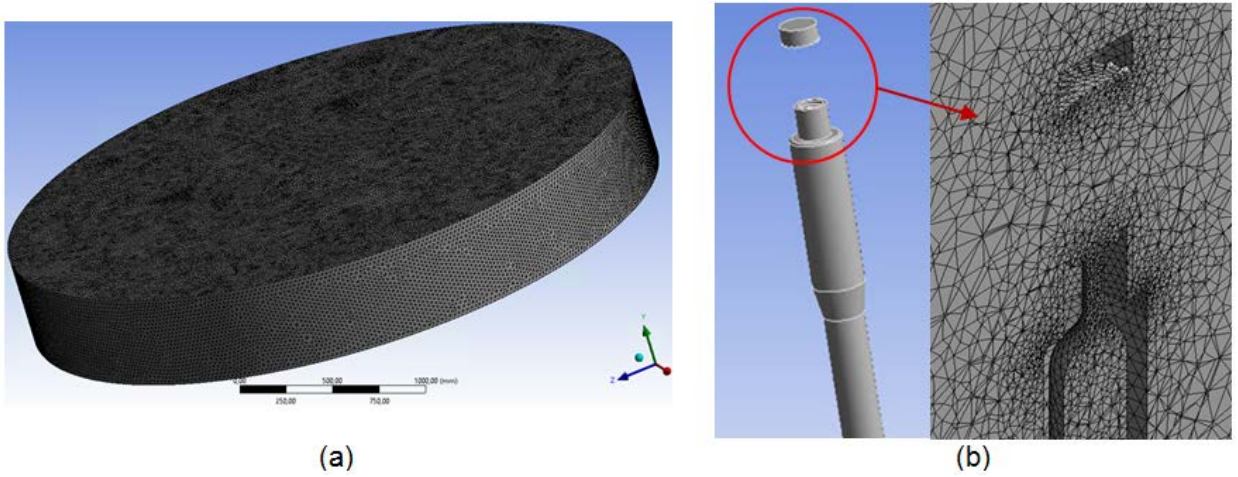
Çalışmada dikkate alınan mikro jet sulama başlıkları için geometrik modeller ANSYS Design Modeler yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur. Birinci aşama için geometrik modeller oluşturulduktan sonra, memedeki ve memeden çıkan suyun dağılımındaki su akış bölgesi için ağ yapıları ANSYS Meshing yazılımı kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 3). Ağ yapısında en düşük boyut 0.025 mm olarak seçilmiştir. Bu ağ yapısındaki düğüm ve elemanların sayısı sırasıyla  $1.1 \times 10^5$  ve  $2.5 \times 10^5$  te fazla olmuştur.

İkinci aşamada su dağılım simülasyonu analizleri için 0.5 m yüksekliğinde 3.5 m çapında dairesel bir çalışma hacmi tanımlanmış, başlık çalışma yüksekliği 0.25 m alınarak bu bölge içinde dağılım için akış analizleri gerçekleştirilmiştir. Ağ yapısında en düşük boyut 0.25 mm olarak seçilmiştir (Şekil 4). Bu ağ yapısındaki düğüm ve elemanların sayısı sırasıyla  $3.0 \times 10^5$  ve  $1.6 \times 10^6$  dan fazla olmuştur.



**Şekil 3.** Mikro jet meme ve iletim borusunun geometrisi (a) ile memedeki su akış bölgesinin ağ yapısı (b).

**Figure 3.** Geometry of micro jet nozzle and pipe (a), and mesh structure of the water flow zone in the nozzle (b).



**Şekil 4.** Mikro jet meme çalışma hacmi geometrisi (a) ve su akış bölgesinin ağ yapısı (b).

**Figure 4.** Geometry of micro jet nozzle working volume (a), and mesh structure of the water flow zone (b).

HAD yöntemiyle akışın analizinde önemli noktalardan birisi uygun matematik modelin ortaya konmasıdır. Sıvının akış hareketi, kütle ve momentum korunum denklemleri ile tanımlanabilir. Newton tipi, sıkıştırılmaz ve sabit durumdaki akış koşulu için, özkütle ( $\rho$ ) sabit iken kütle korunumu veya süreklilik denklemi şu şekilde tanımlanır (White 2001; ANSYS, 2016):

$$\nabla \cdot \mathbf{v} = 0 \quad (3)$$

Benzer şekilde, sıkıştırılmaz sabit viskoziteye sahip Newton tipi akışta, Navier-Stokes denklemlerinin vektör gösterimi şu şekilde tanımlanır:

$$\rho \left( \frac{\partial v}{\partial t} + (v \cdot \nabla)v \right) = -\nabla p + \rho g + \mu \nabla^2 v \quad (4)$$

Denklemlerde;  $\nabla$ , vektör operatörü ( $\nabla = \partial/\partial x + \partial/\partial y + \partial/\partial z$ );  $V$ , ortalama hız vektörü;  $\rho$ , sıvının özkütlesi;  $p$ , statik basınç;  $g$  yerçekiminin ivmesi;  $\mu$ , sıvının viskozitesidir (White 2001; ANSYS, 2016). Eşiklikte (4), sol tarafın ilk terimi ( $\partial v/\partial t$ ) yerel ivme, ikincisi konvektif hızlanma terimi olarak adlandırılır. Sağ tarafta ilk terim basınç gradyanı, ikinci ve üçüncü olanlar ise sırasıyla kuvvet ve difüzyon terimleridir (Provenzano et al., 2005; Palau-Salvador et al., 2006; Provenzano et al., 2007; Vijapurapu & Cui, 2010).

Herhangi bir akış geometrisi için akış rejimi, Newton tipi akışlar için boyutsuz Reynolds sayısı ile tanımlanabilir (Munson et al., 2006):

$$Re = \frac{VD}{\nu} \quad (5)$$

Eşitlikte;  $V$ , ortalama akış hızı ( $m\ s^{-1}$ );  $D$ , meme çapı (m);  $\nu$ , kinematik viskozitesi ( $m^2\ s^{-1}$ ) ( $20^\circ C$  standart su sıcaklığı için  $\nu=1.01 \times 10^{-6}\ m^2\ s^{-1}$ ).

Mikro jet memelerin çaplarının oldukça küçük olması (0.8 mm ile 1.73 mm) ve çalışma basınçlarının değişkenliği (100...400 kPa) ve iletim borusu çapının (4 mm) sabit olması nedeniyle akış hattındaki su iletim hızları büyük değişimler göstermekle birlikte oldukça düşük Reynolds sayıları görülmektedir. ANSYS Fluent 17.2 (ANSYS, 2016) teori rehberinde Standart k- $\epsilon$  ve Reliazable k- $\epsilon$  modelinin dönen homojen akışlar, jetler ve karıştırma katmanları dahil serbest ve ayrılmış akışlar olmak üzere çok çeşitli akışlar için kullanılabileceği ifade edilmektedir. Bu durumlar için Reliazable k- $\epsilon$ , modelin performansının standart modelinkinden önemli ölçüde daha iyi olduğu bildirilmiştir. ANSYS Fluent Flow Lab1.2, (ANSYS, 2007) tarafından borulardaki akış simülasyonları dikkate alındığında Reynolds sayıları ( $Re > 10000$ ) için k- $\epsilon$  türbülans modelini ve  $2000 < Re < 15000$  aralığındaki Reynolds sayıları için türbülans modellerinde, iyileştirilmiş duvar fonksiyonu (enhanced wall treatment) uygulamasını önermişlerdir. Tüm bu açıklamalar doğrultusunda modeller arasındaki farkları da görebilmek ve en uygun tahminleme modelini ortaya koyabilmek amacıyla çalışmada; Standard k- $\epsilon$  (Std k- $\epsilon$ ) ve Reliazible k- $\epsilon$  (Reliz k- $\epsilon$ ) türbülans modelleri dikkate alınmıştır. Türbülans modelleri ile uyumlu duvar fonksiyonları için standart duvar (Std Wall) ve iyileştirilmiş duvar fonksiyonu (Enh Wall) kullanılmıştır.

Ele alınan memelerin basınca bağlı debi değerlerinin en uygun türbülans modeli/modelleri ile saptanmasına yönelik ilk aşamadaki ANSYS akış analizlerinde; düzenli, sıkıştırılmaz, viskoz su seçilmiş ve yerçekimi etkisi dikkate alınmıştır. Giriş sınırı koşulu, basınç kabul edilerek çalışma basınçları 100, 150, 200, 250, 300, 350 ve 400 kPa ve çıkış sınırı koşulu ise 0 kPa (atmosferik basınç) olarak kabul edilmiştir. Çözüm kararlılığa ulaşınca kadar iterasyon uygulanmıştır.

İkinci aşamada ise belirlenen model/ler ile ıslatma çapının belirlenmesi ve su dağılım simülasyonun ortaya konmasına yönelik ANSYS akış analizlerinde; düzenli, sıkıştırılmaz, viskoz su seçilmiş ve yerçekimi etkisi dikkate alınmıştır. Giriş sınırı koşulu, hız büyüklüğü kabul edilerek, birinci aşamadaki basınç değerlerinde ilgili türbülans modeli ile hesaplanan giriş hız ve çalışma basınç değerleri ve çıkış sınırı koşulu ise 0 kPa (atmosferik basınç) olarak kabul edilmiştir. Bu aşamada çarpma plakasının etkisi olması nedeniyle ayrık faz modeli (DPM) ile giriş yüzeyinden, hesaplanan nominal basınçtaki hız değerinin düzensiz parçacık hareketi ile gireceği ve Rosin-rammler damla çapı dağılım modeli ile dağılacığı kabul edilmiştir. İletim borusu, meme ve çarpma plakasında seçilen DPM koşulları Çizelge 2'de verilmiştir. Çözüm kararlılığa ulaşınca kadar iterasyon uygulanmıştır.

**Çizelge 2.** İletim borusu, meme ve çarpma plakasında seçilen DPM koşulları**Table 2.** DPM conditions in pipe, nozzle and flapper

Parça	DPM koşulları	DPM çarpma-yansıma katsayıları	
		Normal	Tanjant
İletim borusu ve meme	Çarpma-yansıma	Sabit, 0	Polinomial, 0
Çarpma plakası	Çarpma-yansıma	Polinomial, 1	Polinomial, 10, 5, 3

Meme ve boru plastik malzemeden üretildiğinden ve yüzeyleri oldukça düşük pürüzlülük değerlerine sahip olduğundan tüm analizlerde yüzey pürüzlülüğü dikkate alınmamıştır. Tüm çözümlerde basit algoritmalar ve ikinci derece ayrıklaştırma şemaları kullanılmıştır. Çözüm yakınsama doğruluğu  $1 \times 10^{-5}$  olarak kabul edilmiştir.

### İstatistik analiz

HAD modelleri kullanılarak tahmin edilen debi değerlerinin deneysel debi değerlerine ne ölçüde yaklaştığını ve en yakın tahmin eden modeli ortaya koymak amacıyla, ortalama mutlak hata (MAE), kök ortalama kare hata (RMSE) ve ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE) kriterleri kullanılmıştır (Willmott & Matsuura, 2005; Willmott et al., 2012).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |q_{i,Olcum} - q_{i,HAD}| \quad (6)$$

$$RMSE = \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (q_{i,HAD} - q_{i,Olcum})^2 \right]^{1/2} \quad (7)$$

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{q_{i,Olcum} - q_{i,HAD}}{q_{i,Olcum}} \right| \quad (8)$$

Eşitliklerde;  $q_{i,Olcum}$  deneysel debi değerleri;  $q_{i,HAD}$  simülasyon ile hesaplanan debi değerleri;  $n$ , veri sayısıdır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Mikro jet yağmurlama başlıklarının farklı çalışma basınçlarındaki ölçüm sonuçlarına bağlı ortalama debileri ( $q$ ), başlıkların özelliklerini belirten meme parametreleri ( $k$ ,  $x$ ) ve akış hızı aralığına göre Reynolds sayıları Çizelge 3'de verilmiştir. Ayrıca, HAD modelleri kullanılarak hesaplanan başlık debileri ve tahminlenen debilerin ölçülen debilere göre yüzde sapma değerleri de aynı çizelgede gösterilmiştir.

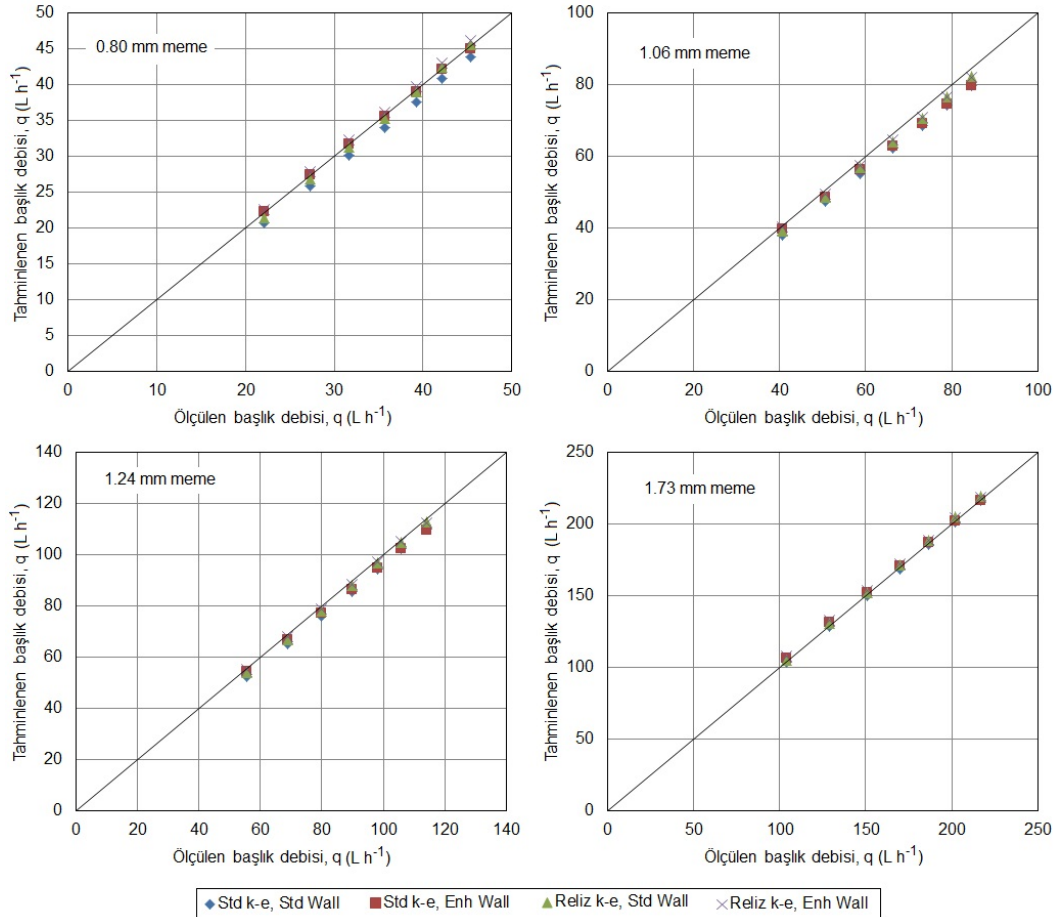
Akış üssü ( $x$ ) değerleri, 0.5'e çok yakın bulunmuştur (Çizelge 3). Bulunan sonuçlar çeşitli araştırmacılar tarafından eşitlik 2'de verilen basınç üssü değeri ile de uyumlu olup, memedeki akış rejiminin türbülans olduğu söylenebilir (Boman, 1991; Singh et al., 1990). Başlıkların debi değerleri, basınç ve meme çapındaki artışa bağlı olarak artış göstermektedir. Hem meme çapları, hem de basınç değişimleri dikkate alınarak gerçekleştirilen HAD simülasyonlarında, seçilen türbülans modeline göre farklılıklar olmakla birlikte ölçülen başlık debilerine oldukça yakın debilerin tahminlendiği görülmektedir.

Mikro jet memelerin çaplarının oldukça küçük olması (0.8 mm ile 1.73 mm), çalışma basınçlarının değişkenliği (100...400 kPa) ve iletim borusu çapının (4 mm) sabit olması nedeniyle akış hattındaki su iletim hızları büyük değişimler göstermekle birlikte oldukça düşük Reynolds sayıları görülmüştür (9665 .... 43932). Buradan da düşük Reynolds sayıları için ANSYS teori rehberinde belirtildiği gibi çalışmada seçilen  $k-\epsilon$  türbülans modelinin uygun hesaplama modeli olduğu görülmektedir (ANSYS, 2007; ANSYS,

2016). Deneysel debi değerleri ile HAD modelleri kullanılarak tahmin edilen debi değerlerindeki sapma değerleri incelendiğinde, %6'lara varan değerlerle en yüksek sapmanın Std k-ε, Std Wall türbülans modeli uygulamasında olduğu görülmektedir. Bu HAD uygulamasında en düşük Reynolds sayılarında en büyük sapma değerleri hesaplanmıştır.

Çalışmada dikkate alınan HAD modellerinin performanslarını karşılaştırmak için ortalama mutlak hata (MAE), kök ortalama kare hata (RMSE) ve ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE) hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 4'de verilmiştir. Ayrıca karşılaştırma kriterine ek olarak, dört HAD türbülans modeli için ölçülen ve tahmin edilen debiler arasındaki uyum Şekil 5'te gösterilmiştir.

HAD simülasyon modelleri arasında Std k-ε, Std Wall türbülans modeli uygulamasında 1.73 mm meme çapındaki tahminlerin dışındaki tüm tahminlerin, diğer model tahminlerinden daha düşük olduğu açıklıkla görülmektedir (Çizelge 4). Diğer üç türbülans modeli uygulamasında ise meme çapı değişimine bağlı tahminlerde iyileşmeler olmakla birlikte birbirlerine yakın tahminlerin olduğu görülmektedir. Bu modeller içerisinde tüm meme çapları dikkate alınarak ortak bir uygulama için Reliz k-ε, Enh Wall türbülans modelinin seçilebileceği, başlık debi değerinin ölçülen debiye göre çok düşük hata ile hesaplanabileceği söylenebilir (Şekil 5). Bu model ile nominal çalışma basıncı olan 200 kPa değerinde tüm meme çapları için debi değerlerinin en yüksek %2.16 gibi oldukça düşük bir hata değeri ile hesaplanabileceği ve başlık meme tasarımının simülasyon kullanılarak hızlı ve kolay bir şekilde yapılabileceği söylenebilir (Çizelge 3).



Şekil 5. Mikro jet sulama başlıklarının ölçülen ve tahminlenen debilerinin karşılaştırılması.

Figure 5. Comparison of measured and estimated flow rates of the micro jet sprinklers.



**Çizelge 3.** Mikro jet yağmurlama başlıklarının hidrolik özellikleri ve başlık debilerinin yüzde sapma değerlerine ilişkin sonuçlar**Table 3.** The results for micro jet sprinkler hydraulic properties and percentage deviation of nozzle flow rates

Meme çapı	Meme parametreleri		Meme çıkış hız aralığı	Reynolds sayısı aralığı	Çalışma basıncı	Ölçülen debi	HAD simülasyon modelleri							
	Akış katsayısı	Akış üssü					Std k-ε, Std Wall		Std k-ε, Enh Wall		Reliz k-ε, Std Wall		Reliz k-ε, Enh Wall	
<i>D</i>	<i>k</i>	<i>x</i>	<i>V</i>	<i>Re</i>	<i>H</i>	<i>q<sub>Ölcüm</sub></i>	Tahminlenen debi, <i>q<sub>HAD</sub></i>	Sapma*	Tahminlenen debi, <i>q<sub>HAD</sub></i>	Sapma*	Tahminlenen debi, <i>q<sub>HAD</sub></i>	Sapma*	Tahminlenen debi, <i>q<sub>HAD</sub></i>	Sapma*
(mm)	(L h <sup>-1</sup> kPa <sup>-x</sup> )	-	(m s <sup>-1</sup> )		(kPa)	(L h <sup>-1</sup> )	(L h <sup>-1</sup> )	(%)	(L h <sup>-1</sup> )	(%)	(L h <sup>-1</sup> )	(%)	(L h <sup>-1</sup> )	(%)
0.80	2.0309	0.5186	12.20-25.05	9665-19842	100	22.08	20.73	-6.11	22.37	1.31	21.52	-2.54	22.56	2.17
					150	27.33	25.85	-5.42	27.50	0.62	26.82	-1.87	27.85	1.90
					200	31.67	30.21	-4.61	31.78	0.35	31.35	-1.01	32.30	1.99
					250	35.70	34.07	-4.57	35.55	-0.42	35.38	-0.90	36.20	1.40
					300	39.26	37.58	-4.28	38.97	-0.74	39.04	-0.56	39.75	1.25
					350	42.19	40.83	-3.22	42.12	-0.17	42.43	0.57	43.04	2.01
					400	45.33	43.85	-3.26	45.07	-0.57	45.60	0.60	46.09	1.68
1.06	3.6098	0.5268	12.82-26.62	13459-27939	100	40.74	38.10	-6.48	39.68	-2.60	39.17	-3.85	40.24	-1.23
					150	50.70	47.39	-6.53	48.65	-4.04	48.74	-3.87	49.55	-2.27
					200	58.76	55.27	-5.94	56.26	-4.25	56.89	-3.18	57.49	-2.16
					250	66.25	62.25	-6.04	63.05	-4.83	64.12	-3.22	64.51	-2.63
					300	73.14	68.58	-6.23	69.12	-5.50	70.68	-3.36	70.84	-3.14
					350	78.82	74.42	-5.58	74.71	-5.21	76.73	-2.65	76.63	-2.78
					400	84.57	79.86	-5.57	79.89	-5.53	82.38	-2.59	82.01	-3.03
1.24	5.1430	0.5172	12.75-26.22	15651-32185	100	55.42	52.67	-4.96	54.35	-1.93	53.92	-2.71	55.27	-0.27
					150	68.86	65.41	-5.01	66.73	-3.09	66.99	-2.72	68.13	-1.06
					200	79.83	76.22	-4.52	77.29	-3.18	78.10	-2.17	79.05	-0.98
					250	89.86	85.78	-4.54	86.50	-3.74	87.93	-2.15	88.63	-1.37
					300	98.14	94.46	-3.75	94.89	-3.31	96.84	-1.32	97.26	-0.90
					350	105.87	102.46	-3.22	102.59	-3.10	105.05	-0.77	105.18	-0.65
					400	113.97	109.92	-3.55	109.76	-3.69	112.70	-1.11	112.54	-1.25
1.73	9.0737	0.5300	12.30-25.65	21063-43932	100	104.06	103.61	-0.43	106.63	2.47	105.36	1.25	107.78	3.57
					150	128.97	128.72	-0.19	131.43	1.91	130.78	1.40	132.84	3.00
					200	150.93	150.01	-0.61	152.27	0.89	152.37	0.95	153.85	1.93
					250	169.89	168.84	-0.62	170.62	0.43	171.48	0.94	172.30	1.42
					300	186.69	185.92	-0.41	187.21	0.28	188.81	1.14	188.98	1.23
					350	201.79	201.66	-0.06	202.48	0.34	204.79	1.49	204.36	1.27
					400	217.04	216.35	-0.32	216.74	-0.14	219.70	1.23	218.72	0.77

$$* 100 \cdot (q_{HAD} - q_{Ölcüm}) / q_{Ölcüm}$$

Bu değerlendirme dikkate alınarak memenin meme çıkışı ve çarpma plakası bölgesinde su dağılımının deneysel ve simülasyon sonuçları Reliz k-ε, Enh Wall türbülans modeli dikkate alınarak değerlendirilmiş ve örnek olması açısından bir meme çapı için sonuçlar karşılaştırmalı olarak Şekil 6'da gösterilmiştir. Gerek meme çıkışında gerekse çarpma plakası dağılım bölgesinde ve tüm alanda dağılımlar karşılaştırıldığında, yöntem bölümünde model seçim kriterleri dikkate alınarak gerçekleştirilen HAD simülasyonlarının, deneysel sonuçlarla örtüştüğü açıklıkla görülmektedir. Meme çaplarına bağlı ıslatma çapları değerlendirildiğinde, deneysel olarak 2.3 - 2.5 m aralığında ölçülen ıslatma çapları, HAD simülasyonunda 2.26 - 2.32 m aralığında hesaplanmış olup ölçülen değerlere oldukça yakın bulunmuştur. Islatma çaplarının oluşumunda en önemli parça çarpma plakası ve plaka üzerinde yer alan kanalcıklar olmaktadır (Şekil 6). Memeden fırlatılan su hüzmesi çarpma plakasına çarptıktan sonra yüzeyin yapısına ve yüzeyde bulunan kanalcıklara bağlı olarak açılı bir şekilde dağıtılmaktadır. Çarpma plakasının uyguladığı yönlendirme nedeniyle, meme çapı ve basınç değişikliği fırlatma mesafesinde çok büyük farklılığa neden olamamıştır.

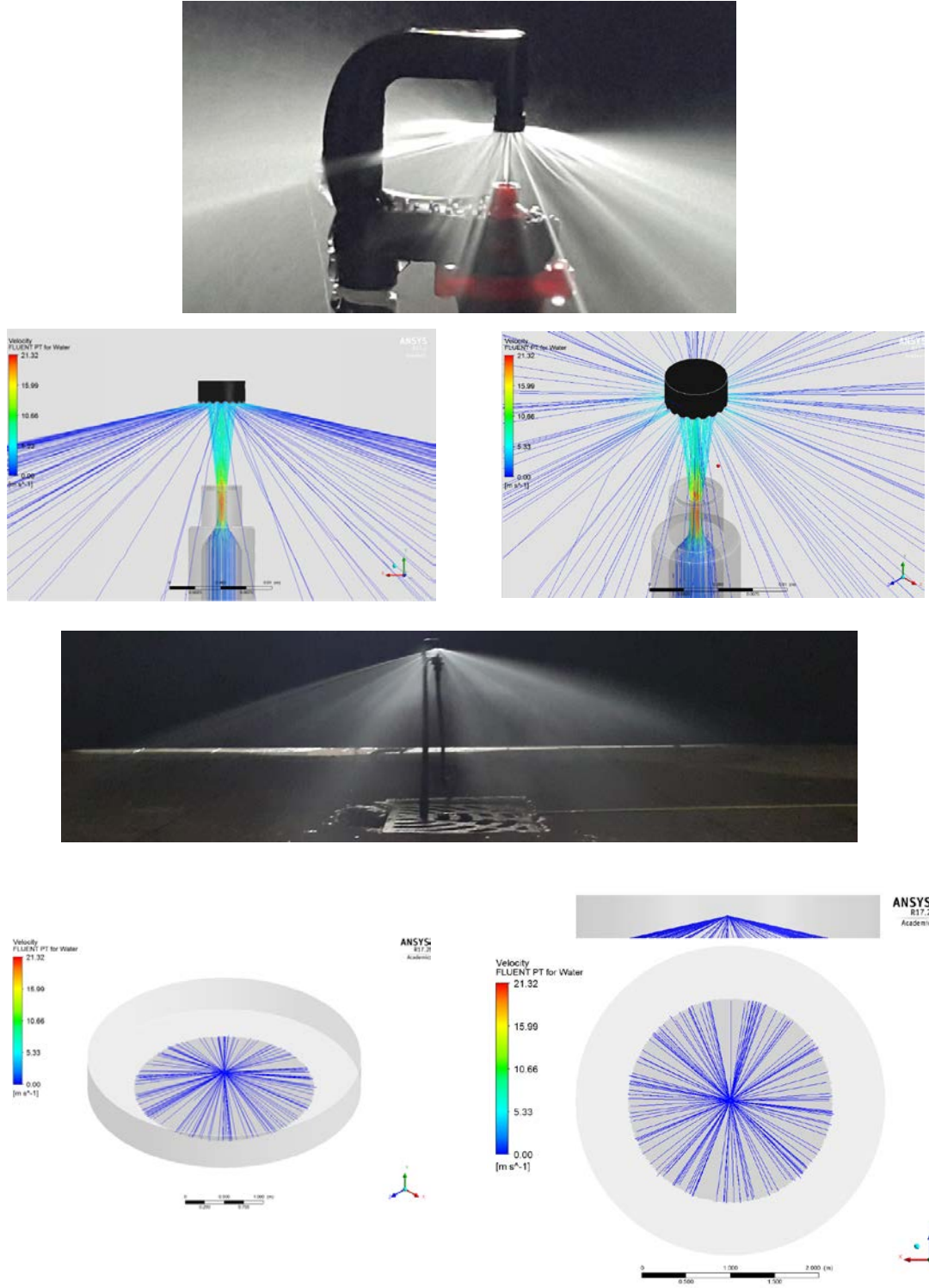
Sonuç olarak, mikro jet sulama başlık debi değerinin ölçülen debiye göre Reliz k-ε, Enh Wall türbülans modeli ile çok düşük hata ile hesaplanabileceği, meme çıkışı ve çarpma plakası bölgesinde su dağılımı simülasyonun deneysel değerlere oldukça yakın olduğu söylenebilir. Bu model ile nominal çalışma basıncı olan 200 kPa değerinde tüm meme çapları için debi değerlerinin en yüksek %2.16 gibi oldukça düşük bir hata değeri ile hesaplanabileceği ve başlık meme tasarımının simülasyon kullanılarak hızlı ve kolay bir şekilde yapılabilecektir.

**Çizelge 4.** Tüm simülasyon modelleri için MAE, RMSE ve MAPE sonuçları

**Table 4.** MAE, RMSE and MAPE results for all simulation models

Meme çapı D (mm)	İstatistik değerlendirme kriteri	HAD simülasyon modelleri			
		Std k-ε, Std Wall	Std k-ε, Enh Wall	Reliz k-ε, Std Wall	Reliz k-ε, Enh Wall
0.8	MAE	1.491	0.191	0.349	0.604
	RMSE	1.496	0.208	0.370	0.620
	MAPE (%)	4.496	0.597	1.148	1.772
1.06	MAE	3.873	3.089	2.039	1.673
	RMSE	3.936	3.312	2.055	1.807
	MAPE (%)	6.053	4.568	3.246	2.462
1.24	MAE	3.576	2.834	1.489	0.841
	RMSE	3.600	2.987	1.533	0.924
	MAPE (%)	4.223	3.150	1.850	0.926
1.73	MAE	0.609	1.230	1.989	2.780
	RMSE	0.687	1.503	2.075	2.874
	MAPE (%)	0.378	0.922	1.199	1.886

MAE: Ortalama Mutlak Hata; RMSE Kök Ortalama Kare Hata; MAPE: Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi



Şekil 6. Mikrojet 1.06 mm çaplı memenin meme çıkışı ve çarpma plakası bölgesinde su dağılımının deneysel ve simülasyon (Reliz  $k-\epsilon$ , Enh Wall) sonuçları.

Figure 6. Experimental and simulation (Reliz  $k-\epsilon$ , Enh Wall) results of the water distribution in the nozzle outlet and flapper zone of the microjet with 1.06 mm diameter nozzle.

## KAYNAKLAR

- ANSYS, 2016. Fluent Theory Guide, Release 17.2, ANSYS, Inc.
- ANSYS, 2007. ANSYS Fluent Flow Lab1.2, ANSYS, Inc.
- ASAE Standard, 1995. ASAE S398.1, Procedure for Sprinkler Testing and Performance Reporting. ASAE, St. Joseph, MI 49085.
- Benami, A. & A. Ofen, 1993. Irrigation Engineering. Irrigation Engineering Scientific Publications, Hafia, Israel.
- Bhaskar, K.U., Y.R. Murthy, M.R. Raju, S. Tiwari, J.K. Srivastava & N. Ramakrishnan, 2007. CFD simulation and experimental validation studies on hydrocyclone. Minerals Engineering, 20:60-71. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2006.04.012>
- Boman, B. J., 1991. Micro tubing effects on microsprinkler discharge rates. Transactions of the ASAE, 34(1):51-56. <https://doi: 10.13031/2013.31631>
- Demir, V., 1997. Mikro Sulama Sistemlerini Oluşturan Elemanların Teknik Özelliklerinin ve Bu Sistemlerdeki Sürtünme Kayıplarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Doktora Tezi, İzmir, 211 s.
- Demir, V., H. Yürdem, T. Günhan & A. Yazgı, 2017. Damla sulama sistemlerinde kullanılan hidrosiklon filtrelerde basınç kaybı ve ayırma etkinliğinin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemi ile belirlenmesi. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 13 (1): 55-67.
- Demir, V., H. Yürdem, A. Yazgı & T. Günhan, 2020. Determination of the hydraulic properties of a flat type drip emitter using computational fluid dynamics. Tarım Bilimleri Dergisi - Journal of Agricultural Sciences, 26(2): 226-235. <https://doi: 10.15832/ankutbd.492686>
- Demirel, Ç. & V. Demir, 2015. Mini yağmurlama sulama başlıklarının teknik özelliklerinin incelenmesi ve debi değerlerinin tahminlenmesinde kullanılabilecek bir matematiksel modelin geliştirilmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30 (2015): 118-125. <https://doi: 10.7161/anajas.2015.30.2.118-125>
- Güngör, Y. & O. Yıldırım, 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara, No:1155, 325 s.
- Hills, D.J., R.C.M. Silveria & W.W. Wallender, 1986. Oscillating pressure for improving application uniformity of spray emitters. Transactions of the ASAE, 29 (4):1080-1085. <https://doi: 10.13031/2013.30273>
- Hsieh, K.T., 1988. Phenomenological Model of the Hydrocyclone, University of Utah, Dept. of Metallurgy and Metallurgical Engineering, Ph.D Thesis, Utah,143 pp.
- ISO Standard, 1985. ISO 8026, Agricultural Irrigation Equipment - Sprayers - General Requirements and Test Methods. International Organization for Standardization.
- Keller, J. & R. D. Bliesner, 1990. Sprinkler and Trickle Irrigation. An Avi Book, Van Nostrand Reinhold Pub., New York. Pereira L.S.
- Korukçu, A. & O. Yıldırım, 1981. Yağmurlama Sistemlerinin Projelenmesi. Topraksu Gn. Müd. Yayınları, Ankara.
- Munson B.R., D.F. Young & T.H. Okiishi, 2006. Fundamentals of Fluid Mechanics. 6th Edition, J. Wiley and Sons.
- Nir, D., 1982. Drip Irrigation. In: Finkel,H.J (Ed), Handbook of Irrigation Technology. Vol.1.CRC. Press, Inc., 2000 N.W. 24th Street, Boca Raton, Florida 33431.
- Palau-Salvador, G., J. Arviza-Valverde & V. Bralts, 2004. Hydraulic flow behaviour through an in-line emitter labyrinth using CFD techniques. In: Proceedings of the ASAE/CSAE Annual International Meeting, 1-4 August, Ottawa, Canada, pp. 1-8. <https://doi: 10.13031/2013.16437>
- Palau-Salvador G., L.H. Sanchis, P. González-Altozano & J. Arviza-Valverde, 2006. Real local losses estimation for on-line emitters using empirical and numerical procedures. Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE, 132(6): 522–530. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2006\)132:6\(522\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2006)132:6(522))
- Philipova, N., N. Nikolov, G. Pichurov & D. Markov, 2009. A mathematical model of drip emitter discharge depending on the geometric parameters of a labyrinth channel. In: 11th National Congress on Theoretical and Applied Mechanics, 2-5 September, Borovets, Bulgaria, pp. 1-6.

- Post, S.E.C., D.E. Peck, R. Abrenoler, N.J. Sakovich & L. Waddle, 1985. Evaluation of non-overlapping, low-flow sprinklers. Drip/Trickle Irrigation in Action, Proc. Third Inter'l. Drip/Trickle Irrig.Cong. 1: Pg.294-305, ASAE St.Joseph, Michigan, 49085.
- Post, S.E.C., D.E. Peck, R. Abrenoler, N.J. Sakovich & L. Waddle, 1986. Evaluation of Low-Flow Sprinklers. California Agriculture, July-August, 27-29.
- Provenzano, G., D. Pumo, P. Di Dio, J. Arviza-Valverde & G. Palau-Salvador, 2005. Assessing a computational fluid dynamics technique (CFD) to evaluate pressure losses in co-extruded drip laterals. In: Proceedings of the ASAE International Meeting, 17-20 July, Tampa Florida, Paper Number: 052212, pp. 1-12. <https://doi.org/10.13031/2013.19030>
- Provenzano, G., P. Di Dio & G. Palau-Salvador, 2007. New computational fluid dynamic procedure to estimate friction and local losses in coextruded drip laterals. Journal of Irrigation and Drainage Engineering ASCE, 133(6): 520-527. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9437\(2007\)133:6\(520\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9437(2007)133:6(520))
- Singh, J., A.K. Singa, S. Jain, R. Gars & I.N. Nathur, 1990. Micro sprinklers performance evaluation and constraint for its adaption. XI. International Congress on the Use of Plastics in Agriculture Pg.B.79-B.87. New Delhi.
- Türk Standardı, 2007. TS ISO 7749-1, Tarımsal Sulama Donanımları-Döner Yağmurlama Başlıkları Bölüm 1: Tasarım ve İşletme Kuralları. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Caddesi No.112 Bakanlıklar/Ankara.
- Vijapurapu S. & J. Cui, 2010. Performance of turbulence models for flows through rough pipes. Applied Mathematical Modelling, 34(6): 1458-1466. <https://doi.org/10.1016/j.apm.2009.08.029>
- Wang W., F. Wang & F. Zhao, 2006. Simulation of unsteady flow in labyrinth emitter of drip irrigation system. Computers in Agriculture and Natural Resources, 4th World Congress Conference, 24-26 July, Florida, ASABE Publication Number 701P0606, 630-635 pp.
- Wang, L., Z. Zheng, Y. Wu, J. Guo, J. Zhang & C. Tang, 2009. Numerical and experimental study on liquid-solid flow in a hydrocyclone. Journal of Hydrodynamics, 21(3): 408-414. [https://doi.org/10.1016/S1001-6058\(08\)60164-X](https://doi.org/10.1016/S1001-6058(08)60164-X)
- Wei Q., Y. Shi, W. Dong, G. Lu & S. Huang, 2006. Study on hydraulic performance of drip emitters by computational fluid dynamics. Agric. Water Management 84(1-2): 130-136. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2006.01.016>
- Wu D., Y. K. Li, H.S. Liu, P.L. Yang, H.S. Sun & Y. Z. Liu, 2013. Simulation of the flow characteristics of a drip irrigation emitter with Large Eddy Methods. Mathematical and Computer Modelling, 58(3-4): 497-506. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2011.10.074>
- Willmott, C. J. & K. Matsuura, 2005. Advantages of the mean absolute error (MAE) over the root mean square error (RMSE) in assessing average model performance. Climate Research, 30: 79-82. <https://doi.org/10.3354/cr030079>
- Willmott, C. J., S. M. Robeson & K. Matsuura, 2012. A refined index of model performance. International Journal of Climatology, 32: 2088-2094. <https://doi.org/10.1002/joc.2419>
- Yan, H., Y. Ou, K. Nakano & C. Xu, 2009. Numerical and experimental investigations on internal flow characteristic in the impact sprinkler. Irrig Drainage Syst, 23: 11-23. <https://doi.org/10.1007/s10795-009-9061-2>
- Yerdani, A. & Z. Rubinstein, 1991. Development of Dynamic Mini-Sprinkler With High Clogging Resistance. Agroteam Consultans Ltd., P.O.B 116, Israel. 53-56 pp.
- Zhang, J., W. Zhao, Z. Wei, Y. Tang & B. Lu, 2007. Numerical and experimental study on hydraulic performance of emitters with arc labyrinth channels. Computer and Electronics in Agriculture, 56(2): 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2007.01.007>
- Zhang, Y., B. Sun, H. Fang, D. Zhu, L. Yang & Z. Li, 2018. Experimental and simulation investigation on the kinetic energy dissipation rate of a fixed spray-plate sprinkler. Water, 10(10): 1365, 1-13. <https://doi.org/10.3390/w10101365>





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):107-118  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.845884>

Maryam SABERREZAEI<sup>1</sup>

Hakan GEREN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 35040, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[hakan.geren@ege.edu.tr](mailto:hakan.geren@ege.edu.tr)

# Farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin dev kralotu (*Pennisetum hybridum*)'nda yem verimi ve kalitesine olan etkileri \*

Effects of different cutting height and nitrogen levels on the forage yield and quality of giant kinggrass (*Pennisetum hybridum*)

\*\* Bu makale ilk yazarın doktora tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 23.12.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 19.07.2021

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışma, farklı biçim yüksekliği ve değişik azot seviyelerinin dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) bitkisinde yem verimi ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerini saptamak amacıyla yürütülmüştür.

**Materyal ve Yöntem:** Araştırma, 2019 ve 2020 yıllarının yaz yetiştirme döneminde, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, İzmir'de gerçekleştirilmiştir. Denemede, beş farklı biçim yüksekliği (0, 5, 10, 15, 20 cm) ile beş farklı azot (0, 5, 10, 15, 20 kg N/da) seviyesi test edilmiştir. Çalışmada, sap sayısı, bitki boyu, kuru madde (KM) verimi, ham protein (HP), NDF, ADF oranı, kök ağırlığı gibi özellikler ölçülmüştür.

**Araştırma Bulguları ve Sonuç:** Sonuçlar; kontrole göre artan N seviyesinin KM verimi, HP oranı ve kök ağırlığını yükselttiği, hücre duvarı unsurlarını iyileştirdiğini göstermiştir. Derin biçim uygulamaları KM verimini yükseltmesine karşılık, HP oranı, bitki boyu ve kök ağırlığını azaltmıştır. Yöre koşullarında bitki kalıcılığı, yüksek verim, kabul edilebilir yem kalitesi ve biçim aletlerinin güvenliği için dev kralotuna dekara 15 kg azot uygulaması ile 10 veya 15 cm yükseklikten biçilmesi önerilebilir.

**Anahtar sözcükler:** Azot seviyesi, biçim yüksekliği, dev kralotu, kalite, verim

**Keywords:** Nitrogen level, cutting height, giant king grass, quality, yield

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the effects of different cutting height and nitrogen levels on the forage yield and some quality parameters of giant kinggrass (*Pennisetum hybridum*).

**Material and methods:** The study was carried out at Ege University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Izmir/Turkey, during the summer growth seasons of 2019 and 2020. In experiment, five different cutting height (0, 5, 10, 15, 20 cm) and five nitrogen levels (0, 50, 100, 150, 200 kg N ha<sup>-1</sup>) were tested. Some characteristics were measured such number of tiller, plant height, dry matter (DM) yield, crude protein (CP) concentration, NDF, ADF contents and root weight.

**Results and conclusion:** Results indicated that increasing N levels increased DM yield, CP content and root weight, and improved cell wall components (NDF and ADF) as compared to the control. Although lower cutting heights increased DM yield; CP content, plant height and root weight decreased. Cutting heights of 10 to 15 cm and application of 150 kg N-ha<sup>-1</sup> can be recommended throughout the growing season for silage production of giant kinggrass for plant persistence, with high yield and acceptable forage quality, and for the safe operation of the harvest equipment's.

## GİRİŞ

Hayvansal üretim yapan bir tarım işletmesinde yem giderleri, toplam işletme masraflarının %50'sinden fazlasını oluşturmaktadır. Bu nedenle yem maliyetlerinin azaltılması işletme kârlılığını doğrudan ve olumlu yönde etkilemektedir. Yem maliyetlerinin azaltılmasında da çok yıllık yem bitkilerinin rolü oldukça önemlidir (Carpici et al., 2010; Hazar & Velibeyoğlu, 2018). Zira çok yıllık yem bitkileri bir kez ekilmekte ve gerekli bakım işlemlerinin (gübreleme, sulama, biçim, vb.) sürdürülmesine bağlı olarak 5-6 yıl verimliliklerini koruyabilmektedirler (Atis et al., 2019). Söz konusu bu çok yıllık yem bitkilerinden birisi de dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) bitkisidir (Geren vd., 2014). Bu bitki maralfalfa olarak da isimlendirilmektedir. Buğdaygiller familyasının bir üyesi olan dev kralotu, tropik kökenli bir bitkidir. Çok yıllık olması nedeniyle, mısır gibi her yıl tohum parası, toprak hazırlığı, ekim, işçilik, vb emek ve masrafları içermemektedir (Tekeli & Ateş, 2009). Ancak bu bitki de en az mısır kadar sulanmakta ve onun gibi biçilip, silajı yapılmaktadır (Geren & Yaman, 2016; Geren vd., 2020).

Dev kralotu, yüksek büyüme oranı, verimli olmasının yanı sıra kabul edilebilir besleyici değerlere sahip olan dikkat çeken bir yem bitkisidir. Dünyanın tropik ve tropikaltı bölgelerinde "biç ve taşı" sisteminde bu ürün sıklıkla kullanılmaktadır. Bitki yapraklı dönemde tekrarlanan biçimlere dayanıklı olmasının yanında lezzetli, yüksek oranlarda biyokütle üreterek hızla yeniden büyümektedir (Geren vd., 2020). Dev kralotunun biçimi konusunda çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Biçim yüksekliğinin bitkinin performansı üzerinde önemli etkisinin olduğu ortaya konmuş, biçim uygulamalarının büyüme, verim ve bitki kalıcılığı etkileyen başlıca faktör olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle yem üretimi amacıyla yetiştirilecek dev kralotu bitkisinin yem verimi ve kalitesine etki eden faktörleri ortaya koyacak çalışmalar öncelikli hale gelmiştir.

Birçok araştırmacının da belirttiği gibi; yem bitkisi üretiminde birim alandan elde edilen ot verimini yükseltmenin en etkili ve temel yollarında birisi, gübre ihtiyaçlarını optimum bir dozda ve zamanda karşılamaktan geçmektedir (Özdoğan & Geren, 2019). Azot, bitki gelişmesinde yaşamsal önemi olan bir bitki besin maddesidir (Kacar, 1986; Kacar & Katkat, 1999). Bitki besin maddesi olarak azot, bitki bünyesinde yer alan azotlu bileşiklerin artmasına, çok yıllık bitkilerin erken uyanmasına, oluşan yaprakların daha iri, gevşek yapılı ve bol sulu olmalarına neden olur ki; bunun temel nedeni, bitki bünyesindeki azotlu bileşiklerin su tutma kapasitesinin artmasından kaynaklanmaktadır. Azot, proteinlerin oluşmasındaki rollerinden başka klorofil moleküllerinin yapılarında da yer almaktadır. Yeterince azotun sağlanmasıyla bitkiler koyu yeşil renkli, kuvvetli bir vejetatif gelişme göstermektedirler. Bu nedenle azot; bitkinin yeniden büyümesini doğrudan etkilemekte, ondan alınabilecek biçim sayısını dolayısıyla toplam ot verimini değiştirebilmektedir (Baytekin & Gül, 2009). Bu çalışmanın temel amacı, tipik Akdeniz iklim özelliklerinin egemen olduğu Bornova-İzmir koşullarında, dev kralotu bitkisinin farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinde yem verimi ve bazı tarımsal özelliklerine etkisini ortaya çıkarmaktır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırma, 2019 ve 2020 yıllarının Nisan-Ekim ayları arasında, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde yürütülmüştür. Araştırma yerine ait aylık ortalama hava sıcaklığı ile aylık toplam yağış değerleri Çizelge 1'de (Anonim, 2020), denemede kullanılan toprağın özellikleri ise Çizelge 2'de gösterilmiştir. Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri açısından, çalışmamızın konusu olan dev kralotu bitkisi yetiştiriciliğini kısıtlayıcı bir unsur bulunmamış, yapılan sulama sayesinde bitkiler başarıyla üretilmiştir.

Ön çalışma niteliğinde planlanan deneme dış ortam saksı denemesi şeklinde yürütülmüş olup, bir yaşındaki "Paraíso" isimli dev kralotu genotipi test materyali olarak kullanılmıştır. Bitkiler üzerinde beş farklı biçim yüksekliği (H0: 0, H5: 5, H10: 10, H15: 15 ve H20: 20 cm) ile beş farklı azot seviyesinin (N0: 0, N5: 5, N10: 10, N15: 15 ve N20: 20 kg/da N) etkisi incelenmiştir. Araştırma, iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre 4 tekerrürlü olarak düzenlenmiş ve denemede 5x5x4 = 100 adet saksı kullanılmıştır. 2019 yılı Nisan ayı başında filizlenmeye başlayan bitkilere yukarıda belirtilen N dozlarının ½'si (üre formunda) ile 10 kg/da P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (triple süper fosfat) ve 10 kg/da K<sub>2</sub>O (potasyum sülfat) toplu bir şekilde ve 3-4 cm derinliğe uygulanmıştır (Geren ve Yaman, 2016). Test edilen N seviyelerinin kalan ½'si ise (amonyum sülfat formunda) ilk biçimden sonra toprak yüzeyine uygulanmıştır. İkinci yıl aynı gübre dozları, aynı şekilde uygulanmıştır.



**Çizelge 1.** Araştırma yerine ait bazı iklim özellikleri**Table 1.** Some meteorological characteristics of experimental area

	Sıcaklık (°C)			Yağış (mm)		
	2019	2020	UYO	2019	2020	UYO
Nisan	14.8	14.7	16.1	55.2	27.6	46.4
Mayıs	20.2	20.6	21.0	2.3	17.7	25.4
Haziran	26.1	23.2	26.0	2.9	5.2	7.5
Temmuz	26.8	26.7	28.3	0.3	1.0	2.1
Ağustos	27.6	26.5	27.9	0.0	1.0	1.7
Eylül	22.6	22.4	23.9	31.7	12.2	19.9
Ekim	20.0	17.7	19.1	4.0	39.3	43.2
<b>x - <math>\Sigma</math></b>	22.6	21.6	23.2	96.4	104.0	146.2

UYO: Uzun Yıllar Ortalaması

**Çizelge 2.** Deneme toprağının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri**Table 2.** Some physical and chemical characteristics of experimental soil

Özellikler	
pH	5.83
Eriyebilir Top. Tuz (%)	0.03
Kireç (%)	0.82
Kum (%)	80.2
Mil (%)	18.0
Kil (%)	1.8
Org. Madde (%)	1.27
Toplam N (%)	0.092
Faydalı P (ppm)	1.14
Faydalı K (ppm)	40

Çalışmada saksılardaki nem içeriği 4-5 günde bir taşınabilir nemölçerle ölçülmüş ve topraktaki su, tarla kapasitesinin %50'nin altına düştüğünde çeşme suyu ile sulama işlemi yapılmıştır. Saksı içinde çıkan yabancı bitkiler elle temizlenmiş, bitkilerimizin su ve besin maddesine ortak edilmemiştir. Araştırma döneminde herhangi bir hastalık veya zararlı görülmemiştir. Yöre koşullarında gerçekleştirilen önceki çalışmalarda dev kralotu için 90 günde bir biçim uygulaması önerildiğinden (Geren & Yaman, 2016), ilk hasat Haziran ayı sonunda, bağ bıçağı yardımıyla, yukarıda belirtilen yüksekliklerden elle biçilmiştir. İkinci hasat ise Ekim sonunda aynı biçim yüksekliklerinden yapılmış, ikinci yıl hasatları da bir önceki yıla benzer tarihlerde gerçekleştirilmiştir.

Hasat edilen bitkiler laboratuvara taşınmış ve bitkinin tüm yeşil kısımları, bağ makası yardımıyla 0.5-1 cm'lik boyutlarda kıyılmıştır. Doğranan bitkilere koruyucu amaçlı %0.5 oranında sofr tuzu serpilerek karıştırılmış ve Grabb Testi ile saptanan kuru madde içerikleri ~%30 civarına yükselineye kadar da soldurulmuştur (İptaş et al., 2009). Soldurulan örnekler 250'şer gramlık partiler halinde özel naylon torba içine konup, vakum makinesi yardımıyla havası alınarak silolanmış ve karanlık ortamda 40 gün mayalanmaya bırakılmıştır. Araştırma kapsamında aşağıdaki belirtilen özellikler incelenmiştir:

Kardeş sayısı (adet/saksı): Hasattan önce, saksıdaki bitki sapları sayılmıştır. Bitki boyu (cm): Saksıdaki beş bitkinin, toprak yüzeyinden ucuna kadar olan mesafesi cetvel ile ölçülmüştür. KM verimi (g/saksı): Hasat edilen bitkilerin yaş ağırlıkları dijital teraziyle saptandıktan sonra örnekler 105°C'de vantilasyonlu etüvde 24 saat kurutulmuştur. Kuruyan örnekler hassas terazi ile tartılarak KM oranları belirlenmiş ve yaş ot verimleriyle çarpılarak KM verimleri kaydedilmiştir. Silaj pH'sı: 25 g silaj örneği üzerine 250 ml saf su konularak 10 dakika çalkalanmış, daha sonra filtre kâğıdından süzülerek cam bardaklara alınan yaklaşık 200 ml'lik süzükteki pH, bir pH-metre yardımıyla tespit edilmiştir (Alçiçek &

Özkan, 1996). HP oranı (%): Hava kurusu haline getirilmiş silaj örnekleri öğütülerek 1 mm'lik elekten geçirilmiş, elde edilen örnekler Kjeldahl yönteminin uygulanmasıyla azot (N) oranları saptanmış, N oranının 6.25 katsayısı ile çarpılmasıyla da HP oranları hesaplanmıştır (Bulgurlu & Ergül, 1978). NDF (Nötr deterjan lif) ve ADF (Asit deterjan lif) oranı (%): Hava kurusu silaj örneklerin hücre çeperi fraksiyonları (NDF ve ADF) Goering & VanSoest (1970) tarafından geliştirilen deterjan analiz yöntemine göre saptanmıştır. Kök kuru ağırlığı (g/saksı): İkinci yıl son hasattan sonra topraklarından arındırılan bitki kökleri gölge bir ortamda yedi gün kurutulduktan sonra (hava kuru) dijital teraziyle tartılmıştır.

Çalışmamızdan elde edilen verilere iki faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine uygun olarak varyans analizi yapılmıştır (Yurtsever, 1984). Çok yıllık ve çok biçimli bitkilerde ikinci yıl, birinci yılda yapılan işlemlerin (biçim, vb.) etkisi bulunduğundan yıl birleştirilmesi yapılmadan her yıl ayrı ayrı analiz edilmiştir. Ortaya çıkan farklılıklar LSD testi (%1) ile değerlendirilmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI

### Sap sayısı

Yapılan istatistiki analizler, dev kralotu bitkisinin sap sayısı üzerine her iki yıl uygulanan biçim yüksekliği (H) ve azot (N) seviyelerinin önemli etkilerinin bulunduğunu, ancak ilk yıl HxN interaksiyonunun önemsiz, fakat ikinci yıl önemli olduğunu ortaya koymuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin dev kralotunda sap sayısı, bitki boyu ve KM verimine etkisi

**Table 3.** Effect of different cutting height and nitrogen levels on the number of stem, plant height and DM yield of giant kinggrass

	2019						2020					
	N0	N5	N10	N15	N20	Ort	N0	N5	N10	N15	N20	Ort
<b>Sap sayısı (adet/saksı)</b>												
H0	8.5	9.6	10.9	12.8	11.9	10.7	12.1	13.3	14.9	16.1	20.3	15.3
H5	8.6	10.0	10.9	12.0	11.5	10.6	12.0	13.1	14.6	15.9	17.6	14.7
H10	7.9	9.6	10.5	11.9	11.4	10.3	11.8	13.1	14.4	15.9	18.8	14.8
H15	7.6	9.6	10.5	12.0	11.3	10.2	11.3	12.8	13.6	15.8	17.5	14.2
H20	7.6	9.5	10.1	11.5	11.5	10.1	10.8	12.4	13.3	14.9	17.6	13.8
Ort.	8.1	9.7	10.6	12.0	11.5	10.4	11.6	12.9	14.2	15.7	18.4	14.5
LSD (0.01) H: 0.5 N: 0.4 HxN: Önemli Değil (ÖD)						H: 0.57 N: 0.60 HxN: 1.28						
<b>Bitki boyu (cm)</b>												
H0	87.8	119.9	134.0	148.0	162.8	130.5	92.0	117.9	126.5	136.0	145.6	123.6
H5	90.9	122.4	136.8	149.0	167.9	133.4	96.3	120.6	128.0	137.9	145.8	125.7
H10	94.5	124.9	139.6	153.1	170.6	136.6	100.1	121.1	128.6	139.5	148.1	127.5
H15	94.9	131.3	140.8	156.1	179.6	140.5	103.9	122.1	131.3	150.5	151.4	131.8
H20	94.6	133.1	145.4	160.0	173.3	141.3	106.9	124.1	132.8	143.1	148.9	131.2
Ort.	92.5	126.3	139.3	153.3	170.8	136.4	99.8	121.2	129.4	141.4	148.0	128.0
LSD (0.01) H: 7.09 N: 7.10 HxN: ÖD						H: 2.31 N: 2.28 HxN: 5.17						
<b>KM verimi (g/saksı)</b>												
H0	144	232	299	338	316	266	154	183	223	269	260	218
H5	142	229	307	354	352	277	139	189	218	270	269	217
H10	137	229	310	344	340	272	131	193	221	265	262	214
H15	133	230	304	341	334	268	124	188	205	256	254	205
H20	130	243	288	351	344	271	118	196	210	240	237	200
Ort.	137	232	302	346	337	271	133	190	216	260	256	211
LSD (0.01) H: ÖD N: 13.6 HxN: ÖD						H: 7.17 N: 7.20 HxN: 16.03						

Birinci yıl, biçim yükseklikleri ortalaması arasında rakamsal olarak en yüksek sap sayısı 10.7 adet/saksı ile 0 cm'den biçilen (H0), en düşük sap sayısı ise 10.1 adet/saksı ile 20 cm yükseklikten biçilen (H20) bitkilerden elde edilmiştir. Azot uygulaması ortalamaları arasında ise en yüksek sap sayısı rakamsal olarak 12.0 adet/saksı ile N15, en düşük sap sayısı da 8.1 adet/saksı ile N0 (kontrol) uygulamasında belirlenmiştir. İkinci yıl, en yüksek sap sayısı rakamsal olarak 20.3 adet/saksı ile H0 ve N20, rakamsal olarak en düşük sap sayısı ise 10.8 adet/saksı ile H20 ve N0 uygulamasında belirlenmiştir.

### Bitki boyu

Yapılan istatistiki analizler, dev kralotu bitkisinin bitki boyu üzerine ilk yıl biçim yüksekliği (H) ve azot (N) seviyelerinin önemli etkilerinin bulunduğunu, fakat ikinci yıl interaksyonun (HxN) önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). Birinci yıl, biçim yükseklikleri ortalaması arasında rakamsal olarak en yüksek bitki boyu 141.3 cm ile H20, en düşük bitki boyu ise 130.5 cm ile H0 uygulamasından elde edilmiştir. Azot uygulaması ortalamaları arasında ise en yüksek bitki boyu 170.8 cm ile N20, en düşük bitki boyu da 92.5 cm ile N0 (kontrol) uygulamasında belirlenmiştir. İkinci yıl, rakamsal olarak en yüksek bitki boyu 151.4 cm ile H15 ve N20, en düşük bitki boyu ise 92 cm ile H0 ve N0 uygulamalarında saptanmıştır.

### KM verimi

İstatistiki analizler, KM verimi üzerine ilk yıl sadece N uygulamasının önemli, ikinci yıl ise interaksyonun önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). Birinci yıl, azot uygulaması ortalamaları arasında en yüksek KM verimi 346 g/saksı ile N15, en düşük KM verimi de 137 g/saksı ile N0 elde edilmiştir. İkinci yıl, rakamsal olarak en yüksek KM verimi 270 g/saksı ile H5 ve N15, en düşük KM verimi ise 118 g/saksı ile H20 ve N0 uygulamalarında ölçülmüştür.

**Çizelge 4.** Farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin dev kralotunda HP oranı ve silaj pH'sına etkisi

**Table 4.** Effect of different cutting height and nitrogen levels on the CP content and silage pH of giant kinggrass

	2019						2020					
	N0	N5	N10	N15	N20	Ort	N0	N5	N10	N15	N20	Ort
<b>HP oranı (%)</b>												
H0	5.0	6.3	6.9	7.1	7.8	6.6	5.7	6.9	7.6	7.8	8.6	7.3
H5	5.8	6.5	6.9	7.8	8.2	7.1	6.1	6.9	7.7	8.2	8.6	7.5
H10	5.9	6.5	7.1	7.9	8.1	7.1	6.5	7.1	7.9	8.3	8.9	7.7
H15	6.2	7.6	8.1	9.1	9.1	8.0	7.0	8.5	9.0	9.9	9.8	8.8
H20	6.3	8.5	9.2	9.8	10.0	8.7	7.2	9.1	9.8	10.6	10.6	9.5
Ort.	5.8	7.1	7.6	8.3	8.6	7.5	6.5	7.7	8.4	9.0	9.3	8.2
LSD (0.01) H: 0.22 N: 0.19 HxN: 0.49						H: 0.15 N: 0.13 HxN: 0.35						
<b>Silaj pH'ı</b>												
H0	3.69	3.76	3.78	3.94	4.14	3.86	3.92	3.98	4.00	4.16	4.36	4.08
H5	3.73	3.80	3.92	4.03	4.11	3.92	3.91	3.98	4.10	4.21	4.29	4.10
H10	3.76	3.91	4.07	4.18	4.20	4.02	3.92	4.07	4.23	4.34	4.36	4.18
H15	3.80	4.13	4.17	4.26	4.26	4.12	3.99	4.32	4.36	4.45	4.45	4.31
H20	3.92	4.21	4.31	4.34	4.43	4.24	4.13	4.42	4.52	4.55	4.63	4.45
Ort.	3.78	3.96	4.05	4.15	4.23	4.03	3.97	4.15	4.24	4.34	4.42	4.22
LSD (0.01) H: 0.06 N: 0.07 HxN: 0.15						H: 0.06 N: 0.07 HxN: 0.14						

### HP oranı

Uygulanan istatistiki analizler, silaj HP oranı üzerine her iki yıl için de HxN interaksyonunun önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4). Rakamsal olarak en yüksek HP oranı sırasıyla ilk yıl %10.0 ve ikinci yıl %10.6 ile H20 ve N20, yine rakamsal olarak en düşük HP oranı ise sırasıyla %5.0 ve %5.7 ile H0 ve N0 kombinasyonlarında kaydedilmiştir.

### Silaj pH'ı

Analiz sonuçları, silaj pH'sı üzerine her iki yıl için de HxN interaksyonunun önemli olduğunu göstermiştir (Çizelge 4). İlk yıl rakamsal olarak en yüksek silaj pH'sı 4.43 ile H20 ve N20, yine rakamsal olarak en düşük silaj pH'sı ise 3.69 ile H0 ve N0 uygulamalarında saptanmıştır. İkinci yıl rakamsal olarak en yüksek silaj pH'sı 4.63 ile H20 ve N20, rakamsal olarak en düşük silaj pH'sı da 3.91 ile H5 ve N0 kombinasyonunda belirlenmiştir.

### NDF oranı

İstatistiki analizler, silaj NDF oranı üzerine her iki yıl için de HxN interaksyonunun önemsiz, ancak biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir (Çizelge 5). Biçim yükseklikleri ortalaması arasında birinci ve ikinci yıl rakamsal olarak en yüksek NDF oranı sırasıyla %54.5 ve %53.7 ile H0, en düşük NDF oranı ise sırasıyla %52.1 ve %50.8 ile H20 uygulamalarında belirlenmiştir. Azot uygulaması ortalamaları arasında ise birinci ve ikinci yıl rakamsal olarak en yüksek NDF oranı sırasıyla %55.6 ve %54.5 ile N0, en düşük NDF oranı ise sırasıyla %51.8 ve %50.7 ile N20 uygulamalarında saptanmıştır.

### ADF oranı

İstatistiki analizler, silaj ADF oranı üzerine her iki yıl için de HxN interaksyonunun önemsiz, ancak biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir (Çizelge 5). Biçim yükseklikleri ortalaması arasında birinci ve ikinci yıl rakamsal olarak en yüksek ADF oranı sırasıyla %40.2 ve %41.0 ile H0, en düşük ADF oranı ise sırasıyla %37.5 ve %37.1 ile H20 uygulamalarında kaydedilmiştir. Azot uygulaması ortalamaları arasında ise birinci ve ikinci yıl rakamsal olarak en yüksek ADF oranı sırasıyla %41.5 ve %41.7 ile N0, en düşük ADF oranı ise sırasıyla %37.3 ve %36.9 ile N20 uygulamalarında ölçülmüştür.

**Çizelge 5.** Farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin dev kralotunda NDF ve ADF oranlarına etkisi

**Table 5.** Effect of different cutting height and nitrogen levels on the NDF and ADF contents of giant kinggrass

	2019						2020					
	N0	N5	N10	N15	N20	Ort	N0	N5	N10	N15	N20	Ort
<b>NDF oranı (%)</b>												
H0	56.9	55.4	54.3	53.7	52.3	54.5	56.0	54.5	53.4	53.1	51.4	53.7
H5	56.5	55.0	54.0	53.5	53.3	54.5	55.4	53.9	52.9	52.4	51.8	53.3
H10	55.6	54.4	53.7	52.6	51.8	53.7	54.6	53.4	52.6	51.4	50.8	52.6
H15	54.5	53.3	52.2	51.2	50.8	52.4	53.5	52.3	51.1	50.2	49.8	51.4
H20	54.4	52.6	51.4	51.1	50.9	52.1	53.2	51.4	50.2	49.7	49.6	50.8
Ort.	55.6	54.1	53.1	52.4	51.8	53.4	54.5	53.1	52.0	51.3	50.7	52.3
LSD (0.01) H: 1.00 N: 1.02 HxN: ÖD						H: 0.99 N: 1.01 HxN: ÖD						
<b>ADF oranı (%)</b>												
H0	42.6	41.6	39.4	39.4	37.7	40.2	43.2	42.4	40.7	40.4	38.5	41.0
H5	42.0	41.1	39.8	39.5	38.8	40.2	42.5	41.7	40.6	39.7	38.6	40.6
H10	41.8	40.3	39.0	38.5	37.7	39.5	42.3	41.1	39.5	39.2	37.2	39.9
H15	40.7	38.7	37.9	37.2	36.3	38.2	40.5	38.7	37.5	36.8	34.9	37.7
H20	40.6	38.7	36.3	36.1	35.7	37.5	39.9	38.2	36.1	35.7	35.5	37.1
Ort.	41.5	40.1	38.5	38.1	37.3	39.1	41.7	40.4	38.9	38.3	36.9	39.2
LSD (0.01) H: 1.37 N: 1.40 HxN: ÖD						H: 1.11 N: 1.12 HxN: ÖD						

### Kök kuru ağırlığı

Analiz sonuçları, dev kralotu bitkisinin kök kuru ağırlığı üzerine biçim yüksekliği x azot seviyesi interaksyonunun (HxN) önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır (Çizelge 6). Rakamsal olarak en yüksek kök ağırlığı 1270 g/saksı ile H20 ve N20, yine rakamsal olarak en düşük kök ağırlığı ise 456 g/saksı ile H0 ve N0 uygulamasından sağlanmıştır.

**Çizelge 6.** Farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin dev kralotunda kök kuru ağırlığına etkisi

**Table 6.** Effect of different cutting height and nitrogen levels on root dry weight of giant kinggrass

	Kök kuru ağırlığı (g/saksı)					Ort
	N0	N5	N10	N15	N20	
H0	456	574	674	836	910	690
H5	528	599	714	901	1043	757
H10	536	653	719	943	1110	792
H15	554	663	803	962	1228	842
H20	556	665	808	1029	1270	866
Ort.	526	631	743	934	1112	789
LSD (0.01) H: 41.93 N: 42.01 HxN: 93.77						

## TARTIŞMA

Farklı biçim yüksekliği ile değişik azot uygulamaları, çalışmamızın bitkisel materyalini oluşturan dev kralotunu verim ve bazı kalite parametreleri yönünden etkilediği saptanmıştır. Sap sayısı ve bitki boyuna ilişkin bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, bitkiye uygulanan azot seviyesi arttıkça (N0'dan N20'ye) sap sayısının ve bitki boyun yükseldiği saptanmıştır. Buna ek olarak biçim yüksekliği 20 cm'den 0 cm'ye doğru azaldıkça (H20'den H0'a) sap sayısının yükseldiği ancak bitki boyun düştüğü belirlenmiştir. Çok yıllık buğdaygiller toprak seviyesine yakın yerden biçildiklerinde yeniden büyüebilmek için kök ve kök boğazına depo ettikleri maddeleri kullanarak sürgün sayısını arttırdıkları birçok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir (Geren vd., 2019; Salman vd., 2019). Sayıca fazla olan bu yeni sürgünlerin, ilk sürgünlere göre daha ince ve narin olduğu, biçim yüksekliği toprak seviyesine yaklaştıkça ve biçim sıklığı (yararlanma sayısı) arttıkça yedek besin deposunu dolduramadığı için bitkinin ölüme doğru sürüklendiği de ifade edilmiştir (Geren vd., 2020; Houde et al., 2020).

Araştırmacılar tarafından tespit edilen tüm bu olgular tümüyle çalışmamızda gözlenmiş ve ölçülmüş olup, toprak seviyesine yakın biçimlerde birim alandaki sap sayısı yükselmiş, kalınlıkları azalmış (çizelgede sunulmamıştır) ve boyları kısalmıştır. Ayrıca ikinci yıl sap sayısı genel ortalamasının (14.5 adet/saksı) birinci yıldan (10.4 adet/saksı) biraz daha yüksek olduğu, fakat bitki boyu açısından tersi olduğu yani, birinci yıl boy genel ortalamasının (136.4 cm) ikinci yıldan (128.0 cm) yüksek olduğu dikkati çekmiştir.

Bilindiği üzere, bitkilere uygulanan N miktarı belirli bir seviyeye kadar arttıkça, kardeşlenmenin teşvik edildiği, birim alandaki sap sayısının ve bitki boyunun arttığı pek çok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir (Paulino et al., 2007; Ayub et al., 2009, Tessema et al., 2010). Örneğin; dev kral otuna farklı seviyelerde azot uygulayan Geren & Yaman (2016), 0 kg N/da dozunda 7.9 adet/saksı sap sayısının 20 kg N/da uygulamasında 10.3 adet/saksıya yükseldiğini bildirmiştir. Ayub et al. (2009) bitkilere uygulanan N arttıkça, verimdeki artışın esasen bitki boyundaki artışlardan kaynaklandığını belirtmiştir. Dev kralotu gibi çok yıllık bir buğdaygil olan fil otunda (*Miscanthus x giganteus*) farklı biçim yüksekliği çalışan Geren vd. (2019), 20 cm'den biçilen bitkilerde saksı başına 18.6 adet olan sap sayısının 0 cm'den biçilenlerde 24.3 adede yükseldiğini belirtmişlerdir. Kuzeydoğu Tayland ekolojik koşullarında *Pennisetum purpureum* bitkisinde farklı biçim yüksekliklerini (0, 5, 10, 15 cm) inceleyen Wijitphan et al. (2009), azalan biçim yüksekliğinin (15 cm'den 0 cm'ye) birim alandaki sap sayısı yükseltirken, tek sap ağırlığını ve toplam KM verimini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Bangkok ekolojik koşullarında *P. purpureum* bitkisinde değişik biçim yüksekliklerini (0, 10, 20, 30 cm) inceleyen Jørgensen et al. (2010), 0 cm'den 30 cm'ye yükselen biçim yüksekliği karşısında bitki boylarının (sırasıyla 116, 123, 130, 141 cm) ve sap sayılarının (sırasıyla 92, 105, 102, 108 adet/m<sup>2</sup>) yükseldiğini saptamışlardır.

Çalışmamızda dev kralotuna uygulanan N seviyeleri ve biçim yükseklikleri KM verimini istatistiksel anlamda etkilemiştir. Bitkiye uygulanan N seviyesi N0'dan N15'e doğru arttıkça yükselen verimin, N20

seviyesinde bir miktar azaldığı belirlenmiştir. Toprak üzerinde bırakılan anız miktarı azaldıkça, bir başka ifadeyle, biçim yüksekliği 20 cm'den 0 cm'ye doğru azaldıkça KM verimlerinin yükseldiği saptanmıştır. Ayrıca ikinci yıl kaydedilen KM verimi genel ortalamasının (211 g/saksı) birinci yıldan (271 g/saksı) biraz daha düşük olduğu da dikkati çekmiştir.

Bitkilere uygulanan N miktarı belirli bir seviyeye kadar arttıkça, biyokütle veriminin yükseldiği, verilen miktarın daha da artırılması durumunda toksik etki nedeniyle verim düşüşleri ve hatta ölümlerin başladığı birçok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir (Tessema et al., 2002-2003; Wadi et al., 2004; Ullah et al., 2010). Japonya ekolojik koşullarında, *P. purpureum* bitkisinde farklı azot (15, 30, 60 kg N/da) ve potasyum (15, 30, 60 kg K/da) seviyelerini araştıran Rahman et al. (2010), dekara 15 kg N dozunda 4.88 t/ha olan KM veriminin, 30 kg N uygulamasında 6.02 t/ha yükseldiğini, 60 kg N uygulamasında ise 5.38 t/ha'a gerilediğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan, Pakistan ekolojik koşullarında *P. purpureum* bitkisine farklı azot (0, 4, 8, 12 kg N/da) uygulayan Ullah et al. (2010), kontrole göre artan N seviyeleri karşısında KM verimlerinin sırasıyla 1.2, 1.7, 2.0 ve 2.0 t/ha'a yükseldiğini vurgulamışlardır. Nova Odessa/Brezilya ekolojik koşullarında dev kralotu (*P. hybridum*) bitkisi üzerinde üç farklı biçim yüksekliğini (5, 10, 15 cm) test eden Paulino et al. (2007), 5 cm'den biçilen bitkilerde 12.7 t/ha olan KM veriminin, 10 cm ve 15 cm'den biçilmesi sonucu sırasıyla 11.8 t/ha ve 8.9 t/ha'a düştüğünü ifade etmişlerdir. Buna karşılık Jørgensen et al. (2010), tarlada artan miktarda bırakılan anız yüksekliği (0, 10, 20, 30 cm) karşısında KM verimlerinin (sırasıyla 2.4, 3.0, 3.3 ve 3.5 t/ha) yükseldiğini saptamışlardır. Lounglawan et al. (2014) ise yüksek verim ve kalite için *P. purpureum* x *P. americanum* melezinin 5 cm yükseklikten biçilmesini önermişlerdir. Bu sonuçlardan da görüldüğü gibi, *Pennisetum* cinsine ait bitkilerin, farklı ekolojilerde farklı biçim yüksekliklerine değişik tepkiler verdiği anlaşılmaktadır. Çalışmamızda, yüksek anız bırakılarak yapılan biçimlerde (H20 ve H15), doğal olarak daha fazla biyokütlenin bitki üzerinde kalması nedeniyle, toprak seviyesine yakın biçilen (H0 ve H5) bitkilere göre KM verimi daha düşük kaydedilmiştir. H0 ve H5 uygulamasındaki bitki boylarının diğer uygulamalara göre kısalmasına karşılık, bitki bünyesindeki su içeriğinin azalması (KM oranının yükselmesi, -çizelgede sunulmamıştır-) KM verimlerinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Çalışmamızda N15 uygulamasının verim bakımından en uygun azot seviyesi olduğu anlaşılmıştır. Ancak H0 ve H5 gibi derinden yapılan biçim uygulamaları KM verimini yükseltmiş gibi görünse de yem kalitesi ve bitkinin kalıcılığı üzerine olumsuz etki yaptığı izlenmiştir. Çok yıllık bitkilerde bitki kalıcılığının sağlanması en önemli konulardan birisidir (Hazar & Velibeyoğlu, 2019). Bunlara ek olarak, geniş alandaki biçim uygulamalarında biçim aletlerinin güvenliği (makas kırmaması, kaplumbağa, yılan gibi sürüngenlerin parçalanarak silaj deposuna girmemesi, vb.) de göz ardı edilmemeli (Kir et al., 2010), biçimlerin bitkiyi toprak seviyesinden tıraşlanmışçasına değil de biraz daha yukarıdan yapılmasını akla getirmektedir.

Çalışmamızda dev kralotunun silolanması sonucunda ortaya çıkan yemin HP oranı, uygulanan N seviyesi N0'dan N20'ye doğru arttıkça yükseldiği belirlenmiştir. Biçim yüksekliği 0 cm'den 20 cm'ye doğru çıktıkça, bir diğer ifadeyle, toprak üzerinde bırakılan anız miktarı arttıkça silajın HP oranı da yükselmiştir. Yani uygulanan N seviyesi arttıkça ve bitkisel materyalde yaprak oranı arttıkça (çizelgede sunulmamıştır) yemin HP içeriği yükselmiştir. Pek çok araştırmacı, bitkilere belirli bir doza kadar verilen azotun HP oranını yükselttiğini bildirmeleri, bulgularımızı desteklemektedir (Tessema et al., 2002; Wadi et al., 2004; Ullah et al., 2010; Ateş & Tenikecier, 2019). *P. purpureum* bitkisine farklı azot (0, 4, 8, 12 kg N/da) uygulayan Ullah et al. (2010), kontrole göre artan N seviyeleri karşısında HP oranlarının sırasıyla %5.6, 7.0, 9.7 ve %10.7'ye yükseldiğini ifade etmişlerdir. Dev kralotu bitkisi üzerinde üç farklı biçim yüksekliğini (5, 10, 15 cm) test eden Paulino et al. (2007), HP oranlarının biçim yüksekliğinden etkilenmediğini vurgulamıştır. Buna karşılık, *Miscanthus x giganteus*'da farklı biçim yüksekliğinin (0, 5, 10, 15, 20 cm) silaj HP oranı üzerinde önemli etkisini bildiren Geren et al. (2019), 0 cm'den 20 cm'ye doğru artan anız yüksekliği karşısında HP oranlarının sırasıyla %6.6, 7.0, 7.5, 8.5 ve 9.6'ya yükseldiğini ifade etmişlerdir. Öte yandan, çok yıllık buğdaygillerde uygulanan biçim işlemleri sonucunda toprak yüzeyinde bırakılan anız miktarı ne kadar

fazlaysa yaprak oranının da arttığını, sert yapılı, selülozca zengin sap oranı ne kadar az ise yemin HP oranının yükseldiğini ifade eden araştırmacılar, bulgularımızı desteklemektedir (Ishii et al., 1995; Can vd., 2003; Kuşvuran & Tansı, 2003). Bu durum, silaj pH seviyeleri üzerinde benzer etkiye sahip gibi görünse de yemin pH derecesinin yükselmesi bir takım mayalanma sorunları olduğunun göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Zira yemdeki HP oranının yüksekliği tampon kapasitesini yükselttiğinden pH düşmesine karşı gösterilen direnç artmaktadır. Bir başka ifadeyle, yemin HP oranı düşük, suda çözünebilir karbonhidrat miktarı ne kadar yüksekse, yemin pH'ı da o kadar düşük olmakta ve yemin sağlanabilirliği uzamaktadır (İptaş vd., 2009). Bunlara rağmen çalışmamızda ölçülen pH seviyeleri pek çok araştırmacı tarafından ifade edilen güvenli sınırlar içinde kalmaktadır (Geren vd., 2020; Li et al., 2020).

Çalışmamızda dev kralotuna uygulanan N seviyesi (N0'dan N20'ye) ve toprak üzerinde bırakılan anız miktarı (H0'dan H20'ye) arttıkça, silo yeminin bünyesindeki NDF ve ADF oranlarının istatistikî anlamda önemli ölçüde düştüğü belirlenmiştir. Fakat yemdeki NDF ve ADF içeriklerinin düşmesi onun sindirilme düzeyinin yükseldiğinin bir göstergesi olup, asal olarak bitkinin yaşına göre farklılık içermektedir (Hsu et al., 2005). Bulgularımız bu yönden değerlendirildiğinde, kontrole göre artan N dozlarının ve yüksekten yapılan biçim (H10, H15, H20) uygulamalarının yemdeki hücre duvarı bileşimini daha olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Addis Ababa/Etiyopya ekolojik koşullarında *P. purpureum* bitkisine beş farklı gübre dozu (dekara 0 kg, 4.6 kg, 9.2 kg N gübresi ile 100 kg ve 200 kg yanmış ahır gübresi) uygulayan Tessema et al. (2003), yemdeki NDF (%61.3-61.8) ve ADF (%34.2-35.0) oranlarının gübre uygulamalarından etkilenmediğini ifade etmişlerdir. İzmir ekolojik koşullarında yetiştirilen *P. purpureum* bitkisinde farklı biçim yüksekliklerinin (5, 10, 15, 20 cm) otun NDF ve ADF oranları üzerinde önemli etkisinin olduğu bildirilmiştir (Geren et al., 2016). Araştırmacılar, toprak üzerinde bırakılan anız yüksekliğinin 5 cm'den 20 cm'ye artması karşısında NDF oranlarının sırasıyla %61.1, 59.8, 55.4 ve 54.9'a, ADF oranlarının ise sırasıyla %41.1, 39.2, 37.6 ve 37.1'e düştüğünü saptamışlardır. Buna karşılık; *P. hybridum* bitkisinde üç (5, 10, 15 cm) (Paulino et al., 2007), *P. purpureum* bitkisinde ise beş (5, 10, 15, 20, 25 cm) farklı biçim yüksekliğini test eden Tessema et al. (2010) NDF ve ADF oranlarının biçim yüksekliğinden etkilenmediğini ifade etmişlerdir.

Çalışmamızda incelediğimiz parametrelere dair elde edilen bulgular özetlendiğinde, artan N seviyesinin silo yemi kalitesini olumlu yönde geliştirdiğini söylemek mümkün olsa da verimle bir araya getirildiğinde, N15 uygulamasının kabul edilebilir yem kalitesi sağladığı açıkça ortaya çıkmaktadır. H10 veya H15 seviyesinden itibaren uygulanan biçim yüksekliklerinin yem kalitesini yükseltmeye başlaması bir işaret olarak değerlendirilse de bitki üzerinde daha fazla yararlanılabilir yem materyali bırakılmasının anlamı olmadığı pratik bir gerçektir.

Çalışmamızda dev kralotuna uygulanan N seviyeleri ile biçim yükseklikleri kök kuru ağırlıklarına önemli etkilerde bulunmuşlardır. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, azot seviyesi yükseldikçe, yani N0'dan N20 seviyesine doğru çıkıldıkça ve anız yüksekliği arttıkça (0 cm'den 20 cm'ye) kök ağırlığının da yükseldiği saptanmıştır. Kontrollü koşullarında yetiştirilen *P. hybridum* bitkisinde farklı N dozlarını (0, 5, 10, 15, 20 kg N/da) inceleyen Geren ve Yaman (2016), kontrol uygulamasında 135 g/saksı olan kök ağırlığının, N dozu arttıkça sırasıyla 215, 315, 350 ve 343 g'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Çok yıllık bir buğdaygil olan dallıdırı (*Panicum virgatum*) bitkisinde farklı N dozlarını (0, 5, 10, 15, 20 kg N/da) araştıran Candoğan & Geren (2020), kontrol uygulamasında 144 g/saksı olan kök ağırlığının, N dozu arttıkça sırasıyla 236, 306, 340 ve 336 g'a yükseldiğini saptamışlardır. Kontrollü şartlarda yetiştirilen *P. purpureum* bitkisinde farklı biçim yüksekliklerini (5, 10, 15, 20 cm) araştıran Geren et al. (2016), 5 cm'den biçilen bitkide 47 g/saksı olan kök ağırlığının, anız yüksekliği arttıkça sırasıyla 155, 160 ve 118 g'a yükseldiğini ifade etmişlerdir. Bulgularımızın, azot uygulaması ve biçimden sonra toprak yüzeyinde kalan yüksek anızın kök gelişimi üzerine olumlu etkilerde bulunduğunu bildiren araştırmacıların sonuçlarıyla uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırmamızın göze çarpan bulgularından bir diğeri ise dev kralotunun kök üretme kapasitesidir. İkinci yılın sonunda saptanan kök ağırlığının genel ortalaması (789 g/saksı), birinci yıl ve ikinci yıl üretilen KM verimi toplamlarından (271+200=471 g/saksı) daha yüksektir. Bu durum çok yıllık bitkilerin, yıllık bitkilere göre verimlilik ve toprak muhafazası bakımından sürdürülebilir tarım sistemleri için kilit bir yönetim faktörü olduğunu bir kez daha ispatlamaktadır (Geren et al., 2014; Houde et al., 2020).

## SONUÇ

Tipik Akdeniz ikliminin egemen olduğu Bornova/İzmir/Türkiye ekolojik koşullarında yetiştirilen dev kralotu bitkisi üzerinde farklı biçim yüksekliği (0, 5, 10, 15, 20 cm) ile değişik azot (0, 5, 10, 15, 20 kg N/da) uygulamalarının etkisinin incelendiği çalışmamızda şu sonuçlara ulaşılmıştır: Bitkinin İzmir koşullarında başarılı bir şekilde yetiştirilebileceği, kış mevsimini ölmeden atlatabildiği, yaz boyunca iki biçim alınarak silajının yapılabileceği, biçim yüksekliği ile azot uygulamasının verim ve bazı verim özelliklerini önemli derecede etkilediği saptanmıştır. Derin biçim uygulaması, bitki kalıcılığını etkileyen kök gelişimini olumsuz yönde etkilemiştir. Bu nedenle yöre koşullarında yüksek verim, kabul edilebilir yem kalitesi ve biçim aletlerinin güvenliği için dev kralotuna dekara 15 kg azot uygulaması ile 10 veya 15 cm yükseklikten biçiminin önerilebileceği ortaya çıkmıştır. Ne var ki, kontrollü koşullarda yürütülen deneme sonuçları, en az üç yıl süren tarla çalışmalarlarıyla tekrarlanması ve ekonomik analizlerinin yapılması, sonuçların kalıcılığını destekleyeceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alçıçek, A. & K. Özkan, 1996. Silo yemlerinde destilasyon yöntemi ile süt asidi, asetik asit ve bütirik asit tayini. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 33 (2-3): 191-198.
- Anonim, 2020. İklim Verileri, Meteoroloji 2. Bölge Müdürlüğü, İzmir.
- Ateş, E. & H.S. Tenikecier, 2019. Hydrocyanic acid content, forage yield and some quality features of two sorghum-sudan grass hybrid cultivars under different nitrogen doses in Thrace, Turkey, Current Trends in Natural Sciences, 8: 55-62.
- Atis, I., N. Celiktaş, E. Can & S. Yılmaz, 2019. The effects of cutting intervals and seeding rates on forage yield and quality of alfalfa, Turk. J Field Crops, 24 (1): 12-20.
- Ayub, M., M.A. Nadeem, M. Tahir, M. Ibrahim & M.N. Aslam, 2009. Effect of nitrogen application and harvesting intervals on forage yield and quality of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.), Pak. J Life Soc. Sci, 7 (2): 185-189.
- Baytekin, H. & İ. Gül, 2009. Yembitkileri, 'Genel Bölüm', Bölüm 4.1, Yembitkilerinde Hasat, Kuru Ot Üretimi ve Depolama, TC Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, TÜGEM, Cilt: 1, s: 121-141.
- Bulgurlu, Ş. & M. Ergül, 1978. Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metotları, Ege Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 127, İzmir.
- Can, E., N. Çelikaş, R. Hatipoğlu, Ş. Yılmaz & S. Avcı, 2003. Effects of cutting time and cutting height on the growth of dallisgrass (*Paspalum dilatatum* Poir.), Turk. J Field Crops, 8 (2): 57-61.
- Candoğan, G.Ç. & H. Geren, 2020. Farklı azot seviyelerinin dallıdırı (*Panicum virgatum*)'da yem verimi ve bazı tarımsal özelliklere etkisi üzerine bir ön çalışma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 57 (2): 165-172.
- Carpici, E.B., N. Celik & G. Bayram, 2010. Yield and quality of forage maize as influenced by plant density and nitrogen rate, Turk. J Field Crops, 15 (2): 128-132.
- Geren, H. & M. Yaman, 2016. Effect of different N and P levels on the forage yield and some yield characteristics of *Pennisetum hybridum*, EGF 2016, 26<sup>th</sup> General Meeting, Norway 21: 448-450.
- Geren, H., A. Simić & Ž. Dželetović, 2016. Forage yield and nutritional values of *Pennisetum purpureum* affected by cutting height, EGF 2016, 26<sup>th</sup> General Meeting, Norway, 21: 454-456.



- Geren, H., A. Simić, İ. Güner & T. Özdoğan, 2019. Effect of different cutting heights on forage yield and some nutritional values of miscanthus (*Miscanthus x giganteus*), 3<sup>rd</sup> International Conference on Agriculture, Food, Veterinary and Pharmacy Sciences, 16-18 April 2019, Turkey, p: 56-61.
- Geren, H., R. Avcioglu, Y.T. Kavut, K. Tan & S. Sargin, 2014. Akdeniz İklimi Koşullarında Yetiştirilen Bazı Çokyıllık Sıcak Mevsim Buğdaygil Cinslerinin Yıllık Sıcak Mevsim Buğdaygilleri İle Silolanabilir Verim, Yem Kalitesi ve Biyoetanol Verimi Yönünden Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 51 (3): 243-251.
- Geren, H., Y.T. Kavut & H.B. Unlu, 2020. Effect of different cutting intervals on the forage yield and some silage quality characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*) under Mediterranean climatic conditions, Turk. J Field Crops, 25 (1): 1-8.
- Goering, H.K. & P.J. VanSoest, 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). USDA Agricultural Handbook No. 379.
- Hazar, D. & K. Velibeyoğlu, 2018. Kırsal-Ekolojik Müştereklerimiz: Mera Alanları. Tarım Ekonomisi Dergisi, 24 (2): 193-201.
- Hazar, D. & K. Velibeyoğlu, 2019. Sustainable Management of Rural-Ecological Commons: Recommendations on eDPSIR Causal Networks, JEPE Journal of Environmental Protection and Ecology, 20 (1): 348-357.
- Houde, S., M.N. Thivierge, F. Fort, G. Bélanger, M.H. Chantigny, D.A. Angers & A. Vanasse, 2020. Root growth and turnover in perennial forages as affected by management systems and soil depth, Plant Soil, 451: 371-387.
- Hsu, F.H., S.R. Chang & K.Y. Hong, 2005. Effect of cutting stage on forage yield and quality of Nilegrass and Pangolagrass, Crop Environment & Bioinformatics, 2: 282-286.
- Ishii, Y., K. Ito & H. Numaguchi, 1995. Effects of cutting date and cutting height before overwintering the spring regrowth of summer-planted Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumach), J. Japan. Grassl. Sci., 40 (4): 396-409.
- İptaş, S., H. Geren & M. Yavuz, 2009. Yembitkileri, 'Genel Bölüm', Bölüm 4.2, Silaj Yapım Tekniği, TC Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, TÜGEM, Cilt: 1, 142-162.
- Jørgensen, S.T., A. Pookpakdi, S. Tudsri, O. Stölen, R. Ortiz & J.L. Christiansen, 2010. Cultivar-by-cutting height interactions in Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumach) grown in a tropical rain-fed environment, Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil & Plant Sci., 60: 199-210.
- Kacar, B. & A.V. Katkat, 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı yayın No: 144, VİPAŞ Yayın No: 20, 531s.
- Kacar, B., 1986. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No: 20.
- Kir, B., G. Demiroglu, R. Avcioglu & H. Geren, 2010. Effect of sowing techniques and harvesting treatments on the performances of some rotation pasture mixtures, African J of Biotechnology, 9 (40): 6666-6669.
- Kuşvuran, A. & V. Tansı, 2003. Çukurova koşullarında farklı buğdaygil yem bitkilerinde biçim sıklığının bazı vejetatif ve generatif özelliklere etkisinin saptanması, Çuk. Üniv. Zir. Fak. Derg. 18 (1): 45-54.
- Li, J., X. Tang, J. Zhao, S. Chen, S. Wang & T. Shao, 2020. Improvement of fermentation quality and cellulose convertibility of Napier grass silage by inoculation of cellulolytic bacteria from Tibetan yak (*Bos grunniens*), Journal of Applied Microbiology, doi.org/10.1111/jam.14917
- Lounglawan, P., W. Lounglawan & W. Suksombat, 2014. Effect of cutting interval and cutting height on yield and chemical composition of king Napier grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum americanum*), APCBEE Procedia 8: 27-31.
- Özdoğan, T. & H. Geren, 2019. Enerji bitkisi olarak kullanılan filotu (*Miscanthus x giganteus*)'nda farklı azot seviyelerinin biyokütle verimi ve bazı verim özelliklerine etkisi üzerine bir ön araştırma, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 56 (2): 257-262.
- Paulino, V.T., T.L. Lucenas & R.A. Possenti, 2007. *Pennisetum hybridum* cv. Paraiso: dry matter yields and chemical and biological composition under three cutting heights, In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, Londrina. Anais. 17: 1-5.
- Rahman, M.M., Y. Ishii, M. Niimi & O. Kawamura, 2010. Interactive effects of nitrogen and potassium fertilization on oxalate content in Napier grass (*Pennisetum purpureum*), Asian-Aust. J. Anim. Sci., 23 (6): 719-723.

- Salman, A., B. Kir, R. Avcioglu & S.S. Ozkan, 2019. Investigations on the agronomic and sports field characteristics of some turf alternatives cut at different heights in a Mediterranean environment, *Turk. J Field Crops*, 24 (2): 178-184.
- Tekeli, A.S. & E. Ateş, 2009. Yembitkileri, 'Genel Bölüm', Bölüm 1.4, Yembitkilerinin Sınıflandırılması, TC Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, TÜGEM, Cilt: 1, 34-44.
- Tessema, Z., R.M.T. Baars & Y. Alemu, 2002. Effect of plant height at cutting, source and level of fertilizer on yield and nutritional quality of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.). *African Journal of Range and Forage Science*, 19, 123-128.
- Tessema, Z., R.M.T. Baars & Y. Alemu, 2003. Effect of plant height at cutting and fertiliser on growth of Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.). *Tropical Science*, 43, 57-61.
- Tessema, Z.K., J. Mihret & M. Solomon, 2010. Effect of defoliation frequency and cutting height on growth, dry matter yield and nutritive value of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schumach), *Grass and Forage Science*, 65: 421-430.
- Ullah, M.A., M. Anwar & A.S. Rana, 2010. Effect of nitrogen fertilization and harvesting intervals on the yield and forage quality of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) under mesic climate of Pothowar plateau, *Pak. J. Agri. Sci.*, 47 (3): 231-234.
- Wadi, A., Y. Ishii & S. Idota, 2004. Effects of cutting interval and cutting height on dry matter yield and overwintering ability at the established year in *Pennisetum* species, *Plant Prod. Sci.*, 7 (1): 88-96.
- Wijitphan, S., P. Lorwilai & C. Arkaseang, 2009. Effect of cutting heights on productivity and quality of king Napier grass (*Pennisetum purpureum* cv. King Grass) under irrigation, *Pakistan Journal of Nutrition*, 8 (8): 1244-1250.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Yayınları No: 121, Ankara.



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):119-133

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.892764>

# Tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim tercihleri: İzmir İli örneği\*

## Fast food consumption preferences of consumers: İzmir Province case

\* Bu makale ilk yazarın yüksekisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 08.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 19.07.2021

Ecem TUMAY BULUT<sup>1</sup>

Zerrin KENANOĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[zerrin.bektas@ege.edu.tr](mailto:zerrin.bektas@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Demografik özellikler, fast food, İzmir, tüketici davranışı

**Keywords:** Demographics, fast food, İzmir, consumer behavior

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı, İzmir ilinde fast food tüketen tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim ve satın alma tercihlerini belirlemektir.

**Materyal ve Yöntem:** İzmir ilinin Balçova, Bornova, Karşıyaka, Konak ve Gazimir olmak üzere beş ilçesinde bulunan alışveriş merkezlerinde, oransal örnekleme yöntemini kullanarak 271 tüketici ile yüz yüze yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler oluşturulmuştur. Ankete katılan tüketiciler farklı demografik özelliklerine göre gruplara ayrılmıştır. Gruplar arası karşılaştırmalarda Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis testi ve Khi-kare testi kullanılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Tüketicilerin fast food ürünlerini tüketmelerinde en önemli gördükleri nedenler; lezzetli olması, zamandan tasarruf sağlaması ve bu ürünleri sevmeleridir. Kadın tüketicilerin çoğunluğunun ayda bir kez, erkek tüketicilerin çoğunluğunun ise haftada bir-iki kez fast food tükettikleri saptanmıştır. Çalışan tüketicilerin ise çalışmayan tüketicilere göre fast food tüketim sıklıklarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Tüketicilerin yaşı arttıkça fast food tüketme sıklığı azalmaktadır. Yüksek geliri tüketicilerin köfte ve lahmacun/pide, daha düşük gelire sahip tüketicilerin ise daha çok patates kızartması tükettikleri saptanmıştır.

**Sonuç:** Tüketicilerin tüketim alışkanlıkları konusunda farkındalık yaratarak daha sağlıklı fast food ürünlerine yönlendirilmesi gerektiği, sağlıklı beslenme bilinci konusunda gençleri teşvik edecek çalışmaların yapılmasının gerekliliği vurgulanmıştır.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine fast food products consumption and buying preferences of consumers in İzmir province in Turkey.

**Material and Methods:** The study material included the data collected with face-to-face interviews conducted with 271 consumers determined using proportional sampling method in shopping malls located in Balçova, Bornova, Karşıyaka, Konak, and Gazimir districts in İzmir province. The surveyed consumers were categorized into groups based on various demographics. Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis test and Chi-square tests were employed in intergroup comparisons.

**Results:** The most significant reason for the consumers to consume fast food products were the deliciousness of these products while consuming them saved time and consumers like such products. The majority of female consumers consumed fast food products once a month and the majority of male consumers consumed these products twice a week. Employed consumers consumed fast food products more frequently when compared to unemployed consumers. As the consumer age increased, fast food consumption frequency decreased. It was determined that high-income consumers preferred meatballs, lahmacun and pita while low-income consumers preferred fried potatoes.

**Conclusion:** It was emphasized that consumer awareness about consumption habits should be raised, the consumption of healthy fast food products should be promoted, young adults should be encouraged about healthy eating habits

## GİRİŞ

Tüketicilerin çalışma temposunun artması, şehirleşme ile birlikte eve geliş saatlerinin uzaması, zamanlarının çoğunu dışarda geçirmeleri nedeniyle yemek yapmaya yeterince vakit bulamamaları gıda tüketim alışkanlıklarının değişmesine neden olmuştur. Bu durum, tüketicileri sabit ve pratik yöntemlerle hazırlanmış, standart ürünler sunan, kısa zamanda çok sayıda tüketiciye hizmet verebilen fast food ürünlerine yöneltmiştir.

Literatürde fast food kavramının çok farklı tanımları bulunmaktadır. Bender & Bender (1993) tarafından fast food kavramı, belirli üretim teknikleri ile hazırlanmış, sınırlı sayıda gıda ürünleri ile hazırlanan menülerden oluşan ve üreticilerin hamburger, pizza, sandviç ve tavuk gibi ürünlerin yapımında özelleşmiş restoranlar tarafından sunulan ürünler olarak tanımlanmıştır (Aktaran: Davies & Smith, 2004). Fast food, kısa sürede hazırlanan ve paketlenen, genel olarak self servis yöntemiyle tüketiciye sunulan ayaküstü atıştırmalık olarak tanımlanır (Görkem, 2015). Batı tarzı fast food ürünleri hamburger ve pizza; Türk tipi fast food ürünleri döner, pide çeşitleri, köfte ve kebab gibi ızgara çeşitleri, gözleme, tost ve sandviç gibi kantin ürünleri, çiğ köfte, simit ve poğaçaya gibi pastane ürünleri olarak sıralanabilir (Uğur, 2018).

Dünya genelinde fast food restoranlarının sayılarındaki artışlar tüketicilerin fast food ürünlerine olan talebini de ortaya koymaktadır. 2019 yılında Mc Donalds'ın marka değeri 130 milyar 368 milyon dolar iken, bunu sırasıyla Starbucks (45 milyar 884 milyon dolar), KFC (17 milyar 205 milyon dolar), Subway (17 milyar 124 milyon dolar), Domino's Pizza (9 milyar 570 milyon dolar), Pizza Hut (7 milyar 580 milyon dolar) ve Burger King (7 milyar 063 milyon dolar) izlemektedir (Brandz, 2019). Türkiye'de, 1986 yılında McDonalds'ın ilk restoranını İstanbul'da açması ile fast food ürünleri ülkemize girmiştir. Zaman içerisinde tüketicilerin talebine karşılık verebilmek amacı ile diğer markalar da Türkiye pazarına girmiştir.

Türkiye'de hazır yemek sistemi ya da ayaküstü sokakta satılan yiyecekler anlamında da kullanılan fast food ürünleri tüketicilerin zaman probleminde çözüm sağlarken, diğer taraftan da sağlık konusunda pek çok soruna neden olabilmektedir. Türkiye Sağlık Araştırmasına göre; Türkiye'deki 15 yaş ve üstü obez bireylerin oranı 2016 yılında %19.6 iken, 2019 yılında %21.1'e yükselmiştir. Cinsiyete göre incelendiğinde; 2019 yılında kadınların %24.8'inin obez ve %30.4'ünün obez öncesi, erkeklerin ise %17.3'ünün obez ve %39.7'sinin obez öncesi olduğu belirlenmiştir (TÜİK, 2020). Bu değerlerdeki artışlar, değişen yaşam koşulları ile birlikte yeme ve içme alışkanlıklarındaki değişimlerden kaynaklanabilmektedir.

Dünyada ve Türkiye'de tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim ve satın alma davranışlarını inceleyen çalışmaların sayısında son yıllarda artış gözlemlenmiştir. Lise çağındaki genç tüketicilerin fast food tüketimi ile ilgili algı ve alışkanlıklarını, fast food ürünlerine yönelik satın alma ve tüketim davranışlarını ortaya koyan çalışmalar yapılmıştır (Mirkarimi et al., 2016; Uğur, 2018). Tüketicilerin demografik özellikleri ile fast food tüketimleri arasında ilişkileri, fast food tüketme nedenleri, tercih sebeplerini inceleyen bazı çalışmalar bulunmaktadır (Akbat vd., 2007; Islam & Ullah, 2010; Sağlıker, 2010; Prabhavathi et al., 2014; Aruppillai & Godwin Phillip, 2015; Goubraim & Chakor, 2015; Lassen et al., 2016; Rasool, 2017; Ghoochani et al., 2018; Koşum, 2019). Ankara ve Toronto'daki üniversite öğrencilerinin fast-food ürünlerine yönelik gıda kalitesi algıları, sağlık bilinci ve fiyat duyarlılıkları incelenmiştir (Veuphuteh, 2018). Üniversite öğrencilerinin fast food türü beslenme alışkanlıkları, tercih ettikleri fast food yiyecekleri, fast ürünlerini satın alırken dikkat ettikleri faktörler, fast food tüketim alışkanlıklarını etkileyen faktörler incelenmiştir (Korkmaz, 2005; Goyal & Singh, 2007; Anıl vd., 2011; Habib et al., 2011; Heidal et al., 2012; Tengiz, 2018; Canbolat C Çakıroğlu 2016; Ukonu, 2016;). Hem üniversite hem de lise öğrencilerinin fast food ürünlerini tüketme nedenleri, fast food ürünlerine yönelik tutum ve davranışları araştırılmıştır (İpek, 2019; Kayışoğlu & İçöz, 2012). Frank'ın (2012) yaptığı çalışmada ise, gençler ile yetişkinler arasında fast food ürünlerine yönelik tüketim farklılıkları ortaya konulmuştur.

Bu çalışmanın ana amacı, İzmir ilindeki fast food tüketen tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim ve satın alma davranışlarını ortaya koymaktır. Bu çalışma cinsiyet, çalışma durumu, yaş, gelir durumu gibi farklı demografik özelliklere sahip tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim ve satın

alma davranışlarının ortaya konulması açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışmada, tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim ve satın alma tercihleri hakkında edinilen bilgiler; alternatif ürünlerin geliştirilmesi konusunda fast food sektöründe faaliyet gösteren firmalara ve tüketiciyi bilinçlendirme yükümlülüğü olan resmi ve sivil otoritelere girdi niteliği sağlayacağı öngörülmektedir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırmanın ana materyalini, İzmir ilindeki tüketiciler ile yüz yüze yapılan anket çalışmasından elde edilen veriler oluşturmaktadır. Çalışma, İzmir ilinin Balçova, Bornova, Karşıyaka, Konak ve Gaziemir olmak üzere 5 ilçesinde bulunan alışveriş merkezlerinde yürütülmüştür. Belirtilen ilçelerdeki alışveriş merkezleri (AVM), toplam kapalı alanlarına göre sıralanmış ve en yüksek alana sahip olan AVM'ler seçilmiştir. Buna göre; Balçova'da Agora AVM, Bornova'da Forum Bornova, Gaziemir'de Optimum Outlet, Karşıyaka'da Mavibahçe, Konak'ta ise Konak Pier AVM anket çalışmasının yürütüleceği alışveriş merkezleri olarak belirlenmiştir. Araştırmanın örneklem hacmini belirlemek üzere oransal örnekleme yönteminden yararlanılmıştır (Newbold, 1995).

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

n = Örnek hacmi    N = İzmir'deki hane halkı sayısı     $\sigma_{px}^2$  = oranın varyansdır.  
p: Fast food tüketen tüketicilerin oranı (p=0.50)

Türkiye İstatistik Kurumunun verilerine göre, İzmir ilinin toplam nüfusu 4 223 545'dir (TÜİK, 2016). Ortalama hane halkı sayısı 4 olarak alınmış ve İzmir ilinde toplam 1 055 886 hane halkı bulunduğu hesaplanmıştır. Maksimum örnek hacmine ulaşmak için p (fast food tüketme oranı) değeri 0.50 (%50) olarak alınmıştır. Buna göre, %90 güven aralığı ve %5 hata payı ile örneklem hacmi 271 olarak bulunmuştur. Agora, Optimum Outlet, Mavibahçe, Konak Pier alışveriş merkezlerinde 50'şer, Forum Bornova'da 51 anket olmak üzere toplamda 271 anket, 2018 yılında yapılmıştır. Araştırmaya katılacak kişilerin seçiminde kolayda örnekleme yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada, fast food ürünleri tüketen tüketicilerin bu ürünlere yönelik tüketim nedenleri, tüketim sıklıkları, tükettikleri öğünler, tükettikleri fast food ürünleri, markaları ve marketlerden satın aldıkları fast food ürünlerine ilişkin sorular değerlendirilerek çizelgeler halinde sunulmuştur. Tüketicilerin cinsiyet, çalışma durumu, yaş ve gelir gibi demografik özelliklerine göre fast food tüketim tercihleri arasında gruplar arasında farklılık olup olmadığı istatistiksel olarak test edilmiştir. Tüketiciler cinsiyetlerine (kadın, erkek), çalışma durumuna (çalışıyor, çalışmıyor), yaşlarına (30 yaş altı, 30-39 yaş, 40-49 yaş, 50 yaş ve üzeri) ve aylık gelirlerine göre (2600 TL/ay ve altı, 2601-3600 TL/ay, 3601-4600 TL/ay, 4601-5600 TL/ay, 5601 TL/ay'nin üzeri) dört farklı gruba ayrılarak analizler yapılmıştır. Sürekli değişkenler için öncelikle Kolmogorov-Smirnov testi ile normal dağılım testi uygulanmıştır. Ele alınan tüm değişkenler normal dağılım göstermemiştir. Normal dağılım gösteremeyen değişkenler için Mann-Whitney U ve Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Mann-Whitney U testi iki ortalamanın eşitliğini test etmede kullanılan yöntemlerden biridir. Kruskal-Wallis testi ise, ikiden fazla aynı veya birbirine benzer anakittenin benzer dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Mann-Whitney U testinde; değişkenlerin iki grup içerisindeki değerleri sıralı hale çevrilir, iki grup arasındaki sıralamanın farklı olup olmadığı değerlendirir. Mann-Whitney U testi grupların medyanlarını karşılaştırır. Kruskal-Wallis testinde, değerler sıralı hale çevrilir ve her grup için sıralı ortalamalar karşılaştırılır (Kalaycı, 2014).

Sayım ile elde edilen verilere Khi-kare testi uygulanmıştır. Tüketicilerin fast food ürünlerine yönelik tüketim ve satın alma davranışlarını ölçmeye yönelik sorular analiz edilirken beşli likert ölçeği kullanılmış, ölçek ortalamaları hesaplanmıştır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### Tüketicilerin Demografik Özellikleri

Ankete katılan tüketicilerin %24.72'si 30 yaş altı, %28.41'i 30 ile 39 yaş, %24.36'sı 40 ile 49 yaş, %22.51'i 50 yaş ve üzeridir. Tüketicilerin %58.67'si kadın, %59.78'i evlidir. Ankete katılan tüketicilerin yaş ortalaması 38.74, eğitim süresi 14.31 yıldır. Ankete katılan tüketicilerin %63.10'u çalışmakta, %36.90'ı ise çalışmamaktadır. Tüketicilerin %29.52'si 5 601 TL'nin üstünde, %30.63'ü 3600 TL. altında gelire sahiptir. Tüketicilerin %20.66'sı 4601-5600 TL, %19.19'u 3601-4600 TL. arasında geliri bulunmaktadır. Tüketicilerin ortalama geliri 4 205.74 TL'sidir. Aylık dışarıda yemek yemeye ayırdıkları bütçe ortalama 444.76 TL, minimum 30 TL., maksimum ise 1 750 TL'dir. Tüketiciler gıda masraflarının %25.28'ini, gelirlerinin ise %6.34'ünü fast food ürünlerine harcamaktadır. Tüketicilerin dışarıda yemeye ayırdıkları bütçe içinde fast food harcamalarının payı %60.77'dir. Tüketicilerin %77.86'sinin sağlık problemi bulunmazken, %22.14'ünün sağlık problemi bulunmaktadır. Yaşadıkları sağlık problemleri tansiyon (%50.00), şeker (%17.74), kalp (%3.23) ve diğer (%29.03) hastalıklardır. Ankete katılan tüketicilerin %37.27'si spor yaparken, yarısından fazlası (%62.73) spor yapmamaktadır. Spor yapan tüketiciler ise en çok haftada 2 gün spor yaptıklarını belirtmişlerdir. Tüketicilerin %94.46'sı fast food ürünlerinin sağlıksız, %5.54'i ise sağlıklı olduğunu belirtmişlerdir. Ancak, tüketicilerin hemen hemen tamamına yakın bir kısmı fast food ürünlerinin sağlıksız olduğunu bildikleri halde tükettikleri saptanmıştır.

Uğur (2018) Sivas ilinde lise çağındaki öğrencilerle yaptığı çalışmasında katılımcıların %44'ünün fast food ürünlerin sağlıklı olmadığını düşündükleri saptanmıştır. Korkmaz (2005) tüketicilerin %43.4'ünün fast food ürünlerini sağlıksız bulduklarını saptanmıştır.

### Tüketicilerin Fast Food Tüketme Nedenleri

Fast food tüketen tüketicilerin fast food ürünlerini tüketme nedenleri beşli likert ölçeği kullanılarak değerlendirilmiştir. Tüketiciler fast food ürünleri lezzetli olduğu (3.85 puan) ve zamandan tasarruf sağladığı (3.62 puan) ifadelerini fast food ürünlerini tüketmede etkili nedenler olarak belirtmişlerdir. Tüketiciler tarafından "sevdiğim için", "ulaşılabilir olması", "farklı ürünler yeme isteği", "değişik ortamlarda yeme isteği", "çeşidin çok olması" ve "yemek yapmaktan kaçınma" ifadeleri fast tüketmede ne etkili ne de etkisiz nedenler olarak ifade edilmiştir. Tüketiciler fiyatın uygun olması, özel kutlamaların olması, alışkanlığın olması ifadelerine fast food ürünleri tüketmede etkisiz nedenler olarak belirtmişlerdir. Fast food tüketmede 1.56 ortalama ile "yemek yapmamayı bilmeme" en etkisiz neden olarak bulunmuştur (Çizelge 1).

Sağlıker (2010) tarafından yapılan çalışmasında zaman tasarrufu, hazırlama kolaylığı, çeşitlilik ve sosyalleşme sağlandığı için tüketicilerin fast food tüketmeyi tercih ettikleri belirlenmiştir. Habib et al. (2011) tüketicilerin gıda güvenliği, tadı ve hızlı servisten dolayı fast food ürünlerini tüketmeyi tercih ettiklerini saptamıştır. Prabhavathi et al. (2014) tarafından yapılan araştırmada tüketicilerin fast food ürünlerini tadından dolayı tercih ettikleri saptanmıştır. Goubraim & Chakor (2015), tüketicilerin yoğun iş temposu, çeşidin çok olması, fast food ürünlerinin fiyatı, hijyen ve bu ürünlerin taze olması nedeni ile fast food tükettiğini tespit etmiştir. Uğur (2018), öğrencilerin arkadaşları ile birlikte zaman geçirmek, ortamı sevdiği ve lezzetli olduğu için fast food ürünlerini tüketmeyi tercih ettiklerini saptamıştır. Rasool (2017) tarafından yapılan araştırmada, tüketicilerin %21.2'si zamandan tasarruf sağladığı, %19'0'u çocuklar tercih ettiği, %16.1'i tadından dolayı fast food ürünlerini tüketmeyi tercih ettikleri belirlenmiştir. Frank (2012), genç tüketicilerin sosyal ilişkilerini oluşturmak ve güçlendirmek için dışarıda fast food tükettiklerini ortaya koymuştur.

**Çizelge 1.** Tüketicilerin fast food tüketme nedenleri**Table 1.** Fast food consumption reasons

Tüketme Nedenleri	Likert Ortalaması*	Standart Sapma
Lezzetli olması	3.85	1.34
Zamandan tasarruf sağlaması	3.62	1.40
Sevdiğim için	3.38	1.56
Ulaşılabilir olması	3.34	1.45
Farklı ürünler yeme isteği	3.26	1.48
Değişik ortamlarda yeme isteği	2.95	1.49
Çeşidin çok olması	2.77	1.49
Yemek yapmaktan kaçınma	2.65	1.60
Aile üyeleri tarafından bu ürünlerin sevilmesi	2.56	1.57
Doyurucu olması	2.54	1.51
Fiyatının uygun olması	2.49	1.45
Özel kutlamaların olması	2.44	1.48
Alışkanlığının olması	2.29	1.43
Hijyenik olması	2.07	1.42
Mecbur olmak (Yurtta/misafirhanede kalmak gibi nedenlerle)	1.89	1.42
Bu ürünlere yönelik reklam ve promosyon olması	1.88	1.17
Dışarıda yemek yemenin eve göre daha az masraflı olması	1.82	1.27
Yemek yapmayı bilmeme	1.56	1.14

\*1: Kesinlikle etkisiz 2: Etkisiz 3: Ne etkili ne etkisiz 4: Etkili 5: Kesinlikle etkili

**Tüketicilerin Fast Food Tüketim Sıklıkları**

Ankete katılan tüketicilerin çoğunluğu (%33.6) ayda bir kez fast food tükettiğini belirtmiştir. Bunu, haftada bir-iki kez (%28.4) ve 15 günde bir kez (%27.3) fast food tüketenler izlemektedir (Çizelge 2). Mirkarimi et al. (2016) tarafından yapılan araştırmada, lise öğrencilerinin haftada bir-iki kez fast food tükettiği sonucuna ulaşılmıştır. Goubraim & Chakor (2015) ankete katılan tüketicilerin çoğunluğunun haftada iki-üç kez fast food tükettiğini ortaya koymuştur. Koşum (2019) tarafından yapılan araştırmada, tüketicilerin %6,8'i her gün, %19,1'i haftada birkaç kez, %35,9'unun ayda birkaç kez ve %14,8'i ise yılda bir kez fast food tükettiklerini saptamıştır. Uğur (2018) lise öğrencilerinin batı tarzı (hamburger, pizza vb.) ve geleneksel (döner, pide, köfte vb.) yiyecekleri haftada 1-2 kez tükettiklerini belirlemiştir.

**Çizelge 2.** Tüketicilerin cinsiyet ve çalışma durumlarına göre fast food tüketim sıklıkları (%)**Table 2.** Fast food consumption frequency based on consumer gender and employment (%)

Tüketim Sıklıkları	Cinsiyet Durumuna		Çalışma Durumuna		Genel
	Kadın	Erkek	Çalışan	Çalışmayan	
Ayda 1 kez	44.0	18.7	26.9	33.6	33.6
15 günde 1 kez	27.7	26.8	29.2	27.3	27.3
Haftada 1-2 kez	21.4	38.4	32.2	28.4	28.4
Haftada 3-5 kez ve daha fazla	6.9	16.1	11.7	10.7	10.7
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Ankete katılan kadın tüketicilerin çoğunluğu (%44.0) ayda bir kez fast food tüketirken, erkek tüketicilerin çoğunluğu (%38.4) haftada bir-iki kez fast food tüketmektedir (Çizelge 2). Tüketicilerin cinsiyetlerine göre fast food tüketme sıklıklarındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur  $\chi^2(1, N=271)=24.356, p=0.00$ . Canbolat ve Çakıroğlu (2016) çalışmalarında fast food tüketim sıklıklarının cinsiyete göre farklılık gösterdiği sonucuna ulaşmışlardır. Çalışan tüketicilerin çoğu (%32.2) haftada bir-iki kez fast food ürünleri tüketirken, çalışmayan tüketicilerin çoğu (%33.6) ayda bir kez fast food tüketmektedir (Çizelge 2). Tüketicilerin çalışma durumlarına göre fast food tüketme sıklıklarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur  $\chi^2(1, N=271)=24.356, p=0.00$ .

Tüketicilerin yaşlarına göre fast food tüketim sıklıkları incelendiğinde; 1. gruptaki tüketicilerin %38.8'i haftada bir-iki kez fast food ürünleri tüketirken; 2. gruptaki tüketicilerin %29.9'u 15 günde bir kez, 3. gruptaki tüketicilerin %36.4'u ve 4. gruptaki tüketicilerin %33.6'sı ayda bir kez fast food ürünleri tüketmektedir (Çizelge 3). Tüketicilerin yaşlarına göre fast food tüketme sıklıkları bakımından farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.  $X^2$  (3, N=271)=22.391, p=0.08. Tüketicilerin yaşı yükseldikçe fast food tüketme sıklığının azaldığı görülmektedir. Koşum (2019) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuca ulaşılmıştır.

**Çizelge 3.** Tüketicilerin yaşlarına göre fast food tüketim sıklıkları (%)

**Table 3.** Fast food consumption frequency based on consumer age (%)

Tüketim Sıklıkları	1. Grup (30 yaş altı)	2. Grup (30-39 yaş)	3. Grup (40-49 yaş)	4. Grup (50 yaş ve üzeri)	Genel
Ayda 1 kez	13.4	36.4	36.4	33.6	33.6
15 günde 1 kez	22.4	29.9	27.3	27.3	27.3
Haftada 1-2 kez	38.8	20.8	34.8	28.4	28.4
Haftada 3-5 kez ve daha fazla	25.4	13.0	1.5	10.7	10.7
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

1. ve 4. gelir grubundaki tüketicilerin %42.9'u ayda bir kez fast food tüketirken, 5. gruptaki tüketicilerin %36.3'ü 15 günde bir kez, 3. gruptaki tüketicilerin %38.5'i haftada bir-iki kez fast food tüketmektedirler. 2. gruptaki tüketiciler ise %36.6'lık oranla hem ayda bir kez hem 15 günde bir kez fast food tüketmektedirler. Tüm gruplar için haftada 3-5 kez ve daha fazla fast food tüketen tüketicilerin oranı daha azdır (Çizelge 4). Tüketicilerin gelirlerine göre fast food tüketme sıklıklarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur  $X^2$  (4, N=271)=20.432, p=0.06. Arupillai & Godwin Phillip (2015) yaptıkları araştırmada tüketicinin çalışma durumunun ve yaşının fast food tüketimini etki eden önemli faktörlerden olduğunu saptamışlardır. Akbay vd. (2007) çalışmalarında yaş ve gelir durumunun fast food tüketim sıklığını önemli ölçüde etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

**Çizelge 4.** Tüketicilerin gelirlerine göre fast food tüketim sıklıkları (%)

**Table 4.** Fast food consumption frequency based on consumer income group (%)

Tüketim Sıklıkları	1. Grup (2600 TL ve altı)	2. Grup (2601-3600 TL)	3. Grup (3601-4600 TL)	4. Grup (4601-5600 TL)	5. Grup (5601 TL'nin üzeri)	Genel
Ayda 1 kez	42.9	36.6	23.1	42.9	27.5	33.6
15 günde 1 kez	19.0	36.6	26.9	14.3	36.3	27.3
Haftada 1-2 kez	28.6	22.0	38.5	25.0	27.5	28.4
Haftada 3-5 kez ve daha fazla	9.5	4.9	11.5	17.9	8.8	10.7
Toplam	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

### Tüketicilerin Fast Food Tükettikleri Öğünler

Tüketicilerin hafta içi en çok akşam yemeğinde fast food tükettikleri saptanmıştır. Tüketicilerin çalışma saatlerinin uzun olması ve eve geç varmaları nedeniyle akşam işten çıktıktan sonra fast food tüketmeyi tercih ettikleri söylenebilir. Ankete katılan erkek tüketiciler hafta içi öğle yemeğinde bazen fast food ürünleri tüketirken, kadın tüketiciler nadiren tüketmektedirler. Hafta sonu ise erkekler öğle ve akşam yemeğinde bazen; ikindi öğünlerinde ise nadiren fast food tüketmektedir. Hem hafta içi hem de hafta sonu tüm öğünler açısından cinsiyete göre farklılık anlamlı bulunmuştur (Çizelge 5). Korkmaz (2005) üniversite öğrencileri ile yaptığı araştırmasında daha çok öğlen yemeğinde fast food ürünlerinin tercih edildiğini belirlemiştir. Goyal & Singh (2007), Canbolat ve Çakıroğlu (2016) ve Tengiz (2018) tarafından yapılan çalışmalarda tüketicilerin daha çok öğlen ve akşam yemeklerinde fast food tüketmeyi tercih ettikleri belirlenmiştir. Prabhavathi et al. (2014) tüketicilerin en çok akşam yemeğinde fast food ürünlerini tercih ettiklerini saptanmıştır.



**Çizelge 5.** Tüketicilerin cinsiyetlerine göre hafta içi ve hafta sonu fast food tükettikleri öğünler+**Table 5.** Fast food meals consumed during the week and weekend based on consumer gender

	Kadın	Erkek	Genel	Mann-Whitney U	p
<b>Hafta içi</b>					
Kahvaltı*	1.21	1.41	1.29	7645.000	0.004
Öğle Yemeği*	2.13	2.68	2.36	6314.000	0.000
Akşam Yemeği*	2.36	2.68	2.49	7300.000	0.008
İkinci***	1.35	1.54	1.43	7950.000	0.060
<b>Hafta sonu</b>					
Kahvaltı***	1.29	1.42	1.34	8105.500	0.075
Öğle Yemeği*	2.25	2.58	2.38	7306.500	0.009
Akşam Yemeği**	2.89	3.13	2.99	7595.500	0.031
İkinci*	1.40	1.66	1.51	7316.000	0.003

1:Hiç 2:Nadiren 3:Bazen 4:Sık sık 5:Daima

+Likert ölçek ortalamasıdır. Mann-Whitney U testine göre gruplar arasındaki fark \* p<0.01, \*\* p<0.05 ve \*\*\* p<0.10 için anlamlıdır.

Çalışan tüketicilerin hafta içi öğle ve akşam yemeğinde bazen; çalışmayan tüketicilerin ise nadiren fast food ürünleri tükettikleri belirlenmiştir. Hafta sonu ise iki gruptaki tüketicilerin de akşam yemeğinde bazen fast food ürünü tükettiği görülmektedir. Hafta sonu ikindi öğünlerinde ise çalışanların nadiren fast food ürünleri tükettikleri, çalışmayanların ise hiç tüketmedikleri saptanmıştır. Tüketicilerin çalışma durumlarına göre hafta içi kahvaltı, öğle ve akşam yemeği; hafta sonu akşam yemeği ve ikindi öğünleri açısından farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 6).

**Çizelge 6.** Tüketicilerin çalışma durumlarına göre hafta içi ve hafta sonu fast food tükettikleri öğünler+**Table 6.** Fast food meals consumed during the week and weekend based on consumer employment

	Çalışan	Çalışmayan	Genel	Mann-Whitney U	p
<b>Hafta içi</b>					
Kahvaltı*	1.37	1.16	1.29	7147.500	0.001
Öğle Yemeği*	2.51	2.10	2.36	6723.000	0.002
Akşam Yemeği**	2.59	2.32	2.49	7283.000	0.034
İkinci	1.42	1.45	1.43	8425.500	0.802
<b>Hafta sonu</b>					
Kahvaltı	1.37	1.29	1.34	7932.000	0.160
Öğle Yemeği	2.39	2.38	2.38	8477.500	0.903
Akşam Yemeği***	3.07	2.85	2.99	7502.500	0.077
İkinci**	1.60	1.35	1.51	7222.500	0.011

1:Hiç 2:Nadiren 3:Bazen 4:Sık sık 5:Daima

+Likert ölçek ortalamasıdır. Mann-Whitney U testine göre gruplar arasındaki fark \*p<0.01, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.10 için anlamlıdır.

Tüketicilerin yaş gruplarına göre fast food tükettikleri öğünler incelendiğinde; 30 yaşın altındaki 1. gruptaki tüketiciler, hafta içi öğle yemeği öğününde bazen fast food ürünleri tüketirken; diğer gruplar bu öğünde nadiren fast food ürünleri tüketmektedir. Gruplar arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Tüketicilerin yaşı yükseldikçe hafta içi öğle yemeğinde fast food tüketme oranı düşmektedir. Daha genç tüketicilerin öğle yemeğinde daha çok fast food tükettikleri saptanmıştır. Ayrıca, daha genç tüketicilerden oluşan 1. gruptaki tüketiciler, diğer gruplara göre akşam yemeği ve ikindi öğünlerinde, daha sık fast food ürünleri tüketmektedir. Akşam yemeğinde fast food tüketme sıklığı açısından tüketicilerin yaşlarına göre istatistiksel olarak farklılık anlamlı bulunmuştur. Ancak, tüketicilerin yaşlarına göre ikindi öğününde fast food tüketme sıklıkları açısından farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir (Çizelge 7).

Tüm yaş gruplarındaki tüketiciler, hafta sonu öğle yemeklerinde nadiren, akşam yemeğinde ise bazen fast food ürünleri tüketmektedir. Hafta sonu ikindi öğününde ise 1. ve 3. gruptaki tüketiciler nadiren fast food ürünleri tüketirken, 2. ve 4. gruplar bu öğünde hiç fast food tüketmemektedir. Hafta sonunda akşam yemeğinde fast food tüketme sıklıkları açısından yaş gruplarına göre farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 7).

**Çizelge 7.** Tüketicilerin yaşlarına göre hafta içi ve hafta sonu fast food tükettikleri öğünler+**Table 7.** Fast food meals consumed during the week and weekend based on consumer age

	1. Grup (30 yaş altı)	2. Grup (30-39 yaş)	3. Grup (40-49 yaş)	4. Grup (50 yaş ve üzeri)	Genel	Kruskal- Wallis	P
<b>Hafta içi</b>							
Kahvaltı***	1.27	1.23	1.41	1.26	1.29	6.521	0.089
Öğle Yemeği*	2.76	2.36	2.32	1.95	2.36	15.883	0.001
Akşam Yemeği*	2.90	2.40	2.52	2.13	2.49	18.320	0.000
İkinci	1.63	1.35	1.38	1.36	1.43	3.445	0.328
<b>Hafta sonu</b>							
Kahvaltı	1.42	1.27	1.33	1.36	1.34	0.646	0.886
Öğle Yemeği	2.48	2.30	2.44	2.33	2.38	1.776	0.620
Akşam Yemeği**	3.22	3.04	3.00	2.66	2.99	9.823	0.020
İkinci	1.64	1.40	1.62	1.36	1.51	4.350	0.226

1:Hiç 2:Nadiren 3:Bazen 4:Sık sık 5:Daima

+Likert ölçek ortalamasıdır. Kruskal Wallis testine göre gruplar arasındaki fark \* p<0.01, \*\* p<0.05 ve \*\*\* p<0.10 için anlamlıdır.

Tüketicilerin gelir durumlarına göre fast food tükettikleri öğünler incelendiğinde; hafta içi akşam yemeğinde 1., 2. ve 5. gruptaki tüketicilerin nadiren; 3. ve 4. gruptaki tüketicilerin ise bazen fast food tükettikleri görülmektedir. Hafta içi ikinci öğününde ise 3. gruptaki tüketiciler nadiren fast food tüketirken, diğer gruptaki tüketiciler bu öğünde hiç fast food ürünü tüketmemektedir. Gruplar arasında bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Hafta sonu öğle yemeğinde 1., 2. ve 5. gruptaki tüketicilerin nadiren; 3. ve 4. gruptaki tüketicilerin ise bazen fast food tükettikleri görülmektedir. Tüketicilerin hafta sonu fast food tükettikleri öğünlerde gelir gruplarına göre öğle yemeği ve ikinci öğünleri için gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. 4. ve 5. gruptaki tüketiciler hariç gelir arttıkça hafta sonu öğle yemeğinde fast food tüketme oranı yükselmektedir (Çizelge 8).

**Çizelge 8.** Tüketicilerin gelir durumlarına göre hafta içi ve hafta sonu fast food tükettikleri öğünler+**Table 8.** Fast food meals consumed during the week and weekend based on consumer income group

	1. Grup (2600 TL'nin altı)	2. Grup (2601- 3600 TL)	3. Grup (3601- 4600 TL)	4. Grup (4601- 5600 TL)	5. Grup (5601 TL'nin üzeri)	Genel	Kruskal- Wallis	p
<b>Hafta içi</b>								
Kahvaltı	1.21	1.12	1.40	1.27	1.21	1.29	5.929	0.204
Öğle Yemeği	2.38	2.02	2.60	2.46	2.38	2.36	6.593	0.159
Akşam Yemeği***	2.36	2.24	2.65	2.73	2.36	2.49	8.097	0.088
İkinci***	1.36	1.39	1.69	1.34	1.36	1.43	8.710	0.069
<b>Hafta sonu</b>								
Kahvaltı	1.33	1.39	1.38	1.25	1.36	1.34	2.770	0.597
Öğle Yemeği***	2.31	2.37	2.69	2.52	2.14	2.38	8.548	0.073
Akşam Yemeği	3.02	2.83	3.13	3.05	2.91	2.99	3.149	0.533
İkinci**	1.21	1.34	1.71	1.52	1.60	1.51	12.035	0.017

1:Hiç 2:Nadiren 3:Bazen 4:Sık sık 5:Daima

+Likert ölçek ortalamasıdır. Kruskal Wallis testine göre gruplar arasındaki fark \*\* p<0.05 ve \*\*\* p<0.10 için anlamlıdır.

### Tüketicilerin Tükettikleri Fast Food Ürünleri

#### Tüketicilerin dışarda tükettikleri fast ürünleri (eve sipariş vermek ya da paket yaptırıp evde yemek hariç)

Tüketicilerin fast food ürünlerini genel olarak ayda bir-iki kez tükettikleri saptanmıştır. En sık tüketilen ürün ise patates kızartması (2.17), en az tüketilen ürün ise kumpir (1.35) olarak bulunmuştur (Çizelge 9). Canbolat & Çakıroğlu (2016) en çok tüketilen ürünün tost olduğu, Anıl vd. (2011)'nin hamburger; Mirkarimi et al. (2016) birinci sırada en çok tüketilen ürünün hamburger, ikinci sırada ise pizza olduğunu çalışmalarında ortaya koymuşlardır.

Kadın ve erkek tüketicilerin fast food ürünlerini genel olarak ayda bir-iki kez tükettiği görülmektedir. Erkek tüketiciler kokoreçi ayda bir-iki kez tüketirken, kadın tüketiciler hiç kokoreç tüketmemektedir. Cinsiyete göre; patates kızartması, köfte, lahmacun/pide, döner, kebab, çiğ köfte, soğuk sandviç/tost, kokoreç, işlenmiş tavuk ürünleri ve kumpir açısından gruplar arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. Erkek tüketicilerin patates kızartması, köfte, lahmacun/pide, döner, kebab, çiğ köfte, soğuk sandviç/tost ve kokoreç ürünlerini daha sık tükettikleri saptanmıştır (Çizelge 9). Tengiz (2018) bayanların pizza, çiğ köfte ve patates kızartması tüketim oranları erkeklere oranla daha fazla olduğu ve kokoreç tüketiminde ise erkekler bayanlara göre daha fazla tercih ettiklerini saptamıştır.

**Çizelge 9.** Tüketicilerin cinsiyetlerine göre tükettikleri fast food ürünleri+

**Table 9.** Fast food products consumption based on consumer gender

Fast Food Ürünleri	Kadın	Erkek	Genel	Mann-Whitney U	p
Patates kızartması**	2.03	2.36	2.17	7421.500	0.014
Köfte**	1.98	2.23	2.08	7451.000	0.014
Tatlı	2.04	2.13	2.08	8458.000	0.459
Lahmacun/Pide*	1.89	2.14	1.99	7265.500	0.002
Döner*	1.80	2.23	1.98	6207.000	0.000
Pizza	1.81	1.95	1.86	8036.000	0.122
Hamburger/Cheeseburger vb.	1.82	1.87	1.84	8712.500	0.740
Kebab*	1.65	1.98	1.79	6691.500	0.000
Çiğ köfte*	1.57	1.89	1.70	6746.000	0.000
Soğuk Sandviç/Tost*	1.53	1.88	1.67	6685.000	0.000
Ekmek arası balık	1.58	1.70	1.63	8078.500	0.146
Kokoreç*	1.37	1.59	1.46	7145.000	0.001
İşlenmiş tavuk ürünleri***	1.35	1.54	1.43	7939.000	0.059
Soğan halkası	1.35	1.37	1.36	8602.500	0.541
Kumpir**	1.40	1.28	1.35	7843.500	0.038

1:Hiç 2:Ayda 1-2 kez 3:Haftada 1-2 kez 4: Haftada 3-5 kez 5:Her gün

+Likert ölçek ortalamasıdır. Mann-Whitney U testine göre gruplar arasındaki fark \* p<0.01, \*\* p<0.05 ve \*\*\* p<0.10 için anlamlıdır.

Hem çalışan hem de çalışmayan tüketicilerin ayda bir-iki kez patates kızartması ve lahmacun/pide tercih ettikleri saptanmıştır. Hem çalışan hem de çalışmayan tüketiciler tarafından hiç tercih edilmeyen ürünler ise soğan halkası ve kumpirdir. Tüketicilerin çalışma durumlarına göre tükettikleri fast food ürünleri arasından pizza, hamburger/cheeseburger ve soğuk sandviç/tost ürünleri için farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışan tüketicilerin bu ürünleri daha fazla tükettikleri saptanmıştır (Çizelge 10).

**Çizelge 10.** Tüketicilerin çalışma durumlarına göre tükettikleri fast food ürünleri+

**Table 10.** Fast food products consumption based on consumer employment

Fast Food Ürünleri	Çalışan	Çalışmayan	Genel	Mann-Whitney U	p
Patates kızartması	2.20	2.10	2.17	8073.500	0.421
Köfte	2.15	1.98	2.08	7671.000	0.128
Tatlı	2.09	2.07	2.08	8367.000	0.757
Lahmacun/Pide	2.05	1.90	1.99	7884.500	0.208
Döner	2.02	1.90	1.98	7692.500	0.125
Pizza**	1.94	1.73	1.86	7197.500	0.014
Hamburger/Cheeseburger vb.**	1.92	1.70	1.84	7286.000	0.025
Kebab	1.82	1.73	1.79	7858.500	0.213
Çiğ köfte	1.71	1.69	1.70	8317.500	0.682
Soğuk Sandviç/Tost**	1.77	1.50	1.67	7208.000	0.017
Ekmek arası balık	1.62	1.64	1.63	8270.000	0.615
Kokoreç	1.51	1.37	1.46	7708.000	0.116
İşlenmiş tavuk ürünleri	1.38	1.52	1.43	8088.500	0.357
Soğan halkası	1.36	1.36	1.36	8321.500	0.636
Kumpir	1.36	1.33	1.35	8424.500	0.802

1:Hiç 2:Ayda 1-2 kez 3:Haftada 1-2 kez 4: Haftada 3-5 kez 5:Her gün

+Likert ölçek ortalamasıdır. Mann-Whitney U testine göre gruplar arasındaki fark \*\* p<0.05 için anlamlıdır.

Daha genç (1. grup) tüketiciler patates kızartmasını haftada bir-iki kez, diğer gruptaki tüketiciler ayda bir-iki kez tüketmektedir. Ankete katılan tüketicilerin yaşı yükseldikçe patates kızartması, çiğ köfte, soğuk sandviç/tost ürünlerini tüketme oranı azalmaktadır. 2. ve 4 gruptaki tüketiciler diğer gruplara göre daha fazla kebab tüketmektedir. Tüm gruptaki tüketiciler tarafından döner ayda bir-iki kez tüketilen fast food ürünleri olarak belirlenmiştir. Ankete katılan 30 yaş altı ve 50 yaş ve üzeri tüketicilerin kokoreci hiç tüketmedikleri belirlenmiştir. Ankete katılan 30 ile 49 yaş arası tüketicilerin ayda bir-iki kez kokoreç tükettikleri saptanmıştır. Tüketicilerin yaşlarına göre patates kızartması, tatlı, pizza, hamburger/ cheeseburger, çiğ köfte, soğuk sandviç/tost, işlenmiş tavuk ürünleri, soğan halkası ve kumpir tüketim sıklıkları açısından gruplar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 11).

1., 2., 3. ve 4. gruptaki tüketiciler patates kızartmasını daha çok tüketirken, 5601 TL'nin üzerinde gelire sahip olan 5. gruptaki tüketiciler daha çok köfte tüketmektedir. Ankete katılan tüketicilerin geliri arttıkça lahmacun/pide tüketme oranı artmaktadır. Tüketicilerin gelir gruplarına göre tükettikleri fast food ürünleri incelendiğinde; lahmacun/pide, döner, hamburger/cheeseburger için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Tüm gelir düzeylerinde soğan halkası ve kumpir hemen hemen hiç tüketilmeyen ürünlerdir (Çizelge 12).

**Çizelge 11.** Tüketicilerin yaşlarına göre tükettikleri fast food ürünleri+

**Table 11.** Fast food products consumption based on consumer age

Fast Food Ürünleri	1. Grup (30 yaş altı)	2. Grup (30-39 yaş)	3. Grup (40-49 yaş)	4. Grup (50 yaş ve üzeri)	Genel	Kruskal- Wallis	p
Patates kızartması*	2.87	2.21	1.88	1.66	2.17	50.966	0.000
Köfte	2.24	2.10	1.95	2.03	2.08	3.682	0.298
Tatlı*	2.69	2.17	1.80	1.61	2.08	35.919	0.000
Lahmacun/Pide	2.13	2.01	1.85	1.97	1.99	3.908	0.272
Döner	2.07	1.99	2.00	1.84	1.98	3.067	0.381
Pizza*	2.03	2.01	1.77	1.59	1.86	19.574	0.000
Hamburger/Cheeseburger vb.*	2.36	1.99	1.64	1.30	1.84	75.177	0.000
Kebab	1.73	1.86	1.73	1.84	1.79	2.302	0.512
Çiğ köfte*	2.07	1.71	1.55	1.44	1.70	20.861	0.000
Soğuk Sandviç/Tost***	1.81	1.77	1.62	1.46	1.67	6.288	0.098
Ekmek arası balık	1.52	1.70	1.59	1.69	1.63	4.070	0.254
Kokoreç	1.42	1.53	1.55	1.33	1.46	4.956	0.175
İşlenmiş tavuk ürünleri*	1.84	1.43	1.29	1.15	1.43	28.658	0.000
Soğan halkası*	1.58	1.40	1.24	1.18	1.36	19.361	0.000
Kumpir**	1.46	1.39	1.29	1.23	1.35	8.048	0.045

1:Hiç 2:Ayda 1-2 kez 3:Haftada 1-2 kez 4: Haftada 3-5 kez 5:Her gün

+Likert ölçek ortalamasıdır. Kruskal Wallis testine göre gruplar arasındaki fark \* p<0.01, \*\* p<0.05 ve \*\*\* p<0.10 için anlamlıdır.

**Çizelge 12.** Tüketicilerin gelir gruplarına göre tükettikleri fast food ürünleri+

**Table 12.** Fast food products consumption based on consumer income group

Fast Food Ürünleri	1. Grup (2600 TL ve altı)	2. Grup (2601-3600 TL)	3. Grup (3601-4600 TL)	4. Grup (4601-5600 TL)	5. Grup (5601 TL'nin üzeri)	Genel	Kruskal Wallis	p
Patates kızartması	2.36	2.02	2.27	2.20	2.05	2.17	5.094	0.278
Köfte	1.93	1.90	2.21	2.05	2.20	2.08	6.855	0.144
Tatlı	2.17	1.95	2.15	2.18	1.99	2.08	1.927	0.749
Lahmacun/Pide**	1.81	1.93	1.92	1.96	2.19	1.99	10.137	0.038
Döner***	1.93	1.83	2.21	1.98	1.93	1.98	8.987	0.061
Pizza	1.95	1.73	1.87	1.95	1.83	1.86	4.384	0.357
Hamburger/Cheeseburger vb.**	1.90	1.59	1.92	2.04	1.74	1.84	9.935	0.042
Kebab	1.60	1.73	1.94	1.77	1.84	1.79	7.716	0.103
Çiğ köfte	1.81	1.54	1.79	1.77	1.63	1.70	3.959	0.412
Soğuk Sandviç/Tost	1.60	1.76	1.71	1.66	1.65	1.67	1.307	0.860
Ekmek arası balık	1.52	1.54	1.77	1.61	1.65	1.63	4.598	0.331
Kokoreç	1.40	1.27	1.54	1.54	1.49	1.46	4.628	0.328
İşlenmiş tavuk ürünleri	1.52	1.29	1.58	1.45	1.35	1.43	7.191	0.126
Soğan halkası	1.33	1.41	1.44	1.43	1.24	1.36	7.235	0.124
Kumpir	1.31	1.37	1.23	1.45	1.36	1.35	3.826	0.430

1:Hiç 2:Ayda 1-2 kez 3:Haftada 1-2 kez 4: Haftada 3-5 kez 5:Her gün

+Likert ölçek ortalamasıdır. Kruskal Wallis testine göre gruplar arasındaki fark \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.10 için anlamlıdır.

### **Tüketicilerin eve sipariş verdikleri ya da paket yaptırıp evde tükettikleri fast food ürünleri**

Ankete katılan tüketicilerin %63.1'i fast food ürünlerini eve sipariş verdikleri ya da paket yaptırıp evde yedikleri belirlenmiştir. Kadın tüketicilerin %59.1'i, erkek tüketicilerin ise %63.1'i fast food ürünlerini eve sipariş verdikleri ya da paket yaptırıp evde tükettikleri saptanmıştır. Erkek tüketicilerin fast food ürünlerini eve sipariş verme ya da paket yaptırma oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Tüketiciler ayda bir-iki kez pizza, lahmacun/pide ve çiğ köfte ürünlerini eve sipariş vermekte ya da paket yaptırıp evde tüketmektedir. Tüketiciler tarafından diğer ürünler hiç eve sipariş verilmemekte ya da paket yaptırıp evde tüketilmemektedir. Çalışan tüketicilerin %65.5'i, çalışmayan tüketicilerin ise %59.0'u fast food ürünlerini eve sipariş vermekte ya da paket yaptırıp evde yemekteler. Çalışan tüketicilerin daha çok sipariş verdikleri ya da paket yaptırdıkları söylenebilir. Hem çalışan hem de çalışmayan tüketicilerin ayda bir-iki kez eve sipariş verdikleri ya da paket yaptırıp evde yedikleri ürün pizza iken; hiç sipariş verilmeyen ürün kumpirdir.

Fast food ürünlerini en çok eve sipariş veren ya da bu ürünleri paket yaptırıp evde yiyen tüketiciler 1. gruptaki 30 yaş altı tüketiciler (%77.6) olarak bulunmuştur. Ayrıca, 2. gruptaki (30-39 yaş) tüketiciler hariç, yaş yükseldikçe fast food ürünlerini eve sipariş verme ya da paket yaptırıp evde yeme oranı azalmaktadır. Tüketicilerin yaşlarına göre fast food ürünlerini eve sipariş verme durumlarındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur  $\chi^2(3, N=271)=13.947, p=0.00$ . 30 yaşın altındaki ve 30-39 yaş aralığındaki tüketiciler fast food ürünlerinden pizzayı ayda bir-iki kez eve sipariş verdikleri ya da paket yaptırıp evde tükettikleri belirlenmiştir. 40-49 yaş aralığında ve 50 yaş ve üzerinde olan tüketiciler ayda bir-iki kez lahmacun/pide ürünlerini eve sipariş vermekte ya da paket yaptırıp evde yemekteler.

Gelir gruplarına göre incelendiğinde; 1. gruptakilerin (2600 TL/ay altında) %64.3'ü, 2. gruptakilerin (26001-3600 TL/ay) %58.5'i, 3. gruptakilerin (36001-4600 TL/ay) %57.7'si, 4. gruptakilerin (4601-5600 TL/ay) %71.4'ü ve 5. gruptakilerin (56001 TL/ay ve üzeri) %62.5'i fast food ürünlerini eve sipariş verdiği yada paket yaptırıp evde yediği saptanmıştır. Tüm gelir gruplarındaki tüketiciler ayda bir-iki kez eve pizza sipariş vermekte ya da paket yaptırıp evde tüketmekte iken, kumpir hiç sipariş verilmemektedir. 2. ve 3. gruptaki tüketiciler hariç, gelir arttıkça lahmacun/pide ürünlerini eve sipariş verme ya da paket yaptırıp evde tüketme oranı artmaktadır.

### **Tüketicilerin Tercih Ettikleri Fast Food Markaları**

Ankete katılan tüketicilerin sırasıyla en çok tercih ettikleri markalar; Burger King, Konyalı, Bay Döner, Pizza (Terra) Pizza, Köfteci Ramiz, Dominos Pizza, Mc Donalds, Battalbey, KFC, HD İskender, Subway ve ARBYS olduğu saptanmıştır. 30 yaş altındaki 1. gruptaki tüketiciler 3.25 ortalama ile bazen Burger King'i tercih ederken, 2. ve 3. gruptaki tüketiciler nadiren tercih etmekte, 4. gruptaki tüketiciler ise hiç tercih etmemektedir. Mc Donalds 1. gruptaki daha genç tüketiciler tarafından bazen tercih edilmekte; daha yaşlı olan 4. gruptaki tüketiciler tarafından ise hiç tercih edilmemektedir. Tüm gruptaki tüketiciler tarafından Subway ve ARBYS hiç tercih edilmeyen fast food markalarıdır. Gelir seviyesi en düşük olan 1. gruptaki tüketiciler bazen Burger King'i tercih ederken, diğer gelir gruplarındaki tüketiciler nadiren Burger King'i tercih etmektedirler. En yüksek gelir seviyesine sahip olan 5. gruptaki tüketiciler diğer gruplara oranla Konyalı'yı daha sık tercih etmektedirler. 1. ve 3. gruptaki tüketicilerin en az tercih ettikleri marka Subway iken, 2.. 4. ve 5. gruptaki tüketicilerin en az tercih ettikleri marka ARBYS'dir. Goubraim and Chakor (2015) çalışmalarında en çok tercih edilen markanın Mc Donalds olduğunu, bunu Pizza Hut ve KFC izlediğini saptamışlardır. Habib et al. (2011) tarafından Malezya'da yapılan bir araştırmada en çok tercih edilen markanın KFC olduğu belirlenmiştir.

### **Tüketicilerin Marketlerden Fast Food Ürünlerini Satın Alma Nedenleri ve Satın Aldıkları Fast Food Ürünleri**

Tüketicilerin %45.0'inin marketlerde satılan fast food ürünlerini satın aldıkları belirlenmiştir. Kadın tüketicilerin %44.7'si ve erkek tüketicilerin %45.5'i marketlerde satılan fast food ürünlerini satın aldıkları saptanmıştır. Tüketicilerin cinsiyetlerine göre marketlerde satılan fast food ürünlerini satın alma durumları

açısından farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır  $\chi^2 (1, N=271)=0.021, p=0.886$ . Çalışan tüketicilerin %56.7'si, çalışmayan tüketicilerin ise %52.0'si marketlerde satılan fast food ürünlerini satın almamaktadır. Tüketicilerin çalışma durumları açısından marketlerde satılan fast food ürünlerini satın alma durumları arasında farklılık istatistiksel olarak anlamlı değildir  $\chi^2 (1, N=271)=0.569, p=0.45$ . 30 yaşın altındaki 1. gruptaki tüketicilerin büyük bir çoğunluğunun (%62.7) marketlerde satılan fast food ürünlerini satın aldıkları belirlenmiştir. 2. gruptaki tüketicilerin %51.9'u, 3. gruptaki tüketicilerin %34.8'i ve 4. gruptaki tüketicilerin %27.9'u marketlerde satılan fast food ürünlerini satın aldığını belirtmiştir. Tüketicilerin yaşlarına göre marketlerde satılan fast food ürünlerini satın alma durumları açısından gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur  $\chi^2 (3, N=271)=19.950, p=0.00$ . Tüketicilerin yaşı yükseldikçe marketlerde satılan fast food ürünlerini satın alma oranı azalmaktadır. Gelir seviyesi en düşük olan 1. gruptaki tüketicilerin çoğunluğu (%57.1) ve 3601-4600 TL arasında gelire sahip olan 3. grubun çoğunluğu (%51.9) marketlerden fast food ürünlerini satın alırken, diğer grupların çoğunluğu bu ürünleri satın almamaktadırlar. Gruplar arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır  $\chi^2 (4, N=271)=5.530, p=0.24$ . Tüketicilerin marketlerden fast food ürünlerini satın almalarında en önemli gördükleri nedenler beşli likert ölçeği (1: Kesinlikle etkisiz 2: Etkisiz 3: Ne etkili ne etkisiz 4: Etkili 5: Kesinlikle etkili) kullanılarak değerlendirilmiş, likert ölçek ortalaması hesaplanmıştır. Tüketicilerin, marketlerden fast food ürünlerini satın almalarında en önemli gördükleri nedenler hazırlama kolaylığı (4.18 puan) ve zamandan tasarruf sağlamasıdır (4.07 puan). Bunları sırasıyla lezzetli olması (3.35 puan), farklı ürünler yeme isteği (3.12 puan), çeşidin çok olması (2.76 puan), fiyatının uygun olması (2.73 puan), doyurucu ürünler olması (2.70 puan), alışkanlık olması (2.51 puan) ifadeleri izlemektedir. Marketlerde satılan fast food ürünlerinin kalitesi (2.43 puan), aile bireyleri tarafından dondurulmuş ürünlerin sevilmesi (2.30 puan), güvenilir olması (2.19 puan) ve etiket bilgilerinin tam ve güvenilir olması (2.17 puan), bu ürünlerle ilgili reklam ve promosyonların yapılması (2.03 puan) ve yemek yapmayı bilmeme (1.84 puan) ifadeleri bu ürünleri satın alan tüketiciler tarafından etkisiz nedenler olarak görülmektedir.

Tüketicilerin ayda bir-iki kez marketlerden tatlı, pizza, dondurulmuş patates, köfte, döner, çiğ köfte, nugget/shnitzel vb. fast food ürünlerini satın aldıkları görülmektedir. Marketlerden hiç satın almadıkları fast food ürünleri ise soğan halkası/kroket, hamburger köftesi, balık ürünleri, lahmacun/pide ve soğuk sandviçler (Çizelge 13). Bektaş vd. (2010) yılında yaptıkları araştırmada tüketicilerin daha çok pizza, dondurulmuş patates, köfte ve dondurulmuş et ve et ürünlerini marketlerden satın aldıklarını belirlemişlerdir.

#### Çizelge 13. Tüketicilerin marketlerden satın aldıkları fast food ürünleri+

**Table 13.** Fast food products purchased at markets

Ürünler	Genel
Tatlı	2.39
Pizza	2.25
Dondurulmuş patates	2.15
Köfte	1.87
Döner	1.85
Nugget/Schnitzel vb.	1.83
Çiğ köfte	1.77
Soğan halkası/Kroket	1.43
Hamburger köftesi	1.39
Balık ürünleri	1.35
Lahmacun/Pide	1.29
Soğuk Sandviç	1.17

1:Hiç 2:Ayda 1-2 kez 3:Haftada 1-2 kez 4: Haftada 3-5 kez 5:Her gün

+Likert ölçek ortalamasıdır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmada, her yaş grubundan ve her kesimden fast food tüketen tüketicilerin olduğu belirlenmiştir. Yaşam koşullarının değişmesi ile birlikte uzayan iş saatleri, bayanların çalışma hayatında yoğun bir şekilde olmaları fast food tüketimini giderek arttırmaktadır. Özellikle, genç yaştaki tüketiciler tarafından daha sık tüketilen fast food ürünlerinin tüketiminin sıklaşması pek çok sağlık sorununa neden olabilmektedir. Ancak, fast food tüketiminin zararlarının uzun vadede ortaya çıkmasından ya da yeteri kadar önemsenmemesinden dolayı, aslında zararlı olduğu herkes tarafından bilindiği halde tüketilmeye devam edilmektedir. Bu durumun olumlu yönde değişmesi için bir dizi önlemler alınmalıdır. Bu önlemlerden en önemlisi, gençlerin sağlıklı beslenmeye yönlendirilmesi için çalışmalar yapılmasıdır. Özellikle okul kantinlerinde fast food ürünleri yerine ev yemeklerinin yapılması ve ev yemeklerinin, daha çok ön planda tutulması ya da özendirilmesi konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Üniversitelerin yakınlarına fast food restoranları yerine ev yemekleri yapan restoranlar açılmalı ve sağlık beslenme bilinci konusunda gençleri teşvik edecek çalışmalar yapılmalıdır.

Tüketim alışkanlıklarında çevrenin, özellikle ailenin ve arkadaşların etkisinin önemli ölçüde olduğu unutulmamalıdır. O nedenle ailelerin bilinçlendirilmesi yönünde çalışmaların yapılması sağlanmalı, sağlıklı beslenme yaşam tarzı haline getirilmelidir. Aileler, çocukları ile birlikte mümkün olduğunca sağlıklı beslenmelidir. Çocuklarda “fast food ürünleri büyükler tarafından yenebilir” algısı yaratılmamalıdır. Fast food ürünlerinin neden ve ne şekilde herkes için zararlı olduğu anlatılmalıdır. Ayrıca fast food ürünleri, çocukları ödüllendirme amaçlı kullanılmamalıdır.

Fast food tüketiminin kaçınılmaz olduğu günümüz koşullarında, fast food tüketimi üzerine yapılan çalışmalar tüketicilerin tüketim alışkanlıkları konusunda farkındalık yaratarak daha sağlıklı fast food ürünlerine yönlendirilmesi sağlanabilir. Örneğin, fast food hazırlanırken kullanılan malzemelerin (ev köftesi, mayonez, keçap, ekme vb.) ev yapımı ve doğal ürünlerden yapılmış olmasına özen gösterilmelidir. Fast food ürünleri ile birlikte gazlı içecekler tüketmek yerine ayran tüketilebilir ya da öğünlerde içecek ve patates kızartması içeren menüler yerine ürün tek başına tercih edilebilir. Diğer bir taraftan, fast food tüketilmek istendiğinde fast food ürünleri, zaman yaratılarak dışarıdan almak yerine evde hazırlanabilir.

Daha sağlıklı fast food ürünleri sunan yerel restoranlar, global ölçekteki fast food markaları ile rekabet edebilmesi için devlet tarafından desteklenmelidir. Ayrıca bu restoranlar, markalaşma konusuna önem vermelidir. Yerel restoranların işletme amblemleri olmalı, ürünlerini daha çarpıcı şekilde sunmalı ve tüketicilere eve servis, internet üzerinden servis gibi imkanlar sağlanmalıdır. Özellikle genç tüketicilere ulaşabilmek adına sosyal medya sitelerinde reklam yapılarak ürünler tanıtılmalıdır. Tüketicilerin gözünde prestij ve marka algısı yaratılmalıdır. Özellikle gençlerin reklamlardan etkilendiği görülmektedir. Bu nedenle fast food markalarının reklamlarına denetim getirilebilir ve bu reklamların okul çevrelerinden uzaklaştırılması sağlanabilir. Daha sağlıklı ürünlerin reklamlarına ya da sağlıklı yaşamı özendirmeye yönelik reklamlara yer verilmelidir. Fast food restoranlarının denetimleri sıklaştırılmalıdır. Ürünlerin üretiminde belli standartların sağlandığından emin olmalıdır. Davranış değişikliği hedefleyen müdahalelerde alternatif olarak sunulacak yeni ürünler tüketicilerin istekleri ve ihtiyaçları göz önüne alınarak geliştirilmelidir. T.C. Sağlık Bakanlığı, T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, üniversiteler ile ortak projeler hazırlanarak sağlıklı beslenme konusunda öğrenciler, aileler, öğretmenlerin bilinçlendirilmesi sağlanmalıdır. Bu konuda farkındalık yaratacak toplantılar yapılması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmalar doğrultusunda, sağlıklı gelecek nesiller yetiştirebilmek adına bu konuda farkındalık yaratılarak, başta gençler olmak üzere herkesin daha sağlıklı ürünlere yönlendirilmesinin sağlanabileceği eğitim programları ile tüketicilere ışık tutulacaktır.

## KAYNAKLAR

- Akbay, C., G. Y. Tiryaki & A. Gul, 2007. Consumer characteristics influencing fast food consumption in Turkey. *Food Control*, 18 (8): 904-913.
- Anıl, M., O. Kılıç, D. Başkaya, M. Dinçer & G. Aydın, 2011. Samsun ondokuz mayıs üniversitesi öğrencilerinin fast - food tipi beslenme alışkanlığı. *Samsun Sempozyumu 2011*, 1-6 (<https://www.researchgate.net/publication/331150131>).
- Aruppillai, T. & P. M. G. Phillip, 2015. An analysis of consumers' buying behaviour and its determinants of fast food in Sri Lanka. *International Journal of Economics and Finance*, 7 (9): 112-119.
- Bektaş, Z.K., B. Miran, Ö.K. Uysal, C. Günden & M. Cankurt, 2010. Dondurulmuş gıda ürünlerine yönelik tüketici tercihleri: İzmir ili örneği, *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 47 (3): 211-221.
- Brandz., 2019. Top 100 most valuable global Brands 2019. ([https://www.brandz.com/admin/uploads/files/BZ\\_Global\\_2019\\_WPP.pdf](https://www.brandz.com/admin/uploads/files/BZ_Global_2019_WPP.pdf)) (Erişim Tarihi: 27.11.2020).
- Canbolat, E. & F.Ç. Çakıroğlu, 2016. Üniversite öğrencilerinin fast-food tüketim alışkanlıkları. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 4 (26): 473-481.
- Davies, G. J. & J. L. Smith, 2004. Fast food: dietary perspectives. *Nutrition & Food Science*, 34 (2): 80-82.
- Frank, B., 2012. The formation of consumer attitudes and intentions towards fast food restaurants How do teenagers differ from adults?. *Managing Service Quality: An International Journal*, 22 (3): 260-282.
- Ghoochani, O.M., R. Torabi, M. Hojjati & M. Ghanian, 2018. Factors influencing Iranian consumers' attitudes toward fast-food consumption. *British Food Journal*, 120 (2): 409-423.
- Goubraim, N. & A. Chakor, 2015. Impact of fast food on the socio-economic behavior of the Moroccan consumer: A study of the influencing factors. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*, 17 (6): 37-45.
- Goyal A. & N.P. Singh, 2007. Consumer perception about fast food in India:an exploratory study. *British Food Journal*, 109 (2):182-195.
- Görkem, O., 2015. Franchising sistemi uygulanan fast food işletmelerinde örgütsel bağlılık: Denizli örneği. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 7 (1): 267-279.
- Habib FQ., R.A. Dardak & S. Zakaria, 2011. Consumers' preference and consumption towards fast food: evidences from Malaysia. *BMQR*, 2 (1): 14-27.
- Heidal, K. B., S. E. Colby, G.T. Mirabella, K. Al-Numair, B. Bertrand & K.H. Gross, 2012. Cost and calorie analysis of fast food consumption in college students. *Food and Nutrition Sciences*, 3 (7): 942-946.
- Islam N. & G.M. Shafayet Ullah, 2010. Factors affecting consumers' preferences on fast food items in Bangladesh. *The Journal of Applied Business Research*, 26 (4): 131-146.
- İpek, R., 2019. Satın Alma Davranışlarında Tutumun Etkisi: Lise ve Üniversite Öğrencilerinin Fast Food Tüketim Alışkanlıkları Üzerine Bir Araştırma. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yayınlanmamış) Yüksek Lisans Tezi, Konya, 114 s.
- Kalaycı, Ş., 2014. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayıncılık, ISBN: 975-9091-14-3. 426 s.
- Kayısoğlu, S. & A. İçöz, 2012. Eğitim düzeyinin fast-food tüketim alışkanlığına etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (2): 16-19.
- Korkmaz, S., 2005. Fast food (hızlı yemek) pazarında rekabetçi stratejilerin etkinliği üniversite gençliğinin tercihlerinin analizi. *Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi* 2: 22-39.
- Koşum, T., 2019. İstanbul İli Kent Merkezinde Tüketicilerin Fast Food Tüketim Alışkanlıkları, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, (Yayınlanmamış) Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş, 51 s.
- Lassen, A. D., C. Lehmann, E.W. Andersen, M. N. Werther, A. V. Thorsen, E. Trolle, G. Gross, & I. Tetens, 2016. Gender differences in purchase intentions & reasons for meal selection among fast food customers-opportunities for healthier and more sustainable fast food. *Food Quality and Preference*, Vol. 47: 123-129.
- Mirkarimi, K., M. Mansourian, M. J. Kabir & R. B. Ozouni, 2016. Fast food consumption behaviors in high-school students based on the theory of planned behavior (TPB). *International Journal Pediatrics*, 4 (7): 2131-2142.
- Newbold, P., 1995. *Statistics for Business and Economics*. Prentice Hall International Editions, 867 p.



- Prabhavathi, Y., NT. Krishna Kishore & M. Ramesh Kumar, 2014. Consumer preference and spending in Indian fast food Industry. International Journal of Scientific and Research Publications, 4 (2): 1-5.
- Rasool, Z.S., 2017. Fast Food Consumption Behaviour of Consumers in Northern Region of Iraq. Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Graduate School of Natural and Applied Science, (Unpublished) Master Thesis, Kahramanmaraş, 71 s.
- Sağlıker, M., 2010. Tüketicilerin Tüketime Hazır Gıda Ürünleri Tercihinde Ekili Faktörler: Adana İli Örneği. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Ekonomisi Ana Bilim Dalı, (Yayınlanmamış) Yüksek Lisans Tezi, Adana, 61 s.
- Tengiz, Z.M., 2018. Üniversite Öğrencilerinin Fast Food Tüketimine Yönelik Tutum ve Davranışlarının Değerlendirilmesi. Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü (Yayınlanmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 93 s.
- TÜİK, 2016. Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları. Merkezi Dağıtım Sistemi (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>) (Erişim Tarihi: 30.09.2017).
- TÜİK, 2020. Türkiye Sağlık Araştırması 2019. Haber Bülteni, Sayı: 33661.
- Uğur, U., 2018. Gençlerin fast food tüketimlerinin sembolik tüketim kapsamında değerlendirilmesi: Sivas ilinde bir araştırma. Akademik Bakış Dergisi 67: 1-9.
- Ukonu, I. C., 2016. The effect of fast food globalisation on students' food choice. Business and Industrial Engineering, 10 (7): 2331-2344.
- Veuphuteh, F. M., 2018. Gıda Kalitesi, Sağlık Bilinci ve Fiyat Duyarlılığının, Fast- Food Satın Alma Niyetine Etkisi: Türkiye ve Kanada'daki Tüketicilerin Karşılaştırması. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı, Pazarlama Bilim Dalı, (Yayınlanmamış) Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 187 s.





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):135-145

<https://doi.org/10.20289/zfdergi.850123>

Nursevil YUCA<sup>1</sup>

Feran AŞUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve  
Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı  
Bölümü, 65040, Tuşba, Van, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[nursevilyuca@yyu.edu.tr](mailto:nursevilyuca@yyu.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Karayolu peyzajı,  
görsel peyzaj, Van Yüzüncü Yıl  
Üniversitesi.

**Keywords:** Highway landscape, Visual  
landscape, Van Yüzüncü Yıl University.

# Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi-Ferit Melen Havaalanı karayolu güzergahı örneğinde görsel peyzaj kalite değerlendirilmesi

Visual landscape quality assessment in the example  
of Van Yüzüncü Yıl University-Ferit Melen Airport  
highway route

Received (Alınış): 30.12.2020

Accepted (Kabul Tarihi): 23.07.2021

## ÖZ

**Amaç:** Çalışmada, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi-Ferit Melen Havalimanı karayolu boyunca farklı peyzajları temsil eden görüntülerin görsel peyzaj kalitesinin belirlenmesi, karayolu peyzaj planlamasına altlık oluşturulması amaçlanmıştır.

**Materyal ve yöntem:** Çalışmada literatür taraması, yol güzergah analizi, veri temini, güzergah fotoğrafçılığı, görsel peyzaj kalite değerlendirme parametrelerinin belirlenmesi, foto-anket hazırlanması ve anket sonuçlarının analizi yapılmıştır. Anket sonuçlarının belirlenmesinde SPSS 20.0 istatistik programı kullanılmıştır. Likert ölçeğinde 1 ile 5 arasında bir değer vermek üzere sorulan sorularla beğeni düzeyini belirlemek için aritmetik ortalama değerleri verilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Akademisyen ve öğrenci gruplarına uygulanan anket değerlendirmelerinden elde edilen sonuçlar her iki grup açısından yer yer değişse de görsel peyzaj tercihlerinde genel olarak benzer bir yönelim olduğu ortaya çıkmıştır.

**Sonuç:** Çalışmada, bir karayolunun görsel peyzaj yapısının güzel, çeşitli, tatmin edici, düzenli, açık ve güvenilir olması durumunda, bir otoyolun peyzaj değerinin eşit derecede kaliteli olduğu ortaya konmuştur.

## ABSTRACT

**Objective:** In the study, it was aimed to determine the visual landscape quality of the images representing different landscapes along the Van Yüzüncü Yıl University-Ferit Melen Airport highway and to form a base for the highway landscape planning.

**Material and method:** The study conducted literature screening, road route analysis, data supply, route photography, visual landscape quality evaluation parameters, photo-survey preparation and analysis of survey results. The SPSS 20.0 statistical program was used to determine the results of the survey. The Likert scale provides arithmetic averages to determine the likes level with questions asked to give a value 1 and 5.

**Results:** Although the results from the survey assessments applied to academician and student groups vary from both groups, visual landscape preferences have generally shown a similar orientation.

**Conclusion:** In the study, it was found that the landscape value of a highway is equally good in the event that the visual landscape structure of a highway is beautiful, diverse, satisfying, tidy, open and reliable.

## GİRİŞ

Karayolları, yaşam alanlarını birbirlerine bağlantısını sağlamak için insan ürünü yapılar olduğu için ekosistemde doğal olmayan bir varlık sayılmaktadır (Ergen, 1981). Kentlerin konumu, nüfusu ve yönetsel ihtiyaçlar ve aralarındaki mesafeler kara yollarının yönünü, genişliğini ve kullanan araçların sayısını belirlemektedir. Karayolu güzergahı belirlendikten sonra, yol imarı için yapılan kazı ve dolgu çalışmaları, doğal peyzajda olumsuz etkilere yol açarak, flora ve fauna üzerine baskılar yapmaktadır. Bu nedenle karayolu yapım işlemlerinde dikkat edilmesi gerekenler trafik akışı yanında estetik değerlendirmenin ve süreklilik arz eden bir peyzajın planlamasıdır. Yol yapım çalışmasından önce uygulanacak peyzaj planlamasıyla, doğayı korumakla birlikte seyahat eden kişilere güzel bakış açısı içerisinden geçiş imkanı sağlanmaktadır (Köseoğlu, 1980; Altunkasa, 1998).

Karayolu, içinden geçtiği peyzajı etkileyerek çevreyi oluşturan tüm doğal varlıklarla devamlı bir etkileşimde bulunan bir yapıdır. Karayolunun doğal çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkiler Ünal (1993), Yardım ve Peker (1993)'e göre genel olarak: (1) trafik gürültüsü kirliliği, (2) görsel çirkinlik oluşturma, (3) hava kirliliği oluşturma, (4) tarımsal alanlar üzerine etkiler, (5) koruma alanları üzerindeki etkiler, (6) ekolojik etkiler, (7) yapım aşamasında oluşan bozulma ve yaralanmalar ve (8) yaya ve bisikletlilerin oluşturduğu etkiler şeklinde sıralanmaktadır (Karahan, 2003).

Ulaşım alanında gerçekleşen uygulamaların mevcut durumu, karayolu peyzajı ve geliştirilmesi ile ilgili yapılan birçok araştırma mevcuttur. Köseoğlu (1980), Spellerberg ve Morrison (1998) 'e göre karayollarında bulunan köprü, menfez, tünel, alt ve üst geçitler gibi yapılar bir yandan doğal yapıyı bozarak flora ve faunayı etkilerken diğer yandan da görsel açıdan olumsuzluklara yol açmaktadır. Diğer taraftan araştırmalar sadece yön ve trafik işaret levhalarından oluşan bir karayolunda seyahat eden sürücülerin hata yaptıklarını ortaya çıkarmıştır. Amerika'da yapılan bir çalışmada ise sürücülerin %60' ı işaret levhalarını yetersiz ve kafa karıştırıcı bulmuşlardır (Alexander & King, 1967). Bu gerçek, aslında otoyolda görsel peyzaj kaynaklarının hem estetik amaçlı hem güvenlik nedeniyle önem taşıdığını kanıtlamaktadır. Caf (2014), çalışmasında Bingöl-Erzurum D950 karayolu güzergâhındaki koridorları tespit etmiş ve bu koridorların peyzaj karakterlerini belirleyerek güzergâhın görsel peyzaj kalitesini ortaya koymuştur. Sezen vd. (2019) kent içi yol ağaçlarının sonbahar renk etkilerinin görsel kalite analizini tespit etmek amacı ile Erzurum'da ana cadde niteliğinde 15 farklı kent içi yolu araştırma materyali olarak seçmişlerdir. Sonuçta Kent içi yol ağaçları açık-yeşil alanlar içerisinde cadde, bulvar ve refüjlerde kent ortamına estetik ve işlevsel katkılar sağladığını ortaya koymuşlar. Karahan (2003)'e göre Ulaşımın önemli bir oranını sağlayan karayolları ve bugünkü değişen profili ile otoyollar, günden güne ilerleyen bilim ve teknolojinin öncülüğünde işlevsel ve estetik anlamda gelişmektedirler.

Arazi yapısının değişken olmasından dolayı, ülkemizdeki karayolların doğal ve kültürel peyzajında önemli görsel ve ekolojik değişimler ortaya çıkmaktadır. Yol yapım çalışmaları başladığı zaman, güzergahın belirlenme aşamasında doğal verilerle ele alınırsa olumsuz etkilerin seviyesi düşürülerek, en yüksek görsel kalite elde edilir. Bunlar yapılmadığı takdirde yolun geçtiği bölgede mevcut olan görsel kaynakların ve bozulan ekolojik yapının tekrardan yerine getirilmesi imkânsız veya çok güç olacaktır. Ulaşım peyzajlarından konforlu olması, emniyetli bir güzergah oluşturulması, monoton olmayan kaliteli görsel peyzajların sunması ve karayolunu teşvik edici nitelikte olması beklenen özelliklerdir.

Görsel peyzaj değerlendirmelerinde uzman temelli çalışmalarda alanının fiziksel özelliklerini saptamak için genellikle puanlama yöntemi kullanılmaktadır. Bu amaç doğrultusunda hazırlanan görsel peyzaj sörveyinden belirli kriterlere göre görsel peyzaj kalitesi, belirlenen alanların fiziksel özellikleri, tasarım elemanları ve ilkeleri kapsamında değerlendirilir (Aksakal, 2019). Bu çalışmada Van YYÜ-Ferit Melen havaalanı arasındaki karayolu ve yakın çevresinin görsel peyzajı, yolu kullananlarda yarattığı etkileri puanlandırma yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışmanın bu karayolunda gerçekleştirilmesinin nedeni, kent yerleşimi, coğrafi konumu ve üniversitenin konumu nedeniyle kampüs dışında yaşayan öğrencilerin ve akademik personel ile idari personelin üniversiteye ulaşmak için yaklaşık her gün 15-18 km'lik uzunluğu

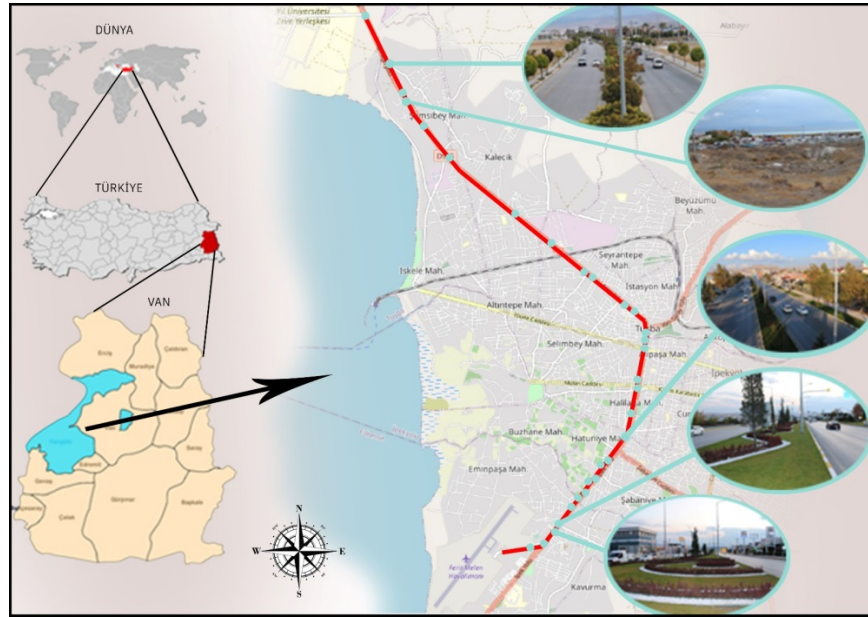
olan bu karayolunu kullanmalarıdır. Yapılan analizler sonuçlarına göre karayolu üzerindeki görsel peyzaj kalitesinin bu yolu sık kullananların algılarında yarattığı olumlu ve olumsuz etkilerin çevresel yönetiminde oynayacağı roller belirlenecektir. Bu bağlamda peyzajın görsel kalite yapısı ve ölçütler karayolu peyzajları ile ilgili kararlar alınırken planlamaya dahil edilmesinin gerekliliği de ortaya çıkmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Bu araştırma, T.C. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Yayın Etik Kurulu tarafından 15/12/2020 tarihli, 86196 sayılı belge numarasıyla onay almıştır

Çalışmanın temel ve yardımcı materyalleri; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (Van YYÜ)-Ferit Melen Havaalanı arasındaki 18 km'lik karayolu, konuya ve alana ilişkin literatür, hazırlanan foto-anket formu, alandan çekilen fotoğraflar, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, mimarlık ve Tasarım Fakültesinden anket çalışmasına katılmayı kabul eden kişiler (akademisyen ve öğrenciler), SPSS 20.0 (Statistical Package for the Social Sciences) istatistik programından oluşmaktadır. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi (Van YYÜ)-Ferit Melen Havaalanı arasındaki karayolunu daha çok akademisyenler ile öğrencilerin kullanmasından dolayı anket örneklemimiz bu gruplara uygulanmıştır.

Van ili Anadolu'nun en büyük kapalı havzası olan Van Gölü havzasında yer bulunmaktadır. İl merkezi olan Van Dünya'nın hâlâ yaşanılan en eski kentlerindendir. İklimi karasal iklim olup bitki örtüsü bozkırdır. Yıllık sıcaklık ortalaması 9°C'dir. Yılın en soğuk ayı sıcaklık ortalaması -3.5°C, en sıcak ayı sıcaklık ortalaması 22°C'dir. Yılın yaklaşık 90 günü kar örtüsü yerde kalabilmektedir. Ülkenin en çok güneş gören yerlerinden biridir (Yılmaz vd., 2019). Van Yüzüncü yıl Üniversitesi toplam nüfusu 1.136.757'i aşarak Türkiye'nin en kalabalık on dokuzuncu şehrinde yer almaktadır. Yaklaşık 30.000 öğrencisi bulunan Üniversite Van Gölü'nün kuzey kıyısında ve Erciş yolu 15. km'de yerleşmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı coğrafi konumu.

Figure 1. Geographical location of working area.

Çalışma alanına ve konusuna yönelik literatür incelemesinde görsel peyzaj kalite değerlendirmesi ve karayolları peyzajına ilişkin literatür incelenmiştir. Foto- anket yöntemi kullanımında karayolu peyzajına dair görsel peyzaj kalite değerlendirmesinde parametrelerin belirlenmesinde yararlanılan çalışmalar Çizelge 1'de yer almaktadır.

**Çizelge 1.** Parametrelerin belirlenmesinde yararlanılan çalışmalar**Table 1.** Studies used for determining parameters

Parametreler	Yazarlar	Anket Grubu
Düzenli- karmaşık, açık- kapalı, bakımlı- bakımsız, basit- çeşitli, doğal elemanlar baskın- yapısal elemanlar baskın	Çakıcı (2007)	Uzman Kullanıcı
Bitkisel çeşitlilik, doğal manzara etkisi, orman ve çayır-mera varlığı, etkili su ögesi, dağ manzarası, tarihi ve arkeolojik değerler, kırsal yerleşim öğelerine sahip olma, etkili jeomorfolojik öğelerin varlığı, renk etkisi/canlılık, orijinallik/özgünlük, heyecan ve güven vericilik.	Irmak ve Yılmaz (2010)	Kullanıcı
Doğallık, çeşitlilik, uyum, açıklık, gizem, perspektif, güven, düzen, rekreasyon değeri	Özhancı ve Yılmaz (2011)	Kullanıcı
Ritim, tekrar, denge, oran, vurgu, armoni, beğeni	Dinçer (2011)	Uzman Kullanıcı
Manzara, uyum, doğallık, bakım, açıklık, düzen, hareket, heyecan verici, güven	Elinç (2011)	Kullanıcı
Doğallık, çeşitlilik, Açıklık, Karmaşıklık, Gizem, Güven, Düzen, manzara güzelliği	Çelik (2013)	Uzman Kullanıcı
Doğal-yapay eleman, uyumlu- uyumsuz, bakımlı -bakımsız, açık- kapalı, düzenli-düzensiz, güvenli -güvensiz, manzara güzelliği	Gültürk (2013)	Uzman Kullanıcı
Doğallık, çeşitlilik, gizem, manzara güzelliği, uyum, ilginçlik, güven, canlılık, heyecan verme ve özgünlük	Caf (2014)	Kullanıcı
Doğallık, karmaşıklık, tutarlılık, görüntü, rahatsızlık, mevsimsellik, ölçü, yönetilebilirlik, tarihselik	Aytaş ve Uzun (2015)	Uzman Kullanıcı
Doğallık, çeşitlilik, uyum, açıklık, gizem, perspektif, arazi şekli, manzara ve rekreasyon değeri	Benliay vd. (2015)	Uzman Kullanıcı
Canlılık, peyzaj çeşitliliği, doğallık, uyum/harmoni, etkileycilik ve gizemlilik	Düzgüneş ve Demirel (2015)	Uzman
Uyum, okunabilirlik, etkili su ögesi varlığı, açıklık, düzen, güvenilirlik, orijinallik, manzara güzelliği ve tarihi doku	Kiper ve Cengiz (2016)	Kullanıcı
Doğallık, uyum, okunabilirlik, arazi şekli, rekreasyonel değer, manzara güzelliği, mekânsal karakteristikler	Kiper vd. (2017).	Uzman Gözlemci

Çalışma kapsamında hazırlanan anket formunun ilk bölümü ulaşılabılır örneklem büyüklüğü yöntemiyle belirlenen akademisyen grubunda 26 kişi ve öğrenci grubunda 51 kişinin demografik özelliklerini (yaş, cinsiyet, eğitim, meslek ve gelir durumu) belirlemeye yöneliktir. Akademisyen grubunu; Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mimarlık Bölümü öğretim üyeleri ve Peyzaj Mimarlığı Bölümü araştırma görevlileri, Doktora öğrencilerinden oluşmuştur. Öğrenci grubu ise Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tasarım ve Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü öğrencileri ile Şehir ve Bölge Planlama öğrencileri oluşturmuştur. Akademisyen grubu 19 kişi öğretim üyeleri, 7 kişi araştırma görevlileri ve Doktora öğrencilerinden oluşurken, öğrenci grubu 19 kişi Yüksek Lisans ve 32 kişi Lisans öğrencilerinden oluşmuştur. İkinci bölümü ise bu kişilerin Van YYÜ-Havaalanı arası karayolu peyzajının görsel kalitesine yönelik yargılarını saptamak üzere likert ölçeğinde 1 ile 5 arasında (5 en yüksek, 4 yüksek, 3 orta, 2 düşük ve 1 en düşük) değer vermeleri istenen sorular yer almaktadır. Ankete katılanlardan güzergahın görsel peyzaj kalitesini 9 görsel kavram olan; bakımlılık, bütünsellik, açıklık, düzen, canlılık, çeşitlilik, güvenilirlik, memnuniyet, manzara güzelliğine göre değerlendirmeleri istenmiştir (Clay & Smidt, 2004; Tveit vd., 2006; Sevenant & Antrop, 2009; Bulut vd., 2010; Zhang & Lin, 2011; Asur, 2019). Anketler dijital ortamda hazırlanarak akademisyen ve öğrencilere internet üzerinden gönderilerek görsel peyzaj tercihlerinin belirlemeleri istenmiştir. Çalışmada görsel peyzaj değerlendirmesinde geçerli bir yöntem (Clay & Smidt, 2004; Çakıcı, 2007; Sezen vd., 2019; Asur, 2019) olarak fotoğraf kullanılmıştır. Anket formunda kullanmak üzere Van YYÜ-Havaalanı arası karayolu sınırları içerisinde çekilen (938 fotoğraftan) uzman kişiler tarafından 34 adet fotoğraf seçilmiştir (Şekil 2). Fotoğraflar 26 Ekim 2019 12.00-15.00 arası ve

27 Ekim 2019 11.00-17.00 tarihleri arasında 24.2 Megapixel dijital fotoğraf makinesi ile çekilmiştir. Görüntüler farklı peyzajları temsil eden; ana hat, üst geçit, yaya yolu, güzergah çevresi, refüjler, tabela ve billboardlar olarak 6 grubu içermektedir. Anket verilerinin tutarlılığını analiz etmek için Cronbach Alfa Katsayısı ile güvenilirlik testi yapılmış ve verilerin kendi içinde tutarlı olduğu görülmüştür (Cronbach alfa=0,991). Demografik özelliklerin değerlendirilmesinde sıklık (Frequency) analizi yapılarak, öğrenci özelliklerinin yüzde dağılımları belirlenmiştir. Öğrenci ve akademisyen gruplarının beğeni derecelerinin belirlenmesinde aritmetik ortalama değerlerine bakılmıştır. Aritmetik ortalamalar her bir fotoğraf için hesaplanarak, beğeni yüzdeleri ortaya konmuştur.



Şekil 2. Van YYÜ-Ferit Melen Havaalanı arasındaki karayolu boyunca ait fotoğraflar (Orijinal, 2019).

Figure 2. Photos of the highway between Van YYÜ and Ferit Melen Airport (Original, 2019).

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Yapılan foto-anket çalınması bu karayolunu kullanan akademisyenler ve öğrencilerden oluşan iki gruba uygulanmıştır. Çalışmada ankete katılanların % 40.3'ü erkek. %59.7 'i kadındır ve %79.2'si 19-29. %16.9'u 30-49. %3.9'u 50-65 yaşları arasındadır. Katılımcıların %23.4'ü doktora. %31.2'si yüksek lisans ve %45.5'i ise lisans okumaktadır. Ankete katılanların %24.7'si akademisyenlerden %75.3'ü öğrencilerden oluşmaktadır. Akademisyen grubun fotoğrafları değerlendirmeleri sonucunda elde edilen verilerin aritmetik ortalama değerleri Çizelge 2'de verilmiştir. Çizelgeye göre 9 değerlendirme faktörünün aritmetik ortalama puanlarının aldığı değerlerinin birbirine yakın olduğu ve bu değerlerin ortalamasının biraz altında seyrettiği (2.28 - 2.86) görülmektedir. Akademisyenlerce en yüksek değerden en düşük değere doğru faktörlerin sıralaması; açıklık (2.86), güvenilirlik (2.84), düzen (2.79), canlılık(2.72), bakımlılık (2.68), bütünsellik (2.58), memnuniyet (2.55), çeşitlilik (2.49) ve manzara güzelliği (2.28) şeklindedir.

**Çizelge 2.** Akademisyen grubu anketi aritmetik ortalama değerleri

**Table 2.** The arithmetic mean values of the academic group survey

Fotoğraf No	Bakımlılık	Bütünsellik	Açıklık	Düzen	Canlılık	Çeşitlilik	Güvenirlik	Memnuniyet	Manzara Güzelliği
1	1.3462	1.7692	2.9231	2.0769	1.6923	1.6154	2.2308	1.5769	1.2692
2	1.0769	1.3462	1.8462	1.4615	1.5000	1.5385	1.1154	1.2000	1.2000
3	2.8846	2.6154	2.8462	2.7692	2.8462	2.5000	3.2308	2.4231	1.8462
4	2.6538	2.6538	3.1923	3.1154	2.7308	2.4615	2.7308	2.1538	2.6923
5	1.4615	1.5769	2.5000	1.9231	1.7308	1.5769	2.0000	1.4615	1.5000
6	1.0000	1.0000	1.2692	1.0385	1.0385	1.2692	1.0769	1.0385	1.0000
7	1.9615	1.8846	1.8077	2.1923	1.6154	1.6538	2.2692	1.8077	1.0769
8	1.0385	1.0769	1.2308	1.1154	1.0769	1.1923	1.1538	1.0385	1.0000
9	1.4615	1.5385	2.1538	1.8462	1.6538	1.5769	1.7308	1.3077	1.1154
10	1.1154	1.2308	1.3077	1.1538	1.5769	1.5385	1.3077	1.0769	1.0000
11	2.6923	2.4231	2.5769	2.6538	3.0385	2.8462	3.0000	2.6538	2.3077
12	1.3077	1.5769	1.9615	1.7308	1.8462	1.7308	1.7692	1.6538	1.4615
13	3.9615	3.5385	3.7692	3.8462	3.7308	3.1538	3.8846	3.4615	3.0000
14	2.9231	2.8077	3.0385	3.0000	3.0769	2.8462	2.9615	2.0385	1.7308
15	2.3077	2.1154	2.4231	2.3462	2.3846	2.2692	2.5769	1.9615	1.3846
16	2.8077	2.3462	2.1923	2.3462	2.8077	2.4231	2.8846	2.0769	1.5000
17	2.8846	2.7308	2.9231	2.8846	2.9231	2.6154	2.8077	2.3846	1.6538
18	2.2308	2.0769	2.2692	2.2692	2.6154	2.5000	2.6538	1.8462	1.4615
19	1.8462	1.8077	1.7692	1.8846	2.9231	2.3077	1.9615	1.6538	1.2692
20	2.1923	2.1538	1.8846	2.0000	2.1154	2.1154	2.6923	2.1923	1.3462
21	2.8462	2.5769	2.9231	2.9231	3.1538	2.5385	2.9231	2.0000	1.8077
22	1.3846	1.3846	1.8462	1.5769	1.8077	1.5000	1.4231	1.2692	1.2308
23	3.4615	3.6154	3.7692	3.6538	3.6923	3.2308	3.6538	3.6154	3.3077
24	2.0385	2.1154	2.3846	2.1923	2.6154	2.5385	2.3846	2.5000	2.4231
25	3.9615	3.6538	3.9231	4.0385	2.8846	2.5000	3.8846	3.9615	3.8077
26	3.7692	3.6923	4.0385	3.8846	3.6154	2.9231	4.0000	3.6923	3.3846
27	4.4800	4.2692	4.3846	4.6923	4.4231	3.8462	4.5769	4.6538	4.5600
28	4.0769	3.6154	4.1923	4.0800	3.6154	3.4615	4.0000	4.4000	4.2692
29	4.4231	4.1923	4.1538	4.2692	4.1538	4.2692	4.3462	4.3077	3.9615
30	4.5385	4.3077	4.5769	4.6154	4.3846	4.1154	4.5000	4.6538	4.2308
31	3.6923	3.5769	3.8846	3.7308	3.0769	2.7308	3.6538	3.1923	3.1154
32	3.8462	3.4231	3.9231	3.9231	3.6538	3.2692	3.8077	3.7308	3.6923
33	3.5385	3.2692	3.4231	3.5385	2.8077	2.6923	3.6154	3.8846	3.2800
34	4.1538	4.0385	4.2308	4.3077	3.8846	3.7692	4.1154	4.2692	3.8846
Genel Ortalama	2.68	2.58	2.86	2.79	2.72	2.49	2.84	2.55	2.28



Öğrenci grubun fotoğrafları değerlendirmeleri sonucunda elde edilen verilerin aritmetik ortalama değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgeye göre 9 değerlendirme faktörünün aritmetik ortalama puanlarının aldığı değerlerinin birbirine yakın olduğu ve bu değerlerin ortalamasının biraz altında seyrettiği (2.34 - 2.76) görülmektedir. Öğrenciler tarafından en yüksek değerden en düşük değere doğru faktörlerin sıralaması; Açıklık (2.76), canlılık (2.68), düzen (2.64), güvenilirlik (2.63), memnuniyet (2.62), bütünsellik (2.56), çeşitlilik (2.56), bakımlılık (2.52), manzara güzelliği (2.34) şeklindedir.

**Çizelge 3.** Öğrenci grubu anketi aritmetik ortalama değerleri

**Table 3.** Student group questionnaire arithmetic mean values

Fotoğraf No	Bakımlılık	Bütünsellik	Açıklık	Düzen	Canlılık	Çeşitlilik	Güvenirlik	Memnuniyet	Manzara Güzelliği
1	1.9020	1.8235	2.607	2.1961	1.9020	2.0000	2.1373	1.8431	1.4902
2	1.3922	1.3529	1.6667	1.2941	1.4118	1.6275	1.3725	1.3725	1.3333
3	2.9608	2.6863	2.9608	2.9804	2.6471	2.8039	3.0980	2.6863	2.0392
4	2.7647	2.8235	3.1765	2.9020	2.8039	2.6667	2.8039	2.6471	2.0392
5	1.8627	1.8627	2.1569	1.9804	1.9804	1.8039	2.0588	1.6275	1.4902
6	1.1961	1.2549	1.6667	1.1765	1.2549	1.3333	1.2745	1.0600	1.1961
7	1.9020	1.9020	1.8627	1.9412	1.7451	1.7059	1.9412	1.7647	1.4510
8	1.3529	1.4902	1.7451	1.4902	1.4706	1.4510	1.3137	1.3725	1.1373
9	1.5686	1.5882	1.9608	1.6667	1.7451	1.6078	1.7059	1.3725	1.2745
10	1.4902	1.3725	1.7647	1.4510	1.4902	1.3725	1.7647	1.4510	1.4902
11	2.7451	2.5294	2.8235	2.7647	2.8235	2.7843	2.9608	2.6863	2.3922
12	1.6275	1.6275	2.0196	1.6863	1.9020	1.8627	2.1961	1.6863	1.4510
13	3.3529	3.3529	3.4510	3.3137	3.5294	3.0784	3.3922	3.2549	3.0000
14	2.6863	2.6471	2.6471	2.7059	2.7059	2.6863	2.6667	2.2941	1.6078
15	2.2157	2.0980	2.2549	2.1765	2.3333	2.0784	2.2157	2.0196	1.6275
16	2.5098	2.1765	2.1373	2.0784	2.7059	2.3725	2.5490	2.1569	1.7451
17	2.5490	2.2745	2.6275	2.5490	2.8431	2.5294	2.6275	2.4706	2.0196
18	2.2549	2.1373	2.2745	2.2941	2.4706	2.3529	2.2549	2.3333	1.7451
19	1.8039	1.7647	2.1961	1.8431	2.6471	2.0000	2.0000	1.7843	1.7200
20	2.3137	2.0196	2.2745	2.2157	2.4510	2.2353	2.5686	2.0784	1.7451
21	2.2549	2.0196	2.6667	2.2157	2.7451	2.5098	2.4902	2.1569	1.9608
22	1.3725	1.4314	1.6667	1.3922	1.5882	1.7647	1.3725	1.3725	1.3333
23	3.3725	3.4510	3.5294	3.2549	3.5098	3.2745	3.1765	3.5294	3.1569
24	2.2941	2.1765	2.4314	2.3137	2.4510	2.5294	2.4314	2.6863	2.4902
25	3.5294	3.3922	3.5490	3.5686	3.4314	3.1765	3.5882	3.8039	3.5294
26	3.4314	3.4314	3.5686	3.5098	3.4510	3.2745	3.5882	3.6863	3.3922
27	4.2941	4.1961	4.2745	4.3725	4.1961	4.0980	4.1765	4.5686	4.4118
28	4.0392	3.9412	4.0784	4.0196	3.9608	3.7451	4.0196	4.2941	4.1569
29	4.0392	3.9020	3.8431	3.8431	3.9216	3.6863	3.8627	4.1569	3.8039
30	4.2353	4.0392	4.1373	4.2745	4.1765	3.9216	4.1961	4.4118	4.0980
31	3.1176	3.2157	3.4902	3.2157	3.1961	3.2353	3.1765	3.1176	2.9216
32	3.8431	3.7647	3.7843	3.8039	3.7255	3.4706	3.8824	3.9412	3.7059
33	3.6863	3.6667	3.5686	3.8431	3.3333	3.1765	3.8039	3.9608	3.3529
34	3.8039	3.7059	3.8431	3.7843	3.8235	3.5294	3.6863	3.9804	3.7255
Genel Ortalama	2.52	2.56	2.76	2.64	2.68	2.56	2.63	2.62	2.34

Akademisyen grubuna yapılan anket sonucunda fotoğraflar beğeni dereceleri açısından incelendiğinde; en yüksek beğeniye sahip fotoğrafların aritmetik ortalaması sırasıyla 13, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 ; en düşük beğeniye sahip fotoğrafların aritmetik ortalaması sırasıyla 1, 2, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 19, 22 no.lu fotoğraflar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Öğrenci grubuna yapılan anket sonucunda fotoğraflar beğeni dereceleri açısından incelendiğinde; en yüksek beğeniye sahip fotoğrafların aritmetik ortalaması sırasıyla 13, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34; en düşük beğeniye sahip fotoğrafların aritmetik ortalaması sırasıyla 1, 2, 5, 6, 7,8, 9, 10,12, 19, 22 no.lu fotoğraflar olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Buna göre ortalama en yüksek puanı, akademisyenlerden 27 ve 30 no'lu fotoğraf ve en düşük ortalama puanı 6 no.lu fotoğraf, öğrenci grubundan ortalama en yüksek puanı 27 no.lu fotoğraf ve en düşük ortalama puanı 6 no.lu fotoğraf almıştır.

**Çizelge 4.** Parametrelere göre en yüksek ve en düşük puanlı görüntüler ve aritmetik ortalama değerleri

**Table 4.** Images with the highest and lowest scores according to parameters and their arithmetic mean values

Akademisyen				Öğrenci			
Fotoğraf No	Ortalama En Yüksek	Fotoğraf No	Ortalama En Düşük	Fotoğraf No	Ortalama En Yüksek	Fotoğraf No	Ortalama En Düşük
13	3.59	1	1.70	13	3.30	1	1.98
25	3.62	2	1.36	23	3.36	2	1.42
26	3.66	5	1.74	25	3.50	5	1.86
27	4.43	6	1.08	26	3.48	6	1.26
28	3.96	8	1.10	27	4.28	7	1.80
29	4.23	9	1.59	28	4.02	8	1.42
30	4.43	10	1.25	29	3.89	9	1.61
31	3.40	12	1.67	30	4.16	10	1.48
32	3.69	15	2.19	32	3.76	12	1.78
33	3.33	19	1.93	33	3.59	19	1.97
34	4.07	22	1.49	34	3.76	22	1.47

Akademisyen ve öğrenci grubunun fotoğraflara ilişkin değerlendirme sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Her iki gruba da uygulanan anket değerlendirmeleri çerçevesinde elde edilen sonuçlar, akademisyen ve öğrenci durumuna göre kısmen değişse de parametrelere göre en yüksek ve en düşük alan fotoğraflarda benzer bir eğilim olduğu söylenebilmektedir. Sonuçlara göre her iki grup tarafından; bakımlılık, bütünsellik, düzen, canlılık, güvenilirlik, memnuniyet parametreleri güzergah üzerinde yol kenarında kalan moloz yığınlarının bulunduğu 6 numaralı fotoğrafın en düşük puan almıştır. Açıklık parametresi her iki grubun tercihinde farklı değer almıştır. Açıklık parametresi akademisyen grubundan Sanayi Bölgesi çevresinde bulunan moloz yığınlarının bulunduğu 8 numaralı fotoğrafı en düşük puanı alırken, öğrenci grubundan ise Üniversite çıkışı- Organize Sanayi bölgesinin olduğu 1 numaralı fotoğraf en düşük puanı almaktadır. Manzara güzelliği için akademisyen ve öğrenci grubu tarafından en az tercih edilen görüntüler; Güzergah üzerinde yol kenarında kalan moloz yığınlarının bulunduğu 6 numaralı fotoğraf, Sanayi Bölgesi çevresinde bulunan moloz yığınlarının bulunduğu 8 numaralı fotoğraflar iken, akademisyen grubu buna ek olarak Karayolu üzerindeki Mermer Sanayi Bölgesinin olduğu 10 numaralı fotoğrafı da manzara güzelliği bakımından en düşük puanı vererek değerlendirmiştir. Her iki grup tarafından düzen, canlılık, memnuniyet ve manzara güzelliği parametreleri en yüksek puanı; Havalimanı yolu üzerindeki refüj düzenlemesinin olduğu 27 numaralı fotoğraf almıştır. Akademisyen grubuna göre Havalimanı kavşağı orta refüj düzenlemesinin olduğu 30 numaralı fotoğraf bakımlılık, bütünsellik ve açıklık bakımından; Havalimanı kavşağı çevre refüj düzenlemesinin olduğu 29 numaralı fotoğraf çeşitlilik bakımından ve Havalimanı yolu üzerindeki refüj düzenlemesinin olduğu 27 numaralı fotoğraf güvenilirlik bakımından en yüksek puanı almıştır. Öğrenci grubu akademisyen grubundan farklı düşünerek; Havalimanı yolu üzerindeki refüj düzenlemesinin olduğu 27 numaralı fotoğraf bakımlılık, bütünsellik, çeşitlilik, açıklık parametreleri Havalimanı kavşağı orta refüj düzenlemesinin olduğu 30 numaralı fotoğraf da güvenilirlik bakımından en yüksek puanı almıştır. İki gruba da uygulanan anket değerlendirmeleri sonucunda elde edilen sonuçlar akademisyen ve öğrenci grubuna göre yer yer değişse de görsel peyzaj tercihlerde genel olarak benzer bir yönelim olduğu ortay çıkmıştır.

**Çizelge 5.** Parametrelere göre akademisyen ve öğrenci gruplarından en yüksek ve en düşük puanlı görüntüler

**Table 5.** Images with the highest and the lowest scores from academician and student groups according to parameters

Parametreler	Akademisyen		Parametreler	Öğrenci	
	Değer	Fotoğraf No		Değer	Fotoğraf No
Bakımlılık	En Yüksek	30	Bakımlılık	En Yüksek	27
	En Düşük	6		En Düşük	6
Bütünsel	En Yüksek	30	Bütünsel	En Yüksek	27
	En Düşük	6		En Düşük	6
Açıklık	En Yüksek	30	Açıklık	En Yüksek	27
	En Düşük	8		En Düşük	6.1
Düzenli	En Yüksek	27	Düzenli	En Yüksek	27
	En Düşük	6		En Düşük	6
Canlılık	En Yüksek	27	Canlılık	En Yüksek	27
	En Düşük	6		En Düşük	6
Çeşitlilik	En Yüksek	29	Çeşitlilik	En Yüksek	27
	En Düşük	8		En Düşük	6
Güvenirlilik	En Yüksek	27	Güvenirlilik	En Yüksek	30
	En Düşük	6		En Düşük	6
Memnuniyet	En Yüksek	27.30	Memnuniyet	En Yüksek	27
	En Düşük	6.8		En Düşük	6
Manzara Güzelliği	En Yüksek	27	Manzara Güzelliği	En Yüksek	27
	En Düşük	6.8.10		En Düşük	8

Çalışmada Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi ile Ferit Melen Havalimanı arasındaki karayolunun peyzajı bu yolu sık kullananlardan YYÜ Mimarlık ve Tasarım Fakültesi öğrencileri ile akademisyenleri tarafından nasıl algılandığı araştırılmıştır. Yapılan bu çalışma ile karayolunun görsel peyzaj kalitesini ortaya koyarak, iyileştirilmesi yapılacak olan bu karayolunun planlama ve tasarımlarına altlık oluşturması hedeflenmiştir. Akademisyen grubunda en yüksek aritmetik ortalamaya sahip 3 faktör; açıklık düzen ve güvenirlilik olmaktadır manzara güzelliği, çeşitlilik ve memnuniyet en düşük aritmetik ortalamaya sahiptir. Öğrenci grubunda en yüksek aritmetik ortalamaya sahip 3 faktör; açıklık, düzen ve canlılık olmaktadır manzara güzelliği, çeşitlilik ve bakımlılık en düşük aritmetik ortalamaya sahiptir. Çıkan sonuçlara göre 9 değerlendirme faktörü ile ilgili aynı meslek disiplinine ait iki grubun çok farklı düşünmedikleri ortaya çıkmıştır. Bu beklenen bir sonuç olabilir, ancak Kamičaityté-Virbašienė ve Janušaitis (2004) çalışmasında kırsal, kentsel, endüstriyel ve doğal alanlarındaki görsel kalitesini belirlemek amacıyla uzmanlar, meslek dışı kişiler ve her ikisinin de bulunduğu karışık gruplarla görsel peyzaj kalite değerlendirmesi yapmışlardır. Sonucun meslek dışı kişilerin ve uzmanların tercihlerinin tüm görsel kalite faktörleri bazında birbirine yakın değerler aldığı ortaya konulması dikkat çekmektedir. Çalışmada Van YYÜ-Ferit Melen Havalimanı arasındaki karayolunun görsel peyzaj tercihlerinde her iki grubun en yüksek aritmetik ortalamaya sahip parametrelerden düzen ve açıklık parametresinin olması, Çakıcı (2007), Tepe (2010), Aytaş ve Uzun (2015)'in çalışmasında düzenlilik, açıklık, güven ve canlılık seviyelerinin mekan tercihleri üzerine doğrudan etkili olduğu sonucuyla paralellik göstermektedir. Her iki grup bakımlı olan alanları daha çok tercih ettikleri, bakımsız alanları tercih etmedikleri Çakıcı (2007), Çakçı ve Çelem (2009), Tepe (2010) çalışmalarıyla örtüşmektedir. Çalışmada cinsiyet, yaş ve gelir düzeyi faktörlerine göre beğenilen ve beğenilmeyen fotoğraflarda bir farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Analiz sonucunda 9 parametreye göre fotoğraflar aynı derecede beğenilmiş olup bir farklılık tespit edilememiştir. Yol boyunca peyzajların tercih sebepleri ile parametreler arasında ilişki kurularak değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada bu karayolu üzerinde peyzaj tercihlerinin üzerinde doğrudan etkili olan düzenlilik, açıklık, güven ve canlılık parametreleri mekânın yüksek

peyzaj değere sahip olmasını sağladığı ortaya çıkmıştır. Bu güzergah boyunca manzara güzelliği, çeşitlilik, bakımlılık ve memnuniyet açısından çok az beğenildiği tespit edilmiştir. İncelemesinde her iki grubun en çok beğendikleri (birebirlerine en yakın puan aldıkları) 27 ve 30 numaralı görüntülerdir. Bu iki peyzajda düzen, açıklık, bakımlılık kriterlerinin üst seviyede olmasıyla birlikte refüjdeki kıvrımlı hatlar ve bitkilendirme olumlu etkisi göze çarpmaktadır. Bununla birlikte çalışmanın sonuçlarına göre en az beğeni alan peyzaj (birebirlerine en yakın puan aldıkları) 6 ve 8 numaralı görüntüler bitki örtüsünden yoksun, moloz yığıntılarıyla kirli görsel etkisiyle bakımsız olarak dikkat çekmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. En çok ve en az beğenilen karayolu peyzajları.

Figure 3. The most and the least admired road landscapes.

## KAYNAKLAR

- Aksakal, B., 2019. Erzurum Havalimanı-Palandöken Kayak Merkezi Yol Güzergahının Kış Mevsimi Açısından Görsel Kalite Analizinin Değerlendirilmesi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, 31s.
- Alexander, G.J. & F.G. King, 1967. Development of Information Requirements and Transmission Techniques for Highway User. Vol. 1 Highway Research Board.
- Altunkasa, M.F., 1998. Peyzaj Mimarlığı Ders Kitabı. Adana: Yayın No: D-19, Çukurova Üniversitesi Yayınları.
- Asur, F., 2019. An Evaluation of visual landscape quality of coastal settlements: a case study of coastal areas in the van lake basin (Turkey). Appl. Ecol. Environ. Res., 17 (2): 1849-1864.
- Aytaş, İ. & S. Uzun, 2015. Düzce kent merkezindeki yaya alanlarının görsel peyzaj kalitesinin belirlenmesi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 65 (1): 11-29.
- Benliay, A., O. Soydan & M. Kayku, 2015. Aspendos silyon- perge bisiklet güzergahı örneğinde peyzaj görsel kalitesi ve peyzaj özelliklerinin değerlendirilmesi. Artium, 3 (1): 48-64.
- Bulut, Z., I. Sezen & F. Karahan, 2010. Determination of spring visual ceremonies of urban fruit trees and shrubs: A case study from Erzurum, Turkey Journal of Food, Agriculture & Environment, 8 (1): 289-296.
- Caf, A., 2014. Bingöl-Erzurum Karayolu Güzergâhının Görsel Kalite Analizi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 100 s.
- Clay, G. R. & R. K. Smidt, 2004. Assessing the validity and reliability of descriptor variables used in scenic highway analysis. Landscape and Urban Planning, 66: 239-255.
- Clay, G.R. & T.C. Daniel, 2000. Scenic landscape assessment: the effects of land management jurisdiction on public perception of scenic beauty. Landscape And Urban Planning, 49: 1-13.

- Çakıcı, I. & H. Çelem, 2009. Kent parklarında görsel peyzaj algısının değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 15 (1): 88-95.
- Çakıcı, I., 2007. *Peyzaj Planlama Çalışmalarında Görsel Peyzaj Değerlendirmesine Yönelik Bir Yöntem Araştırması*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara, Doktora Tezi.
- Çelik, M., 2013. *Kent Parklarının Görsel Peyzaj Algısının Denizli İli Örneğinde İrdelenmesi*. Süleyman Demirel Üniversitesi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.
- Diñçer, A.A., 2011. *Görsel Peyzaj Kalitesinin "Biçimsel Estetik Değerlendirme Yaklaşımı" İle İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Düzgüneş, E. & Ö. Demirel, 2015. Milli Parklarda doğal ve kültürel kaynak değerlerinin görsel peyzaj kalite yönünden değerlendirilmesi. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5 (12): 13-23.
- Elinç, H., 2011. *Görsel Kalite Değerlendirmesi Yöntemi ile Antalya İli Alanya ilçesindeki Abdurrahman Alaeddinoğlu ve Alanya Belediye Başkanları Kent Parklarının İrdelenmesi*. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Konya.
- Ergen, Y. B., 1981. *Şehircilik yüksek teknik öğretmen okulu*, Yayın No:46, Ankara.
- Gültürk, P., 2013. *Tekirdağ Kent Merkezi Kıyı Şeridinin Görsel Peyzaj Kalitesi Yönünden Değerlendirilmesi*. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.
- İrmak, M.A. & H. Yılmaz, 2010. Farklı peyzaj karakter alanlarına göre doğal ve kültürel kaynak değerlerinin görsel analizi: Erzurum Örneği, *GOÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27 (2): 45-55.
- Kamičaitytė-Virbašienė, J. & R. Janušaitis, 2004. Some methodical aspects of landscape visual quality preferences analysis. *Environmental research, Engineering and management*, 29 (3): 51-60.
- Karahan, F., 2003. *Erzurum-Rize karayolu koridoru peyzaj planlaması ve manzara yolu olarak kullanıma sunulma olanakları*. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Erzurum.
- Kiper, T. & T. Cengiz, 2016. İstanbul ili beşiktaş ilçesi kıyı bandı örneğinde görsel peyzajların tanımlanması. 1st International Scientific Researches Congress - Humanity and Social Sciences (Ibad-2016). May 19 - 22. 2016 Madrid, Spain, 1330-1342.
- Kiper, T., A. Korkut & T.Ü. Topal, 2017. Görsel peyzaj kalite değerlendirilmesi: kıyıköy örneği. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (3): 258-269.
- Köseoğlu, M., 1980. *Ege Bölgesi'nde Sosyo-Ekonomik Bakımdan Önemli Karayollarının Peyzaj Planlaması Üzerine Araştırmalar*. Bornova: Yayın No.378.Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Özhancı, E. & H. Yılmaz, 2011. *Rekreasyon alanlarının görsel peyzaj kalitesi yönünden değerlendirilmesi; Erzurum örneği*. İğdir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1 (2): 67-76.
- Sevenant, M. & M. Antrop, 2009. Cognitive attributes and aesthetic preferences in assessment and differentiation of landscapes. *Journal of Environmental Management*, 90: 2889-2899.
- Sezen, I., E. A. Külekçi & B. Keleş, 2019. Kent içi yol ağaçlarının sonbahar renk etkilerinin görsel kalite analizi: Erzurum kenti örneği. *Kent Akademisi Dergisi*, 12 (4): 739-751.
- Spellerberg, I., 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology & Biogeography Letters*, 7 (5): 317-333.
- Tepe, A.C., 2010. *Tarihi Gülhane Parkı Yenileme Çalışmaları ve Kullanıcı Memnuniyeti*. Bartın Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Tveit, M., A. Ode & G. Fry, 2006. Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *landscape research*, 31 (3): 229-255.
- Yılmaz, U., C. Demir & K. Yusuf 2019. Van hakkında genel bilgiler. (Web sayfası: <https://on5yirmi5.com/dosya/turkiyenin-illeri/65-van-hakkinda-genel-bilgi/>) (Erişim Tarihi: Ekim 2020).
- Zhang, H. & S.H. Lin, 2011. Affective appraisal of residents and visual elements in the neighborhood: A case study in an established suburban community. *Landscape and Urban Planning*, 101 (1): 11-21.





## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):147-160  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.943702>

Vedat DEMİR<sup>1</sup>

Tuncay GÜNHAN<sup>1</sup>

Hamdi BİLGİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[vedat.demir@ege.edu.tr](mailto:vedat.demir@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** HAD, türbülans modelleri, havalandırma fanı, hava hareketi

**Keywords:** CFD, turbulence models, ventilation fan, air movement

## Tarımda kullanılan büyük çaplı tavan tipi vantilatörde hava akışının hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile incelenmesi

Investigation of air flow in large diameter ceiling fans used in agriculture with computational fluid dynamics

Received (Alınış): 28.05.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 08.08.2021

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada iki farklı dönme dairesi çapına sahip tavan tipi vantilatörün hava hareketlerinin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemiyle ortaya konulması ve en uygun türbülans modelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** İlk aşamada, tavan tipi vantilatörlerin fan merkezinden belirli uzaklıklardaki eksenel yöndeki hava hızı değişimleri ölçülmüştür. Bu amaçla zeminden iki farklı yükseklik (1.0 ve 1.5 m) dikkate alınmıştır. İkinci aşamada farklı türbülans modelleri ile hesaplamalı akışkanlar dinamiği analiz yöntemiyle hesaplanan değerler, ölçüm değerleri ile karşılaştırılmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde, en düşük MAE ve NRMSD değerleri 4 m dönme dairesi çapı için Spalart Allmaras ve SST k- $\omega$  modellerinde, 5 m dönme dairesi çapı için SST k- $\omega$  modelinde bulunmuştur. Grafik karşılaştırmalar incelendiğinde SST k- $\omega$  modelinin diğer modellere göre az da olsa daha iyi tahminlemeyi gerçekleştirdiği görülmektedir.

**Sonuç:** HAD simülasyon modellerinin çözüm yaklaşımları birbirine oldukça yakın bulunmuştur. Türbülans modelinin uygun seçimi ve iyi yapılandırılmış ağ yapısı ile zeminden belirli yükseklikteki noktalarda HAD simülasyonu ile deneysel verilere çok yakın tahminlerin elde edilebileceği ortaya konulmuştur.

### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to determine the air movements of the ceiling fan with two different rotation circle diameter by using Computational Fluid Dynamics (CFD) method and select the most suitable turbulence model.

**Material and Methods:** In the first stage, the air velocity changes in the axial direction of ceiling fans at certain distances from the fan center were measured. For this purpose, two different heights (1.0 and 1.5 m) from the ground were taken into account. In the second step, the values calculated by the computational fluid dynamics analysis method using different turbulence models were compared with the measurements.

**Results:** The results were evaluated statistically. The lowest MAE and NRMSD values were found by using the Spalart Allmaras and SST k- $\omega$  models for fan with a 4 m rotation circle diameter, and the SST k- $\omega$  model for fan with a 5 m rotation circle diameter. Based on the graphical comparisons, it can be stated that the SST k- $\omega$  model made slightly better estimations than the other models.

**Conclusion:** The solution approaches of the CFD simulation models were found to be close to each other. The appropriate selection of the turbulence model and considering the well-designed mesh structure, it has been shown that estimates that are very close to experimental data can be obtained by CFD simulation at certain heights above the ground.

## GİRİŞ

Tarımsal işletmelerde üretimin yapısına bağlı olarak çevresel iklim faktörleri önemli rol oynamaktadır. İklim faktörlerinden havalandırma, özellikle hayvansal üretimde açık, yarı açık veya kapalı hayvan barınaklarında ve seralarda üretime önemli düzeyde etki etmektedir.

Çiftlik hayvanlarında normal vücut sıcaklıkları, türlere ve yetiştirmeye bağlı olarak değişim göstermekle birlikte büyükbaş çiftlik hayvanlarında yaklaşık 38°C, kanatlılarda 41.7°C civarındadır. Diğer canlılarda olduğu gibi, çiftlik hayvanlarında da vücudun tüm tepkileri büyük ölçüde ortamın sıcaklığına bağlı olup, etkide bulunan tüm hücreler bu vücut sıcaklığını dengede tutacak şekilde koşullanmaktadır. Vücut sıcaklığı, ortam havası sıcaklığından yüksek olduğunda vücuttan dış ortama sürekli ısı kaybı, tersi koşullarda ise dış ortamdan vücuda sürekli ısı iletimi olmaktadır. Bu durumda vücut sıcaklıklarının söz konusu sınırlarda tutulması, vücuttan olan ısı üretimi ve ısı yayılımının dengelenmesi ile mümkün olmakta ve hayvanlar bunu metabolik yolla gerçekleştirmektedir. Hayvanların yüksek sıcaklıklarda uzun süre kalmaları durumunda, yem tüketimleri ve tiroid etkinlikleri azalmakta, bunun sonucunda metabolik hızda düşüşler olmaktadır. Yüksek sıcaklığın olumsuz etkisinin, ortamdaki yüksek oransal nem ile daha da arttığı görülmektedir. Bunun nedeni terleme ile vücuttan buharlaşmanın çok azalması sonucunda buharlaşmanın oluşturacağı serinletme etkisinin ortadan kalkması ile açıklanabilir. Vücut sıcaklığının dengede tutulmasında, sıcaklık ve nem yanında hava hızının da etkisi önemli bir parametre olup, hava hızındaki artış, taşınım ve buharlaşma ile olan ısı yayımlarını kolaylaştırmaktadır (Mutaf, 2012).

Havalandırma, doğal ve zorlamalı olmak üzere iki yöntemle gerçekleştirilmektedir. Zorlamalı havalandırmada yaygın olarak vantilatörler yatay veya düşey konumda uygun aralıklar ile yetiştirme bölgelerinin içine yerleştirilerek, uygun hava debileri ve hızları sağlanarak havalandırma işleminde kullanılmaktadır. Havalandırma vantilatörleri, büyükbaş ve kümes hayvanları için kapalı hayvan barındırma tesislerindeki mekanik havalandırma sistemlerinin temel bileşenleri içerisinde yer almaktadır. Vantilatörler, hem hava akışı hem de hava değişimi oluşturarak ortamın hem hava değişimini hem de serinlemesine katkı sağlayarak sıcak ortamlarda termal konforu arttırmaktadır. Vantilatörlerin taşıdığı temiz hava, hayvanlara oksijen sağlamak ve tesisten fazla ısıyı, nem ve havadaki kirleticileri uzaklaştırmaktadır. Gerekli hava değişim miktarı hayvan boyutuna, stok yoğunluğuna, türüne ve gelen hava sıcaklığına bağlı değişim göstermektedir (Casey et al., 2008). Tavan vantilatörleri, kapalı bir ortamda termal konfor sağlamanın en düşük maliyetli yollarından biridir (Babich et al., 2017; Casseer & Ranasinghe, 2019).

Zorlamalı havalandırmada kullanılan vantilatörlerden birisi de tavan tipi vantilatörler olup yapının tavanına düşey olarak bağlanarak aksiyal akışlı hava hareketini sağlamaktadır. Tavan vantilatörlerini modellemek için hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) simülasyon yöntemiyle ilgili az sayıda araştırma mevcut olup, bu çalışmalar yoğunlukla evsel kullanımda olan küçük boyutlu vantilatörler ile ilgilidir.

Momoi et al. (2004), 1.3 m çapında 3 kanatlı tavan tipi vantilatör kullanarak 3x3x3 m boyutlarındaki bir hacim içinde ölçüm ve HAD simülasyonuna dayalı karşılaştırmalar yapmıştır. Standart k-ε türbülans modeli ile HAD analizlerini gerçekleştirerek fan ekseninden itibaren 1.2 m lik bölümdeki aşağı ve yukarı yönlü hava dağılımlarını incelemiş, sonuçların uyumlu olduğunu vurgulamıştır. Ağ yapısı ve diğer akış modellerinin de ileriki çalışmalarda araştırılması gerektiğini vurgulamıştır. Momoi et al. (2007), bir önceki çalışmalarına ilave olarak Reynolds Stress Model (RSM) türbülans modelini de dikkate alarak çalışmalarını geliştirmiştir. Babich et al. (2017), 3 kanatlı 1.2 m süpürme uzunluğu olan bir tavan vantilatörünü kontrollü ortamda ölçülen verilerle, üç boyutlu HAD modelini farklı türbülans modelleri kullanılarak elde ettikleri simülasyon sonuçları ile karşılaştırmıştır. Bu tavan vantilatörü için Standart k-ε, Standart k-ω, RNG k-ε ve SST k-ω türbülans modelleri içinden SST k-ω türbülans modeli kullanıldığında en iyi sonuçların elde edildiğini açıklamıştır. Bassiouny & Korah (2011), vantilatör ile yapılan simülasyon çalışmalarında akış modelini tahmin etmek için analitik ve HAD için sadece Standart k-ε türbülans



modelini kullanmıştır. Farklı devir sayılarında çalıştırdıkları vantilatör için sayısal ve matematiksel sonuçları, deneysel verilerle karşılaştırmıştır. Akış düzeninin fanı terk edip yere doğru ilerledikçe farklı özelliklere sahip olduğunu ve çok farklı bir sapma açısında ve hatta geri dönüşlerin olduğunu ifade etmişlerdir. Zhu et al. (2014), tavan vantilatörlerinin hava karıştırma durumunun yanında dezenfeksiyon etkinliğini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada, vantilatörün kapalı bir oda içerisinde farklı giriş hızları ve devir sayılarında çalışması durumunda simülasyonlar gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar, Standart k-ε modeline göre dönüş akışlarının modellenmesinde daha iyi sonuçlar göstermesi nedeniyle Reliazable k-ε türbülans modelini simülasyonlarda kullanmıştır. Adeeb et al. (2015), farklı sayıda fan kanatların etkisi üzerinde çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Chen et al. (2018), 3 kanatlı 1.5 m çapındaki tavan vantilatörü ile ilişkili iç mekan hava dağılımını ortaya koymak için farklı fan dönüş hızı, kanat geometrisi, fan-tavan arası mesafe için ölçümler ve Standart k-ε türbülans modeli kullanarak HAD ile simülasyon gerçekleştirmiştir. Genel olarak, incelenen farklı vantilatör kanat tipleri için her yükseklikte silindirik bölge içindeki ortalama hızların çok benzer olduğunu belirtmiştir. Casseer & Ranasinghe (2019), Standart k-ε, Standart k-ω, RNG k-ε ve Spalart Allmaras türbülans modelleri kullanarak 3 kanatlı 1.4 m çapındaki bir tavan vantilatörünün hava hızı dağılımını farklı fan dönüş hızlarında incelemiştir. Spalart Allmaras modelinin deneysel verilere en yakın sonuçları veren türbülans modeli olduğunu belirtmiştir. Raftery et al. (2019), tavan vantilatörlerinin oda boyutu, fan çapı, türü, hızı, yukarı veya aşağı yön, kanat yüksekliği ve fan-tavan arası mesafe gibi çeşitli faktörleri dikkate alarak iç mekanda hava hızlarını deneysel olarak belirlemiştir. Bu etkenlerden en önemlilerinin hız, çap ve yön olduğunu belirtmiş ve boyutsuz doğrusal modeller ortaya koymuştur.

Tarımsal işletmeler başta olmak üzere büyük hacimlerde kullanılacak, dönme çapı büyük tavan vantilatörlerinin hava hareketlerini tahmin ederek, bu konuda çalışan imalatçılara temel parametreleri sağlayacak doğru simülasyon modellerine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu çalışmada tarımsal işletmelerde kullanılan iki farklı dönme dairesi çapına sahip tavan tipi vantilatörün hava hareketlerinin deneysel ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle ortaya konması amaçlanmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Deneysel çalışmalar

Çalışmada ele alınan tavan tipi vantilatörün fan kanatları 5 adetten oluşmaktadır (Şekil 1 ve Şekil 2). Kanatlar 2.5 mm kalınlığında alüminyum profil malzemeden ekstruderde özel form verilerek imal edilmiştir. Dönme dairesi çapı 4 m olan vantilatörde kullanılan elektrik motorunun çalışma voltajı 3 faz 400 V, verimliliği %83.7, çektiği akım 1.79 A, devir sayısı 1415 min<sup>-1</sup>, cosφ değeri 0.72 ve gücü 0.75 kW olup motora akuple edilmiş bir redüktör ile vantilatör 109 min<sup>-1</sup> devirde dönmektedir. Dönme dairesi çapı 5 m olan vantilatörde kullanılan elektrik motorunun çalışma voltajı 3 faz 400 V, verimliliği %85.3, çektiği akım 2.38 A, devir sayısı 1430 min<sup>-1</sup>, cosφ değeri 0.78 ve gücü 1.1 kW olup motora akuple edilmiş bir redüktör ile vantilatör 98 min<sup>-1</sup> devirde dönmektedir.

Vantilatörler, çevresel etkilerden arındırılmış, yan duvarlardan oluşabilecek geri dönüş hava akımlarından etkilenmeyecek uzunluk, genişlik ve yükseklikte (50x30x7.5 m) tamamen kapalı alanda test edilmiştir. Vantilatörler yapının tavanına, kanatlar zemine paralel olacak şekilde asılmıştır. Dönme dairesi çapı 4 m olan vantilatörde fan ile tavan arası mesafe 3.1 m ve fanın zemin ile olan mesafesi 4.4 m ölçülmüştür. Dönme dairesi çapı 5 m olan vantilatörde ise fan ile tavan arası mesafe 2.9 m ve fanın zemin ile olan mesafesi 4.6 m ölçülmüştür.

Denemeler öncesinde ve denemeler esnasında ortam havası sıcaklığı 33.5°C ve nemi %31 olarak dijital sıcaklık ve nem ölçer (Testo 410-2, Germany) ile ölçülmüştür. Denemeler, ASAE Standard (2016) ASAE EP566.2 JUN2012 (R2016) standardı dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Vantilatörün hava hızı dağılımının belirlenmesi amacıyla dijital (Testo 410-2, Germany) ve analog (Wilh Lambrecht vane

anemometer, Germany) iki adet pervane tipi rüzgar hızı ölçer kullanılmıştır. Vantilatör merkezinin düşey izdüşümünden başlayarak, her iki doğrultuda yatay bir hat boyunca 1 m aralıklar ile ölçüm noktaları belirlenmiştir. Vantilatör çalışmaya başlayıp stabil çalışma koşulları oluşuktan sonra, her bir ölçüm noktasında vantilatör düşey eksenini yönündeki hava hızı değerleri belli bir süre boyunca ölçülerek ortalama değerler kaydedilmiştir. Çalışma kapsamında özellikle büyükbaş hayvan yetiştiriciliği gerçekleştirilen yapılarda hayvan refahını artırmak amacıyla bu tip vantilatörlerin kullanıldığı dikkate alınarak, hayvan vücut bölgesi civarı (Genç, 2018; Koç & Akman, 2007; Yaylak ve ark., 2015) olan zeminden (h) 1.0 ve 1.5 m yüksekliklerde ölçümler gerçekleştirilmiştir.

### HAD analiz çalışmaları

Hava hızı akış analizleri, ticari HAD yazılımı ANSYS Fluent 17.2 kullanılarak yapılmıştır (ANSYS, 2016).

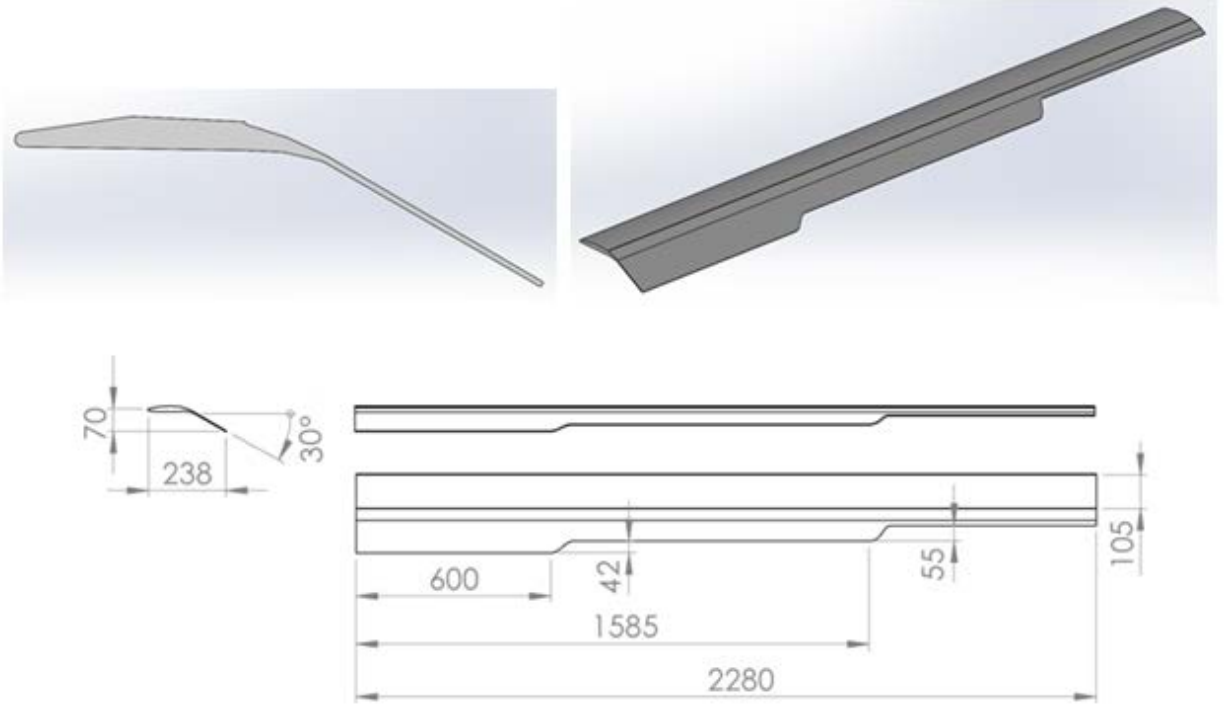
### Geometrik model ve ağ yapısı

Dönme dairesi çapı 4 m ve 5 m olan tavan tipi vantilatörün fan kanadına ait genel özellikler ve teknik ölçüler sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



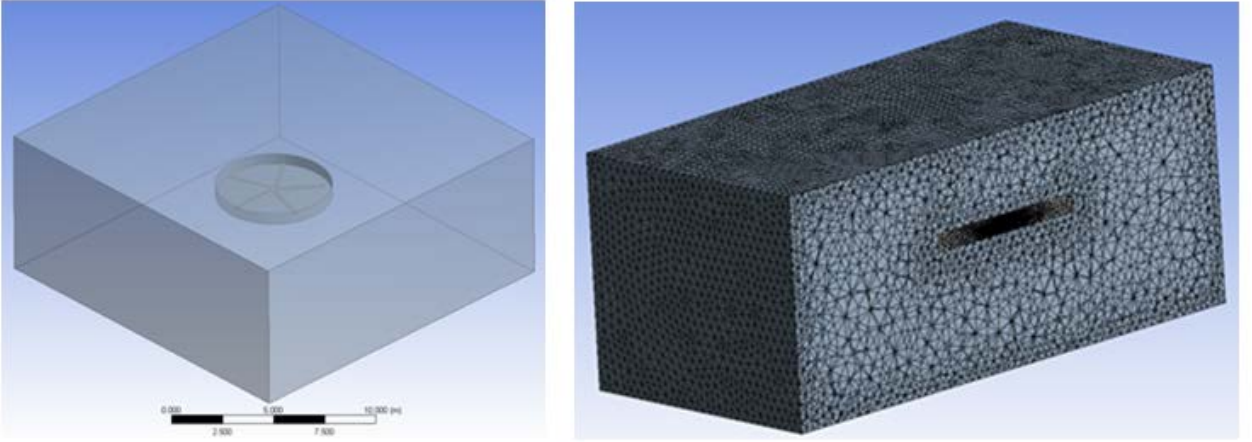
Şekil 1. Dönme dairesi çapı 4 m olan tavan tipi vantilatörün kanadı.

Figure 1. Blade of ceiling type fan with a 4 m rotation circle diameter.



Şekil 2. Dönme dairesi çapı 5 m olan tavan tipi vantilatörün kanadı.

Figure 2. Blade of ceiling type fan with a 5 m rotation circle diameter.



Şekil 3. HAD simülasyonlarında kullanılan deneme odası hava hacminin geometrisi ve hava akış bölgesinin ağ yapısı.

Figure 3. Geometry of air volume in test chamber and mesh structure of air flow zone used in CFD simulations.

### HAD yöntemi

Vantilatör fan kanatlarının hareketlerinin simülasyonu için önceki bir çok çalışmada da dikkate alınan Hareketli Referans Çerçeve (Moving Reference Frame) yöntemi kullanılmıştır (Chen et al., 2018; Casseer & Ranasinghe, 2019). Bu yöntemde, eylemsiz referans çerçevede hareket eden bir cisim, hareketli bir referans çerçevesine göre durgun hale getirilmektedir. Dönen çerçeve durgun çerçeveye göre hareket halinde

olduğundan, vektör miktarları iki bölge arasındaki ara yüzlerde işlenerek hesaplamalar gerçekleştirilmektedir. HAD için hesaplama alanı, hareketli referans çerçevesine göre tanımlanmaktadır. Hızlar, aşağıdaki ilişki kullanılarak sabit çerçeveden hareketli çerçeveye dönüştürülebilmektedir (ANSYS, 2016);

$$\vec{v}_r = \vec{v} - \vec{u}_r \quad (1)$$

Eşitlikte;

$$\vec{u}_r = \vec{v}_t + \vec{\omega} \times \vec{r} \quad (2)$$

Eşitliklerde;  $\vec{v}_r$ , bağıl hız (hareketli çerçeveden görüntülenen hız);  $\vec{v}$ , mutlak hız (sabit çerçeveden görüntülenen hız);  $\vec{u}_r$ , hareketli çerçevenin eylemsiz referans çerçevesine göre hızı;  $\vec{v}_t$ , öteleme çerçeve hızı;  $\vec{\omega}$ , açısal hız ve  $\vec{r}$ , hareketli çerçevenin merkezinde olan konum vektörüdür. Çalışmada ANSYS Fluent'te momentum denklemlerinde mutlak hız formülasyonu kullanılarak çözümler gerçekleştirilmiştir. Çalışmada HAD analizleri için çeşitli araştırmacılar tarafından da önerilen Spalart Allmaras (SA), Reliazable k-epsilon (Reliz k-ε), Renormalization Group k-epsilon (RNG k-ε), SST k-omega (SST k-ω) türbülans modelleri dikkate alınmıştır (Zhu et al., 2014; Babich et. al., 2017; Casseer & Ranasinghe, 2019).

ANSYS akış analizlerinde; akışkan olarak hava seçilmiş, kararlı ve viskoz akış kabul edilmiştir. Simülasyonlarda giriş ve çıkış sınırı koşulları ortam atmosfer basıncı olacak şekilde kabul edilmiştir. Tüm çözümlerde basit algoritmalar ve ikinci dereceden ayrıklaştırma şemaları kullanılmıştır. Çözüm yakınsama doğruluğu  $1 \times 10^{-5}$  olarak kabul edilmiştir.

### İstatistik analiz

DeneySEL hız verileri ile HAD akış modelleri kullanılarak tahmin edilen veriler arasındaki farkları karşılaştırmak için ortalama mutlak hata (MAE) ve normalize edilmiş ortalama karekök hata sapması (NRMSD) kullanılmıştır (Ding et al., 2017; Casseer & Ranasinghe, 2019). Aşağıda verilen bu karşılaştırma kriterlerinin en düşük değerleri en yüksek model tahminini temsil etmektedir.

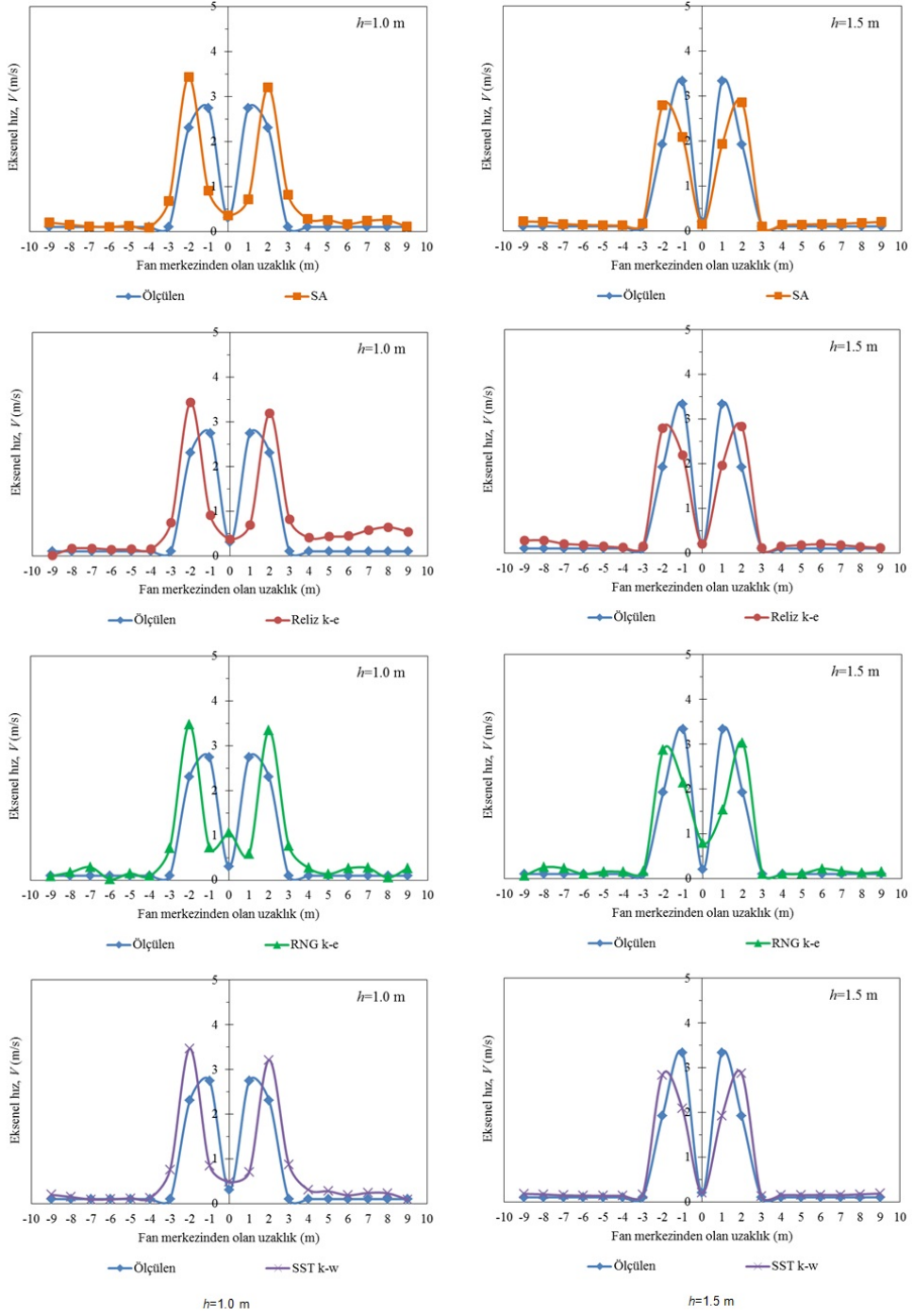
$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |V_{i,Deneme} - V_{i,HAD}| \quad (3)$$

$$NRMSD = \frac{\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (V_{i,HAD} - V_{i,Deneme})^2 \right]^{1/2}}{(V_{i,HADmax} - V_{i,HADmin})} \quad (4)$$

Eşitliklerde;  $V_{i,Deneme}$  deneme ile ölçülen hız değerleri,  $V_{i,HAD}$  HAD simülasyon ile hesaplanan hız değerleri,  $n$  ise veri sayısıdır.

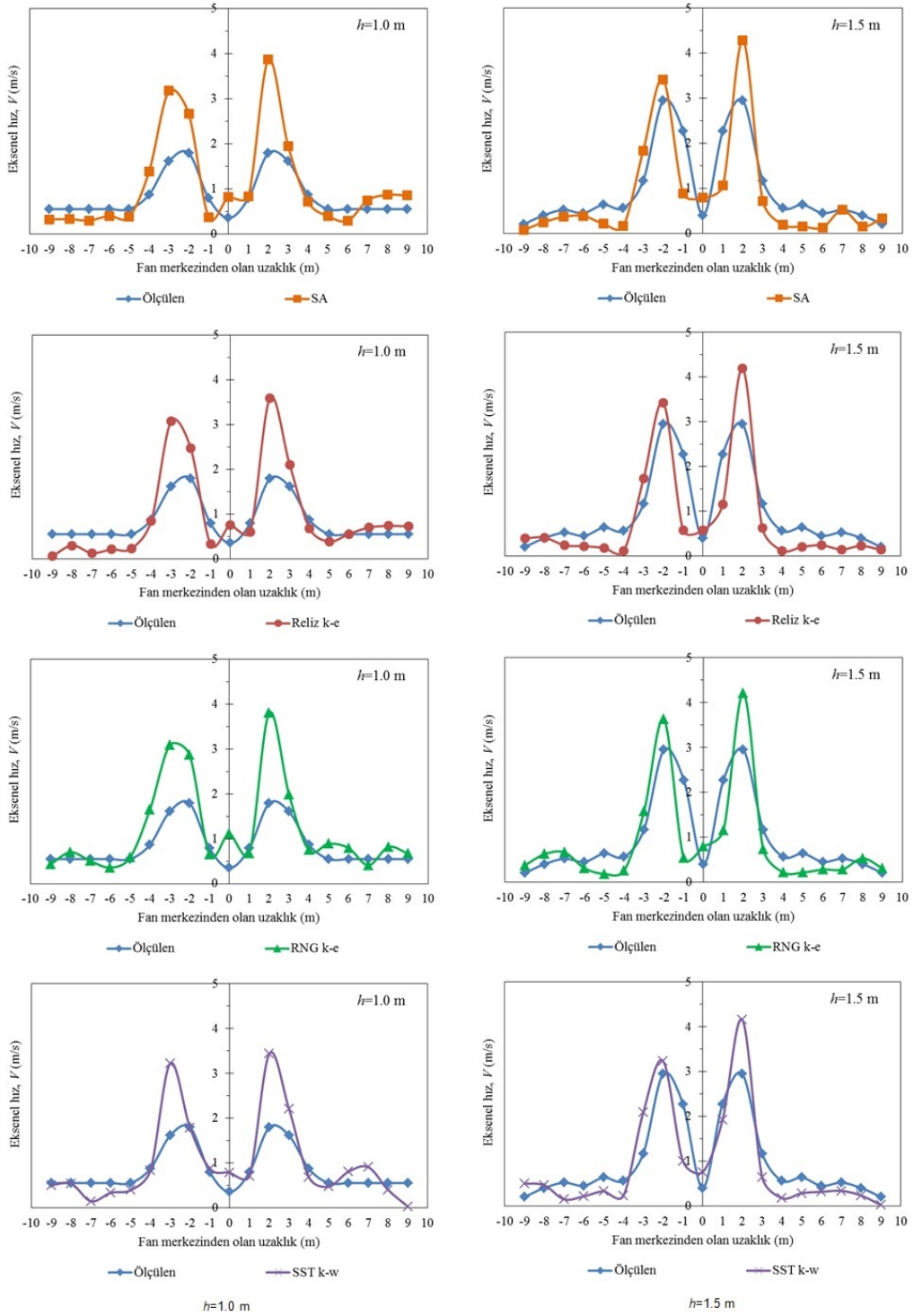
## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Çalışmada ele alınan dönme dairesi çapı 4 m ve 5 m olan tavan tipi vantilatörün zeminden farklı yüksekliklerde eksenel yönde fan merkezinden belirli uzaklıklarda ölçülen ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemiyle hesaplanan ortalama hava hızı değişimi değerlerinin karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Dönme daireesi çapı 4 m olan tavan tipi vantilatörün zeminden farklı yüksekliklerde ( $h$ ) ölçülen ve farklı HAD modelleriyle hesaplanan ortalama hava hızları.

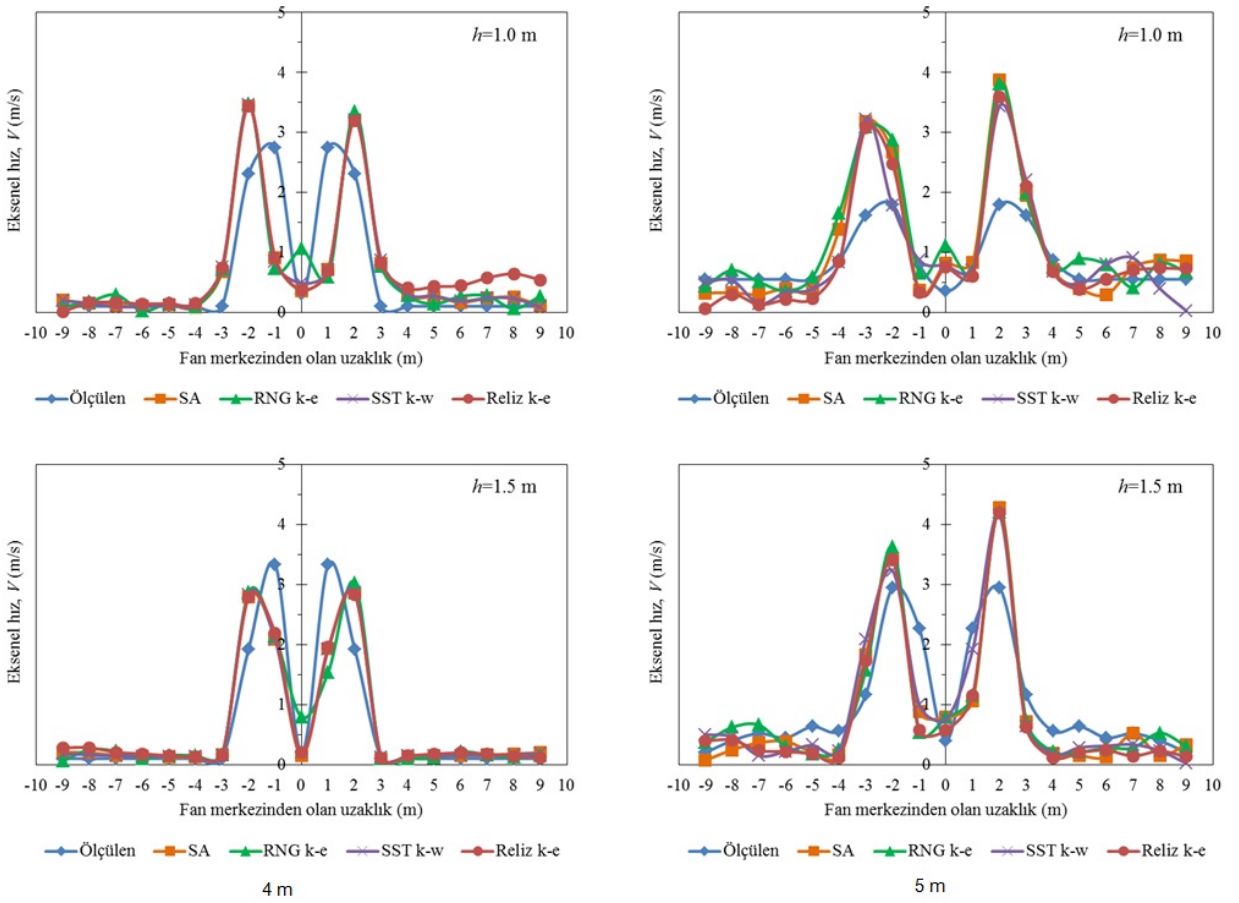
Figure 4. Average air velocities measured and calculated by the different CFD models at different heights ( $h$ ) above the ground for ceiling fan with a 4 m rotation circle diameter.



**Şekil 5.** Dönme dairesi çapı 5 m olan tavan tipi vantilatörün zeminden farklı yüksekliklerde ( $h$ ) ölçülen ve farklı HAD modelleriyle hesaplanan ortalama hava hızları.

**Figure 5.** Average air velocities measured and calculated by the different CFD models at different heights ( $h$ ) above the ground for ceiling fan with a 5 m rotation circle diameter.

Şekil 4 ve Şekil 5 incelendiğinde, ölçülen ve tüm türbülans modelleri ile hesaplanan hava hızı değerleri eğilimlerinin birbirlerine oldukça yakın bulunduğu görülmektedir. Vantilatör dönme dairesi altında yer alan bölgede hava hareketleri incelendiğinde, vantilatör merkezine yakın bölgede hava hızının çok düşük olduğu, kanat uçlarına doğru ise hava hızının en yüksek değere ulaştığı açıklıkla görülmektedir. Dönme dairesi dışında hava hızlarının ölçüm yapılan 1.0 m ve 1.5 m yüksekliklerde oldukça düşük değerlerde dönme dairesi çapı 4 m olan vantilatörlerde ortalama 0.25-0.5 m/s hızları civarında, dönme dairesi çapı 5 m olan vantilatörde ise 0.5-1.0 m/s civarında ölçülmüş ve hesaplanmıştır. Tüm türbülans modellerine ilişkin sonuçlar birlikte karşılaştırıldığında da birbirlerine oldukça benzer sonuçların çıktığı görülmektedir (Şekil 6). İşletmede istenen hava debisi inek başına 23-28 m<sup>3</sup>/dakika ve hava hızı ineklerin üzerinde 3.5-7.5 km/h (1-2 m/s) düzeyindedir (Kaya & Kaya, 2018). Bu kapsamda vantilatörler değerlendirildiğinde işletmede büyük bir alanda özellikle 5 m çaplı vantilatörler kullanıldığında hayvan vucüt bölgesinde istenilen hava hızlarının elde edildiği görülmektedir. Bu da hayvan refahının sağlanması yönüyle önemlidir.



Şekil 6. Ölçülen ve dikkate alınan HAD türbülans modelleri ile hesaplanan hava hızı değerlerinin karşılaştırılması.

Figure 6. Comparison of the measured and calculated air velocities for considered CFD models.

Çalışmada ele alınan dönme dairesi çapı 4 m ve 5 m olan tavan tipi vantilatörlerin farklı HAD türbülans modelleri ile elde edilen değerlerinin ölçüm değerlerine ne ölçüde yaklaştığının istatistiksel değerlendirilmesi Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Ölçülen ve farklı HAD türbülans modelleri ile hesaplanan MAE ve NRMSD değerlerinin karşılaştırılması**Table 1.** Comparison of MAE and NRMSD values between the measured and calculated with CFD turbulence models

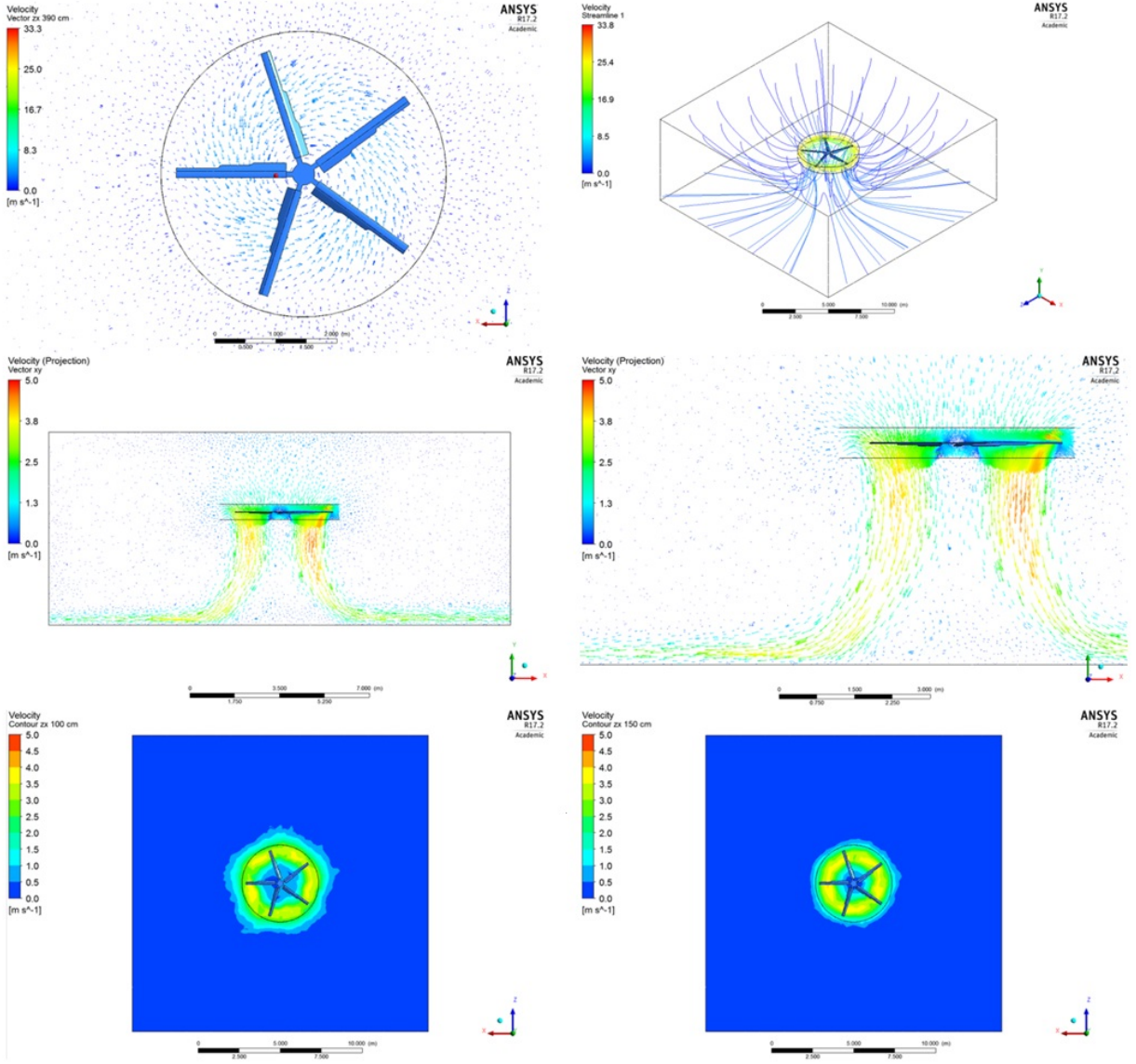
Ölçüm yüksekliği	HAD modelleri	Dönme dairesi çapı			
		4 m		5 m	
		MAE <sup>*</sup>	NRMSD <sup>**</sup>	MAE	NRMSD
h=1.0 m	SA	0.430	0.223	0.459	0.191
	Reliz k-ε	0.533	0.228	0.433	0.176
	RNG k-ε	0.506	0.237	0.449	0.202
	SST k-ω	0.451	0.226	0.363	0.173
h=1.5 m	SA	0.279	0.190	0.463	0.146
	Reliz k-ε	0.283	0.187	0.481	0.156
	RNG k-ε	0.337	0.208	0.467	0.158
	SST k-ω	0.279	0.194	0.417	0.129

\*Ortalama Mutlak Hata

\*\*Normalize Edilmiş Ortalama Karekök Hata Sapması

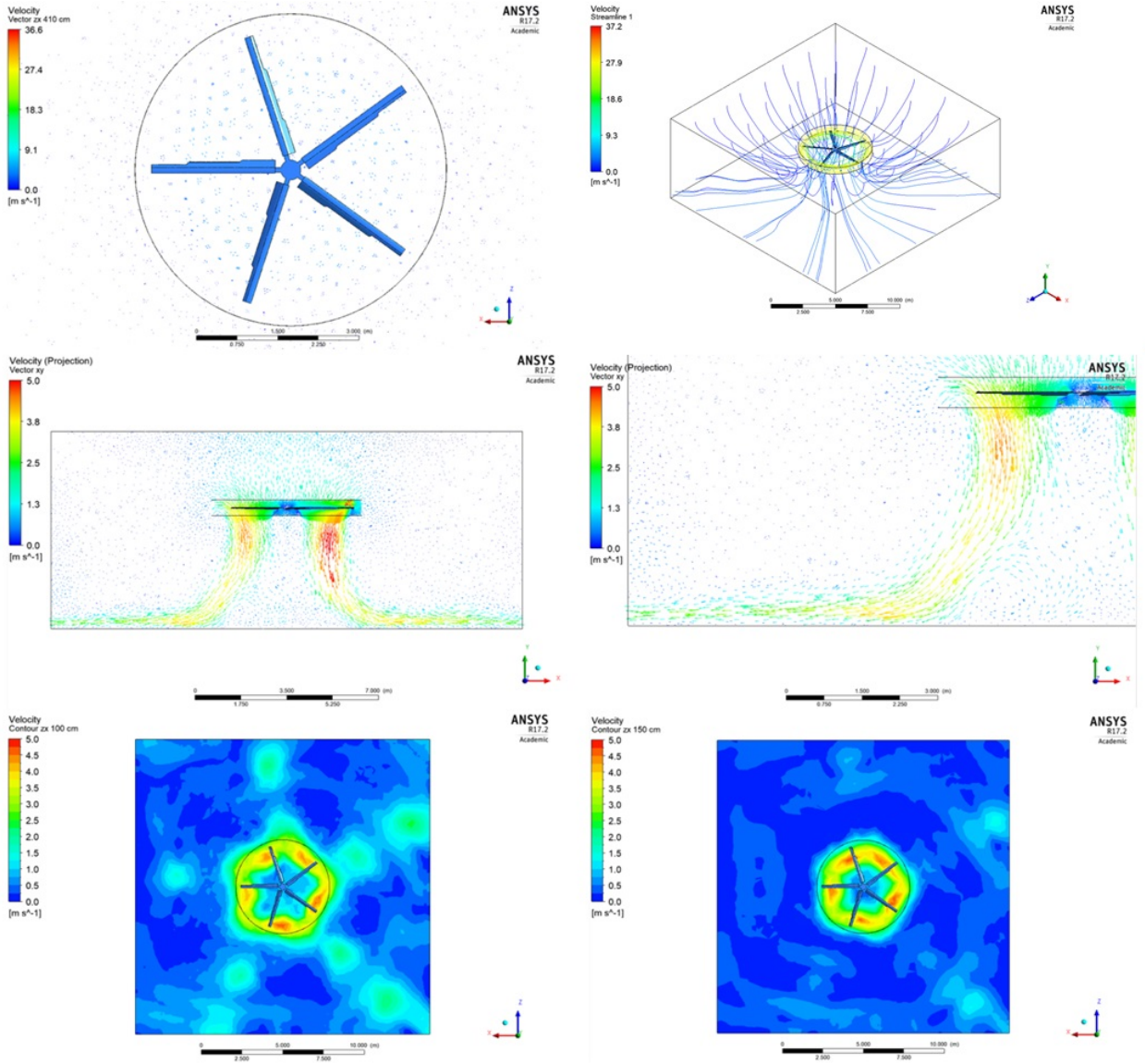
Çizelge 1'de görüldüğü gibi vantilatörlerin oluşturduğu hava hızına ilişkin sonuçlar istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde, hem dönme dairesi çapı hem de ölçüm yükseklikleri için ölçüm ve HAD simülasyon modelleri arasında en düşük MAE ve NRMSD değerleri 4 m dönme dairesi çapı için Spalart Allmaras ve SST k-ω modellerinde, 5 m dönme dairesi çapı için ise SST k-ω modelinde bulunmuştur. Grafik karşılaştırmalar incelendiğinde SST k-ω modelinin dikkate alınan diğer modellere göre az da olsa daha iyi tahminlemeyi gerçekleştirdiği görülmektedir. Her iki dönme dairesi dikkate alındığından SST k-ω türbülans modelinin tercih edilmesinin uygun olacağı görülmektedir. Bu kapsamda SST k-ω türbülans modeli ile elde edilen hava akımı dağılımlarına ilişkin görseller 4 m ve 5 m çaplı vantilatörler için sırasıyla Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir.





Şekil 7. Dönme dairesi çapı 4 m olan tavan tipi vantilatörde hava hızı dağılımının SST  $k-\omega$  türbülans modeli ile bulunan sonuçları.

Figure 7. Air velocity distribution results for SST  $k-\omega$  turbulence model for a 4 m rotation circle diameter.



**Şekil 8.** Dönme dairesi çapı 5 m olan tavan tipi vantilatörde hava hızı dağılımının SST  $k-\omega$  türbülans modeli ile bulunan sonuçları.

**Figure 8.** Air velocity distribution results for SST  $k-\omega$  turbulence model for a 5 m rotation circle diameter.

Şekil 7 ve Şekil 8 incelendiğinde hava akışının vantilatör dönme dairesi altında etkin olduğu ve zemine ulaştıkça akışın aksenal akıştan yatay akışa doğru geçtiği görülmektedir. Vantilatör dönme dairesi altında yer alan bölge detaylı incelendiğinde, kanat uçlarında hava hızının yüksek, merkezde ise çok düşük olduğu açıklıkla izlenebilmektedir.

Zemine yakın bölgede hava hareketleri incelendiğinde ise dönme dairesinin altındaki bölgede zemine çarpan havanın türbülans hareketinin arttığı, dönme dairesinin dışına doğru yönelen hava hareketinin zemine yakın bölgeden yatay hareketle akışa devam ettiği izlenebilmektedir. Bu bölgede hava hızının oldukça düşük olduğu, hem ölçüm hem de HAD türbülans modelleri ile elde edilen sonuçlardan açıklıkla görülmektedir (Şekil 6, Şekil 7 ve 8).

Deneme sonuçları ile hesaplanan türbülans modellerinin ölçüm yüksekliğine bağlı değişimleri incelendiğinde, özellikle 1.5 m yükseklikte HAD ile bulunan sonuçların ölçüm sonuçlarına daha yakın olduğu ve 1.0 m yüksekliğe göre daha iyi tahmin yapabildiği görülmektedir. Chen et al. (2018) 1.1 m ve 1.7 m yükseklikler için ölçüm ve simülasyon sonuçları karşılaştırdıklarında çalışmalarında, 1.7 m yükseklikteki karşılaştırma değerlerinde uyumun daha yüksek olduğunu göstermiştir. Çalışmada elde edilen sonuçların benzer çalışmalar ile uyumlu olduğu açıklıkla görülmektedir. Bu durum özellikle zemine yakın bölgede diğer bir ifade ile daha düşük yüksekliklerdeki ölçüm ve simülasyon sonuçlarının türbülans hareketlerinden etkilenmesinden kaynaklanması ile açıklanabilir.

Farklı dönme dairesi çapının etkisi açısından sonuçlar değerlendirildiğinde, 4 m çaplı vantilatörde HAD sonuçlarının ölçüm sonuçlarına daha yakın olduğu görülmektedir. Küçük dönme çaplı vantilatörün oluşturduğu hava hareketinin zemin seviyesindeki yatay akışı, 5 m çaplı vantilatörün oluşturduğu akıma göre daha dar yatay bölgede olduğu anlaşılmaktadır. Bu da vantilatör dönme dairesi büyümesi nedeniyle yatay hava akışının daha yüksek bölgede hareket edebildiği hava hareketleri dağılımına ilişkin simülasyon sonuçlarından da görülebilmektedir (Şekil 7 ve 8). Ölçüm yüksekliği arttıkça, simülasyon ile ölçüm sonuçlarının çok daha yüksek benzeşim göstermektedir (Şekil 6).

## SONUÇ

Bu çalışma tarımsal işletmelerde kullanılabilecek büyük dönme dairesine sahip tavan tipi vantilatörlerde yaygın kullanılan farklı HAD türbülans modellerinin değerlendirilerek uygun modelin ortaya konması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada deneysel ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla farklı Spalart Allmaras, Reliazable  $k-\epsilon$ , RNG  $k-\epsilon$ , SST  $k-\omega$  türbülans modelleri dikkate alınmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlardan; büyük dönme dairesi çapına sahip vantilatörlerin hava hareketlerinin analizinde özellikle zeminden 1.0 ve 1.5 m yüksekliklerdeki değerlendirmelerinde SST  $k-\omega$  türbülans modelinin Hareketli Referans Çerçeve yöntemiyle kombinasyonunun kullanımı önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- Adeeb, E., A. Maqsood & A. Mushtaq, 2015. Effect of number of blades on performance of ceiling fans. MATEC Web Conferences 28 (2015) 02002. <http://doi.org/10.1051/mateconf/20152802002>
- ANSYS, 2016. Fluent Theory Guide, Release 17.2, ANSYS, Inc.
- ASAE Standard, 2016. ASAE EP566.2 JUN2012 (R2016), Guidelines for Selection of Energy Efficient Agricultural Ventilation Fans, ASAE Standards. ASAE, St. Joseph, MI 49085.
- Babich, F., M. Cook, D. Loveday, R. Rawal & Y. Shukla, 2017. Transient three-dimensional CFD modelling of ceiling fans. Building and Environment, 123: 37-49. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.039>
- Bassiouny, R. & N.S. Korah, 2011. Studying the features of air flow induced by a room ceiling-fan. Energy and Buildings, 43: 1913-1918. <https://doi:10.1016/j.enbuild.2011.03.034>
- Casey, K.D., R.S. Gates, E.F. Wheeler, H. Xin, Y. Liang, A.J. Pescatore & M.J. Ford, 2008. On-farm ventilation fan performance evaluations and implications. The Journal of Applied Poultry Research, 17: 283-295. <https://doi:10.3382/japr.2006-00055>
- Casseer, D., & C. Ranasinghe, 2019. Assessment of Spalart Almaras turbulence model for numerical evaluation of ceiling fan performance. Moratuwa Engineering Research Conference (MERCon), 577-582.
- Chen, W., S. Liu, Y. Gao, H. Zhang, E. Arens, L. Zhao & J. Liu, 2018. Experimental and numerical investigations of indoor air movement distribution with an office ceiling fan. Building and Environment, 130: 14-26. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.12.016>

- Ding, C., K.P. Lam & W. Feng, 2017. An evaluation index for cross ventilation based on CFD simulations and ventilation prediction model using machine learning algorithms. *Procedia Engineering*, 205: 2948–2955. <https://doi:10.1016/j.proeng.2017.10.112>
- Genç, S., 2018. Holstein sığırlarda klasik ölçüm metodu ve sabit nesne fotoğraf tekniği ile vücut ölçülerinin karşılaştırılması. *Black Sea Journal of Engineering and Science* 1(3): 89-97.
- Kaya, A. & İ. Kaya, 2018. "Süt Sığırcılığında Bazı Yetiştirme Uygulamaları, 265-309". In: Süt Sığırcılığı (Eds. A. Kaya, İ. Kaya & C. Uzmay). Ege Üniversitesi, 383 pp.
- Koç, A. & N. Akman, 2007. Siyah-alaca tosunların değişik dönemlerdeki vücut ölçüleri ve vücut ölçülerinden canlı ağırlığın tahmini. *ADÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1-2): 21-25.
- Momoi, Y., K. Sagara, T. Yamanaka & H. Kotani, 2004. Modeling of ceiling fan based on velocity measurement for CFD simulation of airflow in large room. *Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ)*. [https://doi: 10.3130/aije.70.41\\_3](https://doi: 10.3130/aije.70.41_3)
- Momoi, Y., K. Sagara, T. Yamanaka & H. Kotani, 2007. "Modeling of prescribed velocity generated by ceiling fan based on velocity measurement for CFD simulation, 1141-1150". *Proceedings of 10th International Conference on Air Distribution in Rooms-Roomvent 2007, Vol.1 (13-15 June 2007, Helsinki, Finland), The Finnish Association of HVAC Societies FINVAC ry, 1289 pp.*
- Mutaf, S., 2012. Mühendislik Yaklaşımı İle Hayvan Barınaklarında İklimsel Çevre ve Denetim İlkeleri. *Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarım Bilim Serisi Y.No:1, 895 s.*
- Raftery, P., J. Fizer, W. Chen, Y. He, H. Zhang, E. Arens, S. Schiavon, & G. Paliaga, 2019. Ceiling fans: Predicting indoor air speeds based on full scale laboratory measurements. *Building and Environment*, 155: 210-223. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.03.040>
- Yaylak, E., Y. Konca & N. Koyubenbe, 2015. "Damızlık sığır yetiştiricileri birliği üyesi işletmelerde yetiştirilen farklı yaşlardaki dişi siyah alaca sığırların vücut ölçüleri, Poster Bildiri, 913". 9. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi (3-5 Eylül 2015, Konya) Aybil Dijital Baskı, Konya, 958 s.
- Zhu, S., J. Srebric, S.N. Rudnick, R.L. Vincent, & E.A. Nardell, 2014. Numerical modeling of indoor environment with a ceiling fan and an upper-room ultraviolet germicidal irradiation system. *Building and Environment*, 72: 116-124. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.10.019>



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):161-170  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.893081>

Meryem KONU KADIRHANOĞULLARI<sup>1\*</sup>

İbrahim Hakkı KADIRHANOĞULLARI<sup>2</sup>

Köksal KARADAŞ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Bölümü, 76002, Suveren, Iğdır, Türkiye

<sup>2</sup> Iğdır Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Organik Tarım İşletmeciliği Bölümü, 76002, Suveren, Iğdır, Türkiye

<sup>3</sup> Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, 76002 Suveren, Iğdır, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[meryem\\_6647@hotmail.com](mailto:meryem_6647@hotmail.com)

**Anahtar sözcükler:** Iğdır, Karar Ağacı, Organik Gıda, Reklam.

**Keywords:** Iğdir, Decision Tree, Organic Food, Advertisement.

## Tüketicilerin organik gıda ürün reklamından etkilenme faktörleri: Iğdır ili örneği

### Factors affecting consumers from organic food product advertisement: the case of Iğdır Province

Received (Alınış): 08.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 05.08.2021

#### ÖZ

**Amaç:** Organik gıda ürün reklamından Iğdır ilindeki tüketicilerin etkilenme faktörlerini belirlemektir.

**Materyal ve Yöntem:** Çalışmada Veri Madenciliği Karar Ağacı yönteminden Ki-kare otomatik etkileşim detektörü (CHAID) algoritması kullanılmıştır. Çalışmanın örneklemini Iğdır ilinde bulunan bireylerden örnekleme metoduyla seçilen 165 tüketici oluşturmaktadır. Çalışmanın verileri anket yöntemi ile toplanmıştır.

**Araştırma Bulguları:** Çalışmanın sonucunda organik gıda ürün reklamından etkilenme faktörleri; Medeni durum, aylık hane halkı geliri, eğitim durumu, iş durumu ve yaş olduğu görülmüştür.

**Sonuç:** Tüketicilerin farklı demografik özellikleri ürün reklamından etkilenme faktörlerini farklılaştırdığı görülmüştür.

#### ABSTRACT

**Objective:** To determine the level of influence of consumers in Iğdır province from organic food product advertisement.

**Material and Methods:** In the study, Chi-square automatic interaction detector (CHAID) algorithm from Data Mining Decision Tree method was used. The study included 165 consumers selected by the sampling method from individuals in the province of Iğdır. The data of the study were collected by questionnaire method.

**Results:** As a result of the study, the factors that affect individuals from organic food product advertisement was determined to be the marital status, monthly household income, educational status, job status and age

**Conclusion:** It has been observed that different demographic characteristics of consumers differentiate their levels of influence from product advertisements.

## GİRİŞ

Son yıllarda Türkiye’de organik tarıma olan ilgi giderek artmakta ve organik tarımla alakalı birçok şey söylenmektedir. Fakat organik tarım kavramının mahiyeti tam olarak doldurulamamakta bu nedenle de kavram kargaşası yaşanmaktadır (Demiryürek, 2011). Öncelikle Organik tarım; toprakların verimliliğini sürdürülebilir kılan, ekolojik dengeyi gözeten, bitki hastalıklarını ve zararlılarını kontrol altına alarak doğadaki organizmaların hayatlarını sürdürmelerine destek olan, enerjinin ve doğal kaynakların en iyi şekilde kullanımı ile en uygun verim alınan üretim şeklidir. Organik tarım; insan başta olmak üzere bütün canlıları ve çevresini gözeten, ekonomik olarak sürdürülebilir tarımsal üretimi bir bütün halinde ele alan sistem şeklinde düşünülebilir (Ak, 2004; Kaplan, 2019).

Son yıllarda yaşanan ekonomik gelişmelerle beraber tüketicilerin organik gıdaya olan rağbetlerinde artış olduğu görülmektedir. Meydana gelen bu artışta yaşam süresinin uzaması ile beraber yaşam kalitesinin yükseltilmek istenmesinin de etkisi oldukça önemlidir. Tüketicilerin konvansiyonel tarım ile elde edilen gıdaların insan sağlığına ve çevreye verdiği zararlar sebebiyle organik gıdaya yöneldiği ortaya çıkmıştır (Ustaahmetoğlu & Toklu, 2015).

Genetiği değiştirilmiş organizma (GDO)’lu ürünlerin olumsuz etkilerinin gündeme gelmesi ve kimi tarımsal ürünlerin üretim sürecinde kimyasal kullanımı organik ürünlere olan isteği çoğaltmıştır. Çok fazla tüketilen “Fastfood” kültürüne karşılık beslenme değeri bakımından daha iyi olan ve insan sağlığına daha duyarlı olan beslenme alışkanlıkları hızla yayılmaya başlamıştır. Bunun neticesinde de organik ürünler gelişim göstermiştir. İnsanların organik ürünleri tüketime yönelmesinin bir başka sebebi de diğer tarımsal ürünlerin üretiminde kullanılan sentetik gübrelerin ve kimyasalların, üretilen tarım ürünlerinde olumsuz etkiler meydana getirmelerinin yanında bununla beraber, su ve toprak kaynaklarında kirlilik gibi ekolojide de olumsuz etkiler oluşturmalarıdır (Bulut, 2018).

Organik gıdalar yirmi ya da otuz sene öncesine kadar pahalı ve lüks besin özelliğinde görülmekteydi fakat şimdi günümüz beslenme alışkanlıklarında popülaritesini giderek arttırmaktadır. İnsanlarda sağlık bilincinin artmasıyla, doğayı ve doğayı koruma davranışlarındaki değişimlerle beraber bu tür gıdalara olan ilgi artmıştır (Güngör, 2019). Organik tarım ve gıda ürünü satın alma süreci, bu ürünlerle ilgili bilgi sahibi olma gayreti, bu ürünlerin başka ürünlere göre farklılıklarının algılanması ve bilinçlenmeyle başlamaktadır (Eryılmaz vd., 2015). Reklam sektörü; son zamanlarda etkisini oldukça hissettiğimiz küresel, ekonomik, kültürel ve siyasal faktör değişimleri doğrultusunda, tüm toplumun dikkatini çeken bir olgu haline gelmiş ve tüketicilerin bilgilendirilmesi açısından en fazla tercih edilen iletişim yöntemi olarak da değerlendirilmektedir. Reklam uygulamaları, geniş kesimlere hizmetlerin ve malların tanıtılarak benimsetilmesi maksadıyla yapılmaktadır (Aktuğlu, 2006). Reklam ile bir ürünün kullanımına ait bilgiler ayrıntılı bir şekilde sunulabilir, mal ve hizmetin temini ile alakalı aktarımda bulunabilir, fiyat ve performans konusunda karşılaştırma olanağı elde edilebilir (Gülsoy, 1999).

Yayın çalışmaları ile üreticilerin bilgilendirilmesi ve örgütlenmesi sağlanarak ekonomik etkinlik artırılabilir (Canan vd., 2018)

Organik gıdalara ilişkin yaşanan gelişmeler akademik pencereden de takip edilmekte, üretiminin teknik ve ekonomik boyutu yanında tüketici tercih ve tutumlarına yönelik oldukça fazla araştırma da yapılmaktadır (Güngör, 2019). Bu noktadan hareketle bu çalışmada organik gıda tüketiminde reklamcılığın etkisi incelenmiştir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Araştırmanın materyali

Bu çalışmanın materyalini, Şekil 1’de haritada gösterilen Iğdır merkez ilçede yaşayan ve organik ürün reklamından etkilenerek organik ürün tüketimindeki değişimi belirlemek için örnekleme yöntemiyle seçilen bireylere yüz yüze görüşme yapılarak elde edilen anket verileri oluşturmuştur.



Şekil 1. Iğdır il haritası (Anonim, 2021a).

Figure 1. Iğdır province map (Anonymous, 2021).

### Verilerin toplanması aşamasında kullanılan metot

Iğdır ili merkez nüfusu 140267 olup (Anonim, 2021b) bu ana kitleyi en iyi temsil etmesi için aşağıda (1) formülü verilen "Basit Tesadüfi Örneklem Yığın Oran Tahmini" metodu (Yamane, 2010) kullanılarak elde edilen anket verileri değerlendirilmeye tabii tutulmuştur.

$$n = \left( \frac{N \cdot t^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot D^2 + t \cdot p \cdot q} \right) \quad (1)$$

$n$  = Örneğe alınacak birey sayısı,  $N$  = Küme büyüklüğü (140267)

$D$  = Kabul edilen veya arzu edilen örneklem hatası (0.1),  $t$  = Standart normal dağılım değeri (2.576)

$q$  = 1-p (0.5),  $p$  = Hesaplanması istenen oran (0.5)

$$n = \left( \frac{140267 \times 2.576^2 \times 0.5 \times 0.5}{(140267-1) \times 0.1^2 + 2.576^2 \times 0.5 \times 0.5} \right) = 165$$

Iğdır ili kentsel alanında tüketicilerin organik gıda reklamıyla ilgili yeterince veri bulunmadığından  $p$  ve  $q$  değerleri 0.5 olarak alınmış,  $p$  = organik gıda reklamından etkilenenler,  $q$  = organik gıda reklamından etkilenmeyenler olarak kabul edilmiştir. Seçilen örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu belirlenmiş ve anket 165 kişiye uygulanmıştır.

### Verilerin analizi aşamasında kullanılan metot

Bu çalışmada veri madenciliği süreci yöntem olarak izlenmiş ve modelleme aşamasında karar ağacı algoritması kolay yorumlanması ve anlaşılabilir olmasından dolayı tercih edilmiştir.

Kolay yorumlanması ve anlaşılabilir olmasından dolayı karar ağaçları, karar vericiler için avantaj sağlayan algoritma olup sınıflandırma ve tahmin için çoklukla kullanılan bir veri madenciliği yaklaşımıdır (Kadirhanoğulları vd., 2021; Çalış vd., 2014; Karadas & Kadirhanogullari, 2017; Karakaya vd., 2018).

Karar ağacı analizinden sonra elde edilen sınıflandırma sonuçlarından test geçerliliği, duyarlık ve özgünlük değerleri hesaplamasında Çizelge 1'de gösterilen ölçütlerden yararlanılmıştır (Sackett, 1973; Çamlıca & Dişci, 2008)

**Çizelge 1.** Testlerinin değerlendirilmesinde genellikle kullanılan ölçütler

**Table 1.** *Usually used criteria in the evaluation of tests*

Test Sonucu	(+)	(-)	Toplam
Test (+)	a(GP)	b(YP)	a+b
Test (-)	c(YN)	d(GN)	c+d
Toplam	a+c	b+d	a+b+c+d

GP: Gerçek pozitif; YP: Yalancı pozitif; YN: Yalancı negatif; GN: Gerçek negatif.

**Duyarlılık (Sensitivite) :** Gerçekte organik gıda ürün reklamından etkilenmeyen bireyler içinde tarama testinin organik gıda ürün reklamından etkilenmeyen bireyleri bulabilme özelliği olarak tanımlanmaktadır.

Duyarlılık (Sensitivite) =  $(GP / (GP+YN)) * 100 = \%$  olarak ifade edilir.

Duyarlılık bir tarama testinin organik gıda ürün reklamından etkilenmeyen bireyleri bulma yeteneği olarak da tanımlanabilir.

**Özgüllük (Spesifite) :** Gerçekte organik gıda ürün reklamından etkilenen bireyler içinde testin organik gıda ürün reklamından etkilenen bireyleri bulabilme özelliği olarak tanımlanmaktadır.

Özgüllük (Spesifite) =  $(DN / (YP+DN)) * 100 = \%$  olarak ifade edilir.

Özgüllük bir testin gıda ürün reklamından etkilenen bireyleri bulma yeteneği olarak da tanımlanabilir.

**Testin Genel Gücü (Test Geçerliliği) :** Testin doğru teşhis koyabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır.

Test Geçerliliği =  $((DP+DN) / (DP+DN+YP+YN)) * 100 = \%$  olarak ifade edilir.

Testin gücü veya geçerliliği testin doğru olarak teşhis koyduğu gıda ürün reklamından etkilenen ve etkilenmeyen kişilerin sayısının tüm sonuçlar içindeki yüzdesi olarak tanımlanmaktadır.

Veri Madenciliği Karar Ağacı yönteminden Ki-kare otomatik etkileşim detektörü (CHAID) algoritması kullanılmış ve sonuçlar yorumlanmıştır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Organik gıda ürün reklamından etkilenme düzeyi değerlendirilirken öncelikle demografik veriler ele alınmıştır. Çizelge 2'de görüldüğü üzere Iğdır ilinde organik gıda ürün reklamından etkilenme düzeyi anketine katılan 165 bireyin çoğunluğunu erkekler oluşturmaktadır (n=100, % 60.6). Medeni durum sınıfında bekâr ve evli olanların frekanslarının birbirine yaklaşık olarak yakın olduğu görülmektedir (Evli n=84, %50.9; Bekâr n=81, %49.1).



**Çizelge 2.** Organik gıda ürün reklamından etkilenme düzeyi demografik özellikler**Table 2.** Demographic characteristics of the influence level of organic food product advertising

		Organik gıda reklamından etkilenir misiniz?					
		Evet	%	Hayır	%	Fikrim Yok	%
Cinsiyet	Erkek	40	40,00	39	39,00	21	21,00
	Kadın	38	58,46	14	21,54	13	20,00
Medeni Durum	Evli	50	59,52	18	21,43	16	19,05
	Bekâr	28	34,57	35	43,21	18	22,22
Eğitim Durumu	Okuryazar Değil	3	75,00	0	0,00	1	25,00
	İlkokul	5	62,50	0	0,00	3	37,50
	Ortaokul	6	66,67	1	11,11	2	22,22
	Lise	6	31,58	7	36,84	6	31,58
	Ön Lisans	15	46,88	13	40,63	4	12,50
	Lisans	39	45,35	29	33,72	18	20,93
	Lisansüstü	4	57,14	3	42,86	0	0,00
İş Durumu	Çalışmıyor	9	75,00	2	16,67	1	8,33
	Öğrenci	19	41,30	18	39,13	9	19,57
	Memur	27	44,26	20	32,79	14	22,95
	Özel sektör	5	55,56	4	44,44	0	0,00
	Ev hanımı	14	56,00	6	24,00	5	20,00
	Serbest meslek	0	0,00	1	50,00	1	50,00
	İşçi	4	40,00	2	20,00	4	40,00
Hanedeki Birey Sayısı	1,00 Kişi	4	30,77	5	38,46	4	30,77
	2,00 Kişi	11	57,89	5	26,32	3	15,79
	3,00 Kişi	23	62,16	11	29,73	3	8,11
	4,00 Kişi	11	37,93	9	31,03	9	31,03
	5,00 Kişi	11	47,83	8	34,78	4	17,39
	6,00 Kişi	7	33,33	5	23,81	9	42,86
	7,00 Kişi	4	57,14	2	28,57	1	14,29
	8,00 Kişi	5	50,00	4	40,00	1	10,00
	9,00 Kişi	1	33,33	2	66,67	0	0,00
	10,00 Kişi	0	0,00	1	100,00	0	0,00
	11,00 Kişi	1	50,00	1	50,00	0	0,00
Aylık Hane Halkı Geliri	1000₺ ve Altı	9	40,91	6	27,27	7	31,82
	1001₺-2000₺	12	50,00	8	33,33	4	16,67
	2001₺-3000₺	17	39,53	14	32,56	12	27,91
	3001₺-4000₺	11	37,93	15	51,72	3	10,34
	4001₺-5000₺	13	68,42	3	15,79	3	15,79
	5001₺-6000₺	6	66,67	2	22,22	1	11,11
	6001₺-7000₺	5	71,43	2	28,57	0	0,00
	7001₺ ve Üzeri	5	41,67	3	25,00	4	33,33

Eğitim düzeyini en çok lisans mezunu (n=86, %52.1) ile ön lisans (n=32, %19.4) mezunları oluşturmaktadır. Meslek gruplarına bakıldığında memur olan (n=61 kişi %3.0), öğrenci olan (n=46, %27.49), ev hanımı olan (n=25 %15.2) kişiden oluştuğu ve çoğunluğun memur olduğu görülmektedir. Hanedeki birey sayısı üç kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=37, %22.4) dört kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=29, %17.6) beş kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=23, %13.9) altı kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=21, %12.7) iki kişiden oluşan tüketicilerin oranı (n=19, %11.5) ve diğerlerinin toplamı (n=36, %22.0) olarak bulunmuştur. Aylık hane halkı gelirinde çoğunluğu 2001-3000₺ grubunda yer alan (n=43, %26.1) ile 3001-4000₺ olan (n=29,%17.6) oluşturmaktadır.

**Çizelge 3.** Reklamından etkilenilen organik ürünler**Table 3.** Organic products affected by advertising

	N	%
Sebze ve Meyve	121	73,3
Et ve Et Ürünleri	105	63,3
Süt ve Süt Ürünleri	103	62,6
Kuru Bakliyat	97	58,8
Unlu Mamuller	90	54,8
Sıcak ve Soğuk İçecekler	80	48,3
Kuru Meyveler ve Çerezler	84	50,7

Çizelge 3'te görüldüğü üzere en çok hangi organik gıda ürün reklamından etkilenirsiniz sorusuna cevap veren tüketicilerden 121 kişi (%73.3) organik sebze ve meyve, 105 kişi (%63.3) organik et ve et ürünleri ve 103 kişi (%62.6) ise organik süt ve süt ürünlerinin reklamından etkilendiğini belirtmiştir.

**Çizelge 4.** Karar ağacı analizi sınıflandırma sonuçları**Table 4.** Decision tree analysis classification results

Sınıflandırma	Tahmin edilen			
	Gözlemlenen	Evet	Hayır	Fikrim Yok
Evet		51	26	1
Hayır		10	40	3
Fikrim Yok		10	11	13

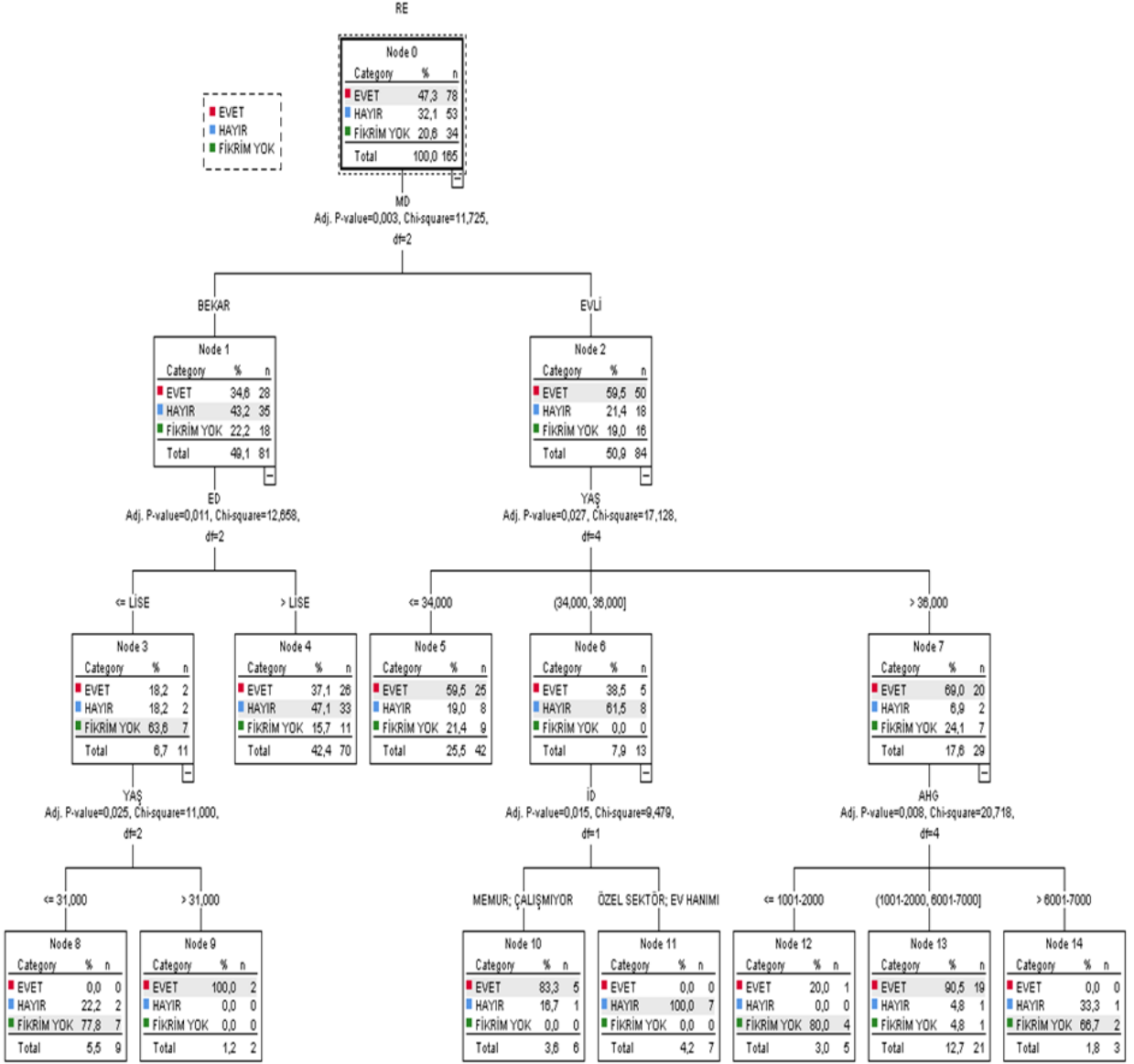
Çizelge 4'deki sonuçlara göre şekil 2'deki karar ağacının; Duyarlılık % 71.8, Özgüllük % 71.2 ve Test geçerliliği % 71.51 olarak tespit edilmiştir.

Şekil 2'de CHAID algoritması ile oluşan karar ağacı üç ağaç derinliğinden oluşmaktadır. Kök düğüm (Düğüm 0), bu araştırmaya konu olan organik gıda ürün reklamından etkilenme seviyesini içerdiği heterojen gruptur. Anketi cevaplayan 165 kişiden 78 kişi (%47.3) organik gıda ürün reklamından etkilendiği, 53 kişinin (%32.1) etkilenmediği ve 34 kişinin (%20.6) fikir beyan etmediği görülmektedir.

Bu bulgu reklam uygulamalarının organik gıdalara olan talebe katkı sağladığının bir göstergesi olarak düşünülebilir. Bu bulgu alan yazında reklamın etkisine yönelik bazı çalışmaların bulgularıyla paralellik göstermektedir. Örneğin Çevik (2011), bir ürünün reklamının var olmuş olması, o ürüne olan ilgimizi, talebimizi daha çok artırdığını belirtmiştir. Yine benzer bir çalışmada da Yılmaz vd. (2007), Tekirdağ'da yaptıkları çalışmada tüketici grubunun büyük çoğunluğu (% 57), reklamdan etkilenerek gıda maddeleri aldıklarını bildirmişlerdir.

Kök düğüm medeni duruma göre iki düğüm olarak dallanmaktadır. Düğüm bir (81 kişinin bulunduğu alt grup) bekâr olan bireylerin organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 28 kişi (%34.6), reklamdan etkilenmeyen ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise toplamda 53 kişi (%65.4) olduğu görülmektedir. Düğüm iki (84 kişinin bulunduğu alt grup) evli olan bireylerin organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 50 kişi (%59.5), reklamdan etkilenmeyen ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise toplamda 36 kişi (%40.4) olduğu görülmektedir.

Araştırma kapsamına alınan organik gıda tüketicilerinin medeni durumlarının birbirine yakın dağılım gösterdiği görülmektedir. İnci vd. (2017)'nin yaptıkları çalışmada evli olan tüketicilerin bekarlara nazaran daha fazla organik gıdaları tercih ederken; İçli vd. (2016) tüketicilerin medeni durumlarının organik gıda satın alma tercihlerinde etkili bir faktör olmadığını belirtmişlerdir.



Şekil 2. Organik gıda ürün reklamından etkilenme karar ağacı.

Figure 2. Organic food product advertising influenced decision tree.

Düğüm iki ikinci ağaç derinliğinde olan üç alt gruba bölünmüştür. Düğüm iki, yaş değişkenine göre düğüm beş terminal düğüm olup (42 kişinin bulunduğu alt grup) ≤ 34 yaşındakilerin organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 25 kişi (%59,5), reklamdan etkilenmeyen ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise toplamda 17 kişi (%40,4) olduğu görülmektedir. Düğüm altıda (13 kişinin bulunduğu alt grup) 35 ve 36 yaşında olan bireylerin organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 5 kişi (%38,5), reklamdan etkilenmeyenlerin oranı ise 8 kişi (%61,5) olduğu görülmektedir. Düğüm yedide (29 kişinin bulunduğu alt grup) >36 yaşında olan bireylerin organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 20 kişi (%69), reklamdan etkilenmeyen ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise toplamda 9 kişi (%31) olduğu görülmektedir.

Bu bulgu genç yaştaki bireylerin zamana ayak uydurması sosyal medyayı daha çok ve etkin kullanması olabilir. Nitekim Yılmaz vd. (2007), Tekirdağ'da yaptıkları araştırmada reklamlardan en çok etkilenen tüketici grubunun genç grup olduğunu (% 41) belirtmişlerdir. Çevik (2011) reklamın en çok yaş aralığı 17-24 olan tüketicilerde etkili olduğu görüldüğünü ifade etmiştir. Dilber & Dilber (2013), medyada yer alan reklamlardan daha çok etkilenen ve ürün satın alanların 27 yaş ve üzeri gençlerin olduğunu bildirmişlerdir.

Düğüm altı üçüncü ağaç derinliğinde olan iki alt terminal gruba bölünmüştür. İş durumu değişkenine göre Düğüm 10 (6 kişinin bulunduğu alt grup) memur ve çalışmayan bireylerin organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 5 kişi (%83.3), reklamdan etkilenmeyenlerin oranı ise 1 kişi (%16.7) olduğu görülmektedir. Düğüm 11 (7 kişinin bulunduğu alt grup) özel sektör ve ev hanımı olan bireylerin tamamı 7 kişi (%100) organik gıda ürün reklamından etkilenmediği görülmektedir.

Bu bulguda iş durumuna bakıldığında memur ve çalışmayanların organik gıda ürün reklamından etkilenme sebebi olarak, memurların organik gıdaya daha fazla rağbet etmeleri ve çalışmayan kişilerin ise geniş zamanları olması sebebiyle bu konulara ilgili olabilme ihtimalleri gösterilebilir aynı zamanda özel sektörde çalışan kişilerin ve ev hanımlarının etkilenmeme sebebi olarak yine çok yoğun çalışmaları sebebiyle bu tür konulara vakitlerinin az olması düşünülebilir. Benzer çalışmalarda da bu bulgu desteklenmiştir. Örneğin; Taşdemir & Tan (2020), reklam, haber ve kampanya çalışmalarından etkilenme düzeyleri meslek gruplarına göre farklılık gösterdiğini ve bu farklılıklar memur-diğer, işçi-diğer, ev hanımı-emekli, ev hanımı-öğrenci, ev hanımı-işsiz ve ev hanımı-serbest meslek grupları arasında görüldüğünü belirtmişlerdir.

Düğüm yedi üçüncü ağaç derinliğinde olan üç alt terminal gruba bölünmüştür. Aylık hane geliri değişkenine göre Düğüm 12 (5 kişinin bulunduğu alt grup) ≤1001₺-2000₺ olan bireylerin organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 1 kişi (%20) ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise 4 kişi (%80) olduğu görülmektedir. Düğüm 13 (21 kişinin bulunduğu alt grup) 2001₺-6000₺ arasında olan bireylerin organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 19 kişi (%90.4), reklamdan etkilenmeyen ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise toplamda 2 kişi (%9.6) olduğu görülmektedir. Düğüm 14 (3 kişinin bulunduğu alt grup) <6001₺-7000₺ olan bireylerin organik gıda ürün reklamından etkilenmeyen ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise toplamda 3 kişi (%100) olduğu görülmektedir.

Bu bulguda aylık hane gelire bakıldığında organik gıda ürün reklamından etkilenme düzeyinde orta gelirli olanların etkilenme oranının daha fazla olduğu görülmektedir. Organik ürünlerin fiyatları muahedelerine oranla yüksek fiyatlı olduğundan belli gelire sahip bireylerin dikkatini çekmesi düşünülebilir.

Benzer çalışmalarla da bu bulgu desteklenmiştir. Örneğin Canarşlan vd. (2019), çalışmalarında tüketicilerin çoğu (%85) diğer ürünlerin fiyatlarına göre organik ürün fiyatlarının daha pahalı bulunduğunu belirtmiştir. Seçer (2010), tüketicilerin (%43,1) organik ürün tüketmelerini engelleyen en önemli faktörün fiyat olduğunu saptamıştır.

Diğer taraftan karar ağacına bakıldığında bekâr olan bireylerin eğitim ve yaş durumundan dallandığı görülmektedir. Yaş durumu terminal düğüm olup eğitim durumu ≤lise olan bireyler (11 kişinin bulunduğu alt grup) organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 2 kişi (%18.2), reklamdan etkilenmeyen ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise toplamda 9 kişi (%81.8) olduğu görülmektedir. Eğitim durumu <lise olan bireyler (70 kişinin bulunduğu alt grup) organik gıda ürün reklamından etkilenme oranı 26 kişi (%37.1), reklamdan etkilenmeyen ve fikir beyan etmeyenlerin oranı ise toplamda 44 kişi (%62.9) olduğu görülmektedir.

Bu bulgu eğitim düzeyine göre organik gıda ürün reklamından etkilenmede farklılık olduğunu göstermiştir. Benzer çalışmalarda da bu bulgu desteklenmiştir. Örneğin; Fırat vd. (2014), içecek ürünleri satın alma davranışlarında lise mezunları diğer tüm eğitim düzeyine sahip tüketicilere nazaran reklamlardan daha çok etkilenmekte olduğunu belirtmişlerdir.

## SONUÇ

Üretimin belli kurallar ve denetim altında yapılması sebebiyle organik tarım, güvenli olan ve geleneksel tarımın aksine sağlığa ve çevreye olumsuz etkisi olmayan, kimyasal ilaç ve gübrelerin kullanılmadığı bir üretim şeklidir. Tüketiciler ve üreticiler için çok fazla avantajları ve dezavantajları bulunan organik gıdalar organik tarım faaliyetleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenden dolayı tercih edilebilirlikte tüketiciler tarafından farklılıklar oluşmaktadır (Sancaktar Meral, 2019).

Yayım faaliyetleri yoluyla bilgi düzeylerinin artırılması ve örgütlenmesi önem taşımaktadır (Karaturhan vd., 2018). Bazı endüstriyel gıda maddelerinin reklamları hem basında hem radyo ve televizyonda önemli bir yer tutmaktadır. Tüketici veya ürünün kullanıcılarına bilgi taşımak ve tüketici üzerinde algılama etkisi oluşturmak ya da onun algılanmasını değiştirmek reklamın faktörlerindedir. Belli ürün özelliklerinin algılanmasındaki değişim tüketicinin davranışlarını ve tercihlerini değiştirir. Böylelikle tüketici davranışındaki değişim, toplumun gıda tüketiminde artışa ya da tüketicinin tüketim sepetinde değişime yol açabilir (Foker & Ward, 1993; Yılmaz vd., 2007).

Bu araştırmada organik gıda ürün reklamından etkilenme düzeyi incelenmiştir. Sonuç olarak araştırmadan elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde organik gıda ürün reklamından etkilenme düzeyi üzerinde çeşitli demografik özelliklerin, farklı etkilere sahip olduğu görülmüştür. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre organik gıda ürün reklamından etkilenme düzeyini; Medeni durum, aylık hane halkı geliri, eğitim durumu, iş durumu ve yaş faktörünün belirlemiştir. Yapılan yorumlar ve değerlendirmeler ile sosyal medya daha etkin kullanılarak tüketicilerin organik ürünler hakkında bilgi sahibi olabilmeleri, kolaylıkla ulaşabilmeleri sağlanabilir ve tüketici tercihleri üzerinde etkili olabilir. Böylelikle bilgi düzeylerinin artması tüketicilerin organik ürünlere olan taleplerini artırabilir. Organik ürün üreticilerine maddi destek verilerek organik ürün üretiminin artırılması, fiyatlarında indirim sağlanması ile daha çok tüketiciye ulaşılabilirliği sağlayacaktır. Sonraki çalışmalarda organik gıda tüketicilerinin demografik özellikleri ile satın alma tercihleri kıyaslanabilir ve organik gıda üreticileri ile bir çalışma yapmak (üretim sorunları, destekler vb.) da önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Ak, İ. ,2004. "Ekolojik tarım ve hayvancılık, 490-497". 4.Ulusal Zootekni Bilim Kongresi (1-4 Eylül 2004, Isparta) Bildirileri, 8 s.
- Aktuğlu, I. K., 2006. Tüketicinin bilgilendirilmesi sürecinde reklam etiği. Küresel İletişim Dergisi, 2: 1-20.
- Anonim, 2021a. İğdir haritası. (Web sayfası: <https://www.milliyet.com.tr/egitim/haritalar/igdir-haritasi-igdir-ilceleri-nelerdir-igdir-ilinin-nufusu-kactir-kac-ilcesi-vardir-6311219>) (Erişim tarihi: Temmuz, 2021).
- Anonim, 2021b. İğdir nüfusu. (Web sayfası: [https://www.nufusu.com/ilce/merkez\\_igdir-nufusu#:~:text=Merkez%20n%C3%BCfusu%202020%20y%C4%B1%C4%B1na%20g%C3%B6re,%2C%20%49%2C26%20kad%C4%B1nd%C4%B1r](https://www.nufusu.com/ilce/merkez_igdir-nufusu#:~:text=Merkez%20n%C3%BCfusu%202020%20y%C4%B1%C4%B1na%20g%C3%B6re,%2C%20%49%2C26%20kad%C4%B1nd%C4%B1r)) (Erişim tarihi: Şubat, 2021).
- Bulut, E., 2018. İstanbul İli'nde Organik Gıda Tüketimini Etkileyen Özellikler Üzerine Bir Araştırma. Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Bursa, 93 s.
- Canan, S., N. İ. Abacı, V. Ceyhan & K. Demiryürek, 2018. Samsun ili Çarşamba ilçesinde kivi yetiştiren tarım işletmelerinin üretim etkinliği. Mediterranean Agricultural Sciences, 31 (3): 249-254.
- Canarlan, N. Ö. & C. Y. Uz, 2019. Annelerin ve hamilelerin organik gıda satın alma davranışları. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 18 (1): 457-478.
- Çalış A., S. Kayapınar & T. Çetinyokuş, 2014. Veri madenciliğinde karar ağacı algoritmaları ile bilgisayar ve internet güvenliği üzerine bir uygulama. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 25 (3): 2-19.
- Çamlıca, H. & R. Dişçi, 2008. Tanı testlerinde sınır değerlerin belirlenmesi. Türk Onkoloji Dergisi, 23 (1): 26-33.

- Çevik, M., 2011. Gıda Ürünlerinde Kullanılan Tutundurma Yöntemleri ve Reklamın Etkisi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 118 s.
- Demiryürek, K., 2011. Organik tarım kavramı ve organik tarımın dünya ve Türkiye'deki durumu. GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi, 28 (1): 27-36.
- Dilber, F. & A. Dilber, 2013. Üniversite öğrencilerinin gıda ürünleri tüketiminde medyanın etkisi: Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi öğrencileri üzerine bir araştırma. Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi, 2 (1): 64-82.
- Eryılmaz, G. A., K. Demiryürek & M. Emir, 2015. Avrupa Birliği ve Türkiye'de organik tarım ve gıda ürünlerine karşı tüketici davranışları. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 30 (2): 199-206.
- Firat, A., Z A Bulut & A. N. Karabulut, 2014. Hane halkının süpermarket alışverişlerindeki içecek ürünleri tercihlerine etki eden faktörlerin araştırılması. Journal of International Social Research, 7 (29): 387-398.
- Foker, O.D. & R.W. Ward, 1993. Commodity Advertising: The Economics and Mecerusement of Generic Programs. Lexington Books, Maxwell Macmillan International, New York, 245 pp.
- Gülsoy, T., 1999. İngilizce-Türkçe Reklam Terimleri ve Kavramları Sözlüğü. Adam Yayınları, İstanbul. 745 s.
- Güngör, İ., 2019. Üniversite Öğrencilerinin Organik Gıda Satın Alma İsteğini Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, Afyon, 61 s.
- İçli Eti, G., N. K. Anıl & B. Kılıç, 2016. Tüketicilerin organik gıda satın alma tercihlerini etkileyen faktörler. Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5 (2): 93-108.
- Kadirhanoğulları, İ. H., K. Karadaş, Ö. Özger & M. Konu Kadirhanoğulları, 2021. Karar ağacı algoritmaları ile organik ürün tüketici tercihlerinin belirlenmesi: İğdir ili örneği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 31 (1): 188-196.
- Kaplan, B., 2019. Van İlinde Organik Tarım ve Tuşba İlçesinde Organik Tarım Alanlarının Durumunun Belirlenmesi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, C Yüksek Lisans Tezi, Van, 114 s.
- Karadas, K. & İ H. Kadirhanogullari, 2017. Predicting honey production using data mining and artificial neural network algorithms in apiculture. Pakistan Journal of Zoology 49 (5):1611-1619.
- Karakaya, E., Ş. Çelik & M.R. Taysı, 2018. CHAID algoritması ile balık eti tüketimini etkileyen faktörlerin incelenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35 (2): 85-93.
- Karaturhan, B., A. Uzman & G. Koç, 2018. Türkiye'de kırsal kadınların aile işletmelerinde organik tarımı benimseme olasılığını etkileyen faktörler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 55 (2): 153-160.
- Midmore, P., S. Naspetti, A. M. Sherwood, D. Vairo, M. Wier & R. Zanolı, 2005. Consumer Attitudes to Quality and Safety of Organic and Low Input Foods: A Review. University of Wales, Aberystwyth, 63 pp.
- Sackett, D. L., 1973. The usefulness of laboratory tests in health-screening programs. Clinical Chemistry, 19 (4): 366-372.
- Sancaktar Meral, G., 2019. Yeşil Pazarlama Kapsamında Tüketicilerin Organik Gıda Tercihlerinin İncelenmesi. Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, V Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli, 147 s.
- Taşdemir, M. & A. Tan, 2020. Politik tutundurma faaliyetlerinin seçmenlerin demografik özellikleri bakımından incelenmesi: Gaziantep örneği. Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (Akad), 12 (23): 418-434.
- Ustaahmetoğlu, E. & İ. T. Toklu, 2015. Organik gıda satın alma niyetinde tutum, sağlık bilinci ve gıda güvenliğinin etkisi üzerine bir araştırma. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(1): 197-211.
- Yamane, T., 2010. Temel Örneklem Yöntemleri. Gazi Üniversitesi Fen-Edebiyat Fak. İstatistik Bölümü Literatür Yayınları, No.53, 116 s.
- Yılmaz, E., İ. Yılmaz & H. Uran, 2007. Gıda maddeleri tüketiminde medyanın rolü: Tekirdağ İli örneği. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2007 (3): 9-14.

## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):171-181  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.894427>

Mahmut TEPECİK<sup>1\*</sup> 

H. Hüsnü KAYIKÇIOĞLU<sup>1</sup> 

Sıdıka KILIÇ<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[mahmut.tepecik@ege.edu.tr](mailto:mahmut.tepecik@ege.edu.tr)

**Anahtar sözcükler:** Karbon, makro element, mikro element, tarımsal atık, verim

**Keywords:** Carbon, macro element, micro element, agricultural waste, yield

# Farklı piroliz sıcaklıklarında elde edilen biyokömürün mısır bitkisinin bitki besin elementleri üzerine etkisi\*

Effects of biochar obtained at different pyrolysis temperatures on plant nutrients of maize

\*Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından FLP-2019-21330 numaralı proje olarak desteklenmiştir.

Received (Alınış): 10.03.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 11.08.2021

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada Belediye park ve bahçe budama atıklarından farklı piroliz sıcaklıklarında 300, 500 ve 700 °C de biyokömür elde edilmiştir. Farklı dozlarda uygulanarak, mısırın toprak üstü aksamının (gövde+yaprak) bitki besin elementleri ile yaş ve kuru ağırlıkları incelenmiştir.

**Materyal ve Yöntem:** Saksı denemesi şeklinde yapılan çalışmada, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı, 3 farklı piroliz sıcaklığındaki T1 (300°C), T2 (500°C) ve T3 (700°C) 5 biyokömür dozu bunlar; kontrol, 1 t/da, 2 t/da, 3 t/da ve 6 t/da olarak uygulanmış ve toplamda (3x5x3) 45 saksı ile yürütülen denemede test bitkisi olarak Hido silajlık mısır (*Zea mays* L.) çeşidi yetiştirilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** En yüksek N ve B elementleri 300°C'de elde edilen biyokömür uygulamasında en düşük ise 700°C'de elde edilen biyokömür uygulamasında elde edilmiştir. Fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, çinko, bakır ve mangan elementleri en yüksek 700°C de elde edilen biyokömür uygulamasında, en düşük ise 300°C'de elde edilen biyokömür uygulamasında belirlenmiştir. En yüksek yaş ve kuru ağırlık değerleri sırasıyla 700°C ve 300°C'deki uygulamalarında saptanmıştır.

**Sonuç:** Biyokömür uygulamalarının tarla çalışmalarında uzun dönemlere göre planlanması ve toprak analiz sonuçlarına göre biyokömür uygulamalarının yapılması daha çok fayda sağlayabilir. Genel olarak piroliz sıcaklığı 700°C'de ve 6 t/da biyokömür uygulaması önerilebilir.

## ABSTRACT

**Objective:** In this study, biochar was obtained from municipal park and garden pruning wastes at different pyrolysis temperatures at 300, 500 and 700° C. Contents of plant nutrients, fresh and dry weights above-ground parts (stem+leaf) of maize were investigated.

**Material and Methods:** In pot experiment study, 5 biochar doses were obtained at 3 different pyrolysis temperatures T1 (300° C), T2 (500° C) and T3 (700° C), 3 replicates according to the randomized plot trial design control, 1 t/da, 2 t/da, 3t/da and 6 t/da. Experiment conducted with 45 pots (3x5x3), Hido silage maize (*Zea mays* L.) variety was grown as a test plant.

**Results:** The highest N and B elements were obtained biochar application at 300°C while the lowest ones at 700°C. Phosphorus, potassium, calcium, magnesium, iron, zinc, copper and manganese elements were also determined and the highest values were obtained at 700°C and the lowest ones at 300°C in biochar application. The highest fresh and dry weight were obtained at 700°C and 300°C, respectively.

**Conclusion:** Biochar applications for long periods in field studies and according to the results of soil analysis can provide more benefits. Generally, the pyrolysis temperature of 700°C and 6 t/da biochar application can be recommended.

## GİRİŞ

Biyokömür, organik maddelerin oksijensiz ortamda pirolizi ya da çok az oksijen ile gazlaştırma işlemiyle elde edilen yüksek karbon ve mineral madde içeren ürün olarak tanımlanmaktadır (Lehmann, 2007). Bitki ve hayvan kökenli biyokütlelerin oksijensiz veya az oksijenli bir ortamda piroliz edilmesi sonucu elde edilen biyokömür, karbonca zengin olan organik bir madde olarak da belirtilmektedir (Ahmad et al., 2014). Son yıllarda dünyada organik atıkların geri kazanımına verilen önem hızla artmış ve biyokütlenin dönüşümüne yönelik çok sayıda teknik geliştirilmiştir. Piroliz, kabul gören ve kullanım alanı bulan önemli biyokütle termokimyasal dönüşüm tekniklerinden birisi olarak, çeşitli yönleriyle farklı amaçlar için kullanılmaktadır (Kambo & Dutta, 2015). Tarımsal atıklar, ormancılık atıkları ve arıtma çamuru gibi pek çok materyal biyokütle ve biyoçar üretiminde kullanılabilir (Namlı vd., 2017; Banik et al., 2018; Xu et al., 2019), bu konuda bitkiler üzerine biyokömür uygulamalarının etkileri incelenmiştir (Erdem et al., 2017; Demirbas et al., 2017; Acir & Erdem, 2020). Biyokömürün en yaygın kullanım şekli toprağa uygulamaktır (Dias et al., 2010). Biyokömür, toprak iyileştiricisi, organik gübre, hayvan yemlerinde katkı maddesi, kimi zehirli gazların absorblayıcısı, enerji depolama ortamı, bazı reaksiyonlarda katalizör, binaların yapımında yapı malzemesi ve sulardaki ağır metaller ile organik kirleticilerin giderilmesinde adsorbent olarak birçok alanda kullanılmaktadır. Ülkemiz biyokömür üretiminde kullanılacak tarımsal (bağ, bahçe, tarla tarımı) ve hayvansal üretim (büyükbaş, küçükbaş, kanatlı) atıklarının biyokömüre dönüştürülebilecek büyük bir potansiyele sahiptir (Akgül, 2017). Toplam biyokömür potansiyelinin %77'sini hayvansal atıklar, %22.5'ini bahçe ve bağ budama atıkları, %0.6'sını ise tarla tarımı atıkları oluşturduğu belirtilmektedir (Sümer vd., 2016).

Bu çalışmada Belediye park ve bahçe budama atıkları elde edilmiştir. Elde edilen bu atıklardan farklı sıcaklıklarda 300, 500 ve 700°C de biyokömür elde edilerek mısır bitkisine farklı dozlarda uygulanarak, mısırın bitki besin elementleri ve bitkinin yaş ve kuru ağırlıkları değişimleri belirlemek için yapılmıştır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Belediye rekreasyon alanlarından elde edilen budama atıklarından 300, 500 ve 700°C'lik sıcaklıklarda, 10-50°C/dak arasında değişen ısı artışları uygulanarak biyokömür elde edilmiştir (Kambo & Dutta, 2015). Ham materyal ve farklı piroliz sıcaklıklarında elde edilen biyokömürlerin analiz sonuçları Çizelge 1'de sunulmuştur. Denemede kullanılan toprak, hava kurusu hale geldikten sonra 2 mm'lik elekten elenerek saksı denemesi 7 Mayıs 2020 tarihinde kurulmuştur. Deneme toprağının analiz sonuçları Çizelge 2'de izlenmektedir.

10 kg toprak içeren saksılarda gerçekleştirilen uygulama dozları farklı sıcaklıklardaki T1 (300°C), T2 (500°C) ve T3 (700°C) piroliz işlemiyle elde edilmiş biyokömürler kontrol (0), 1 ton/da, 2 ton/da, 3 ton/da ve 6 ton/da şeklinde uygulanmıştır. Sabit dozda tüm saksılara 1 t/da vermikompost ve kimyasal gübre uygulamaları yapılmıştır. Tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekrarlı, 3 farklı sıcaklıkta elde edilmiş olan 5 farklı biyokömür dozu uygulanmış ve toplamda (3x5x3) 45 saksı ile yürütülen denemede test bitkisi olarak Hido silajlık mısır (*Zea mays* L.) kullanılmıştır. Denemedeki tüm saksılara tohum ekimi ile birlikte 300 ppm azotun (N) yarısı 150 ppm (1/2) amonyum sülfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) %21 N gübresinden uygulanmıştır. Fosfor (P) 80 ppm ve 100 ppm potasyumun (K) tamamı ise mono potasyum fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) gübresi (0:52:34) ile ekimle birlikte uygulanmıştır. Denemede biyokömür dozları, kimyasal gübreler ve vermikompost plastik bir kap içerisinde homojen olarak karıştırıldıktan sonra saksılara doldurulmuştur. Saksılara uygulamalar yapıldıktan sonra her saksıya 6 adet mısır tohum ekimi yapılarak çeşme suyu ile sulanmış ve saksıların altına saksı altlığı konularak sulama esnasında sızan su tekrar saksılara ilave edilmiştir. Tohum çıkışları 13 Mayıs'ta başlamış, çimlenme gerçekleştikten sonra her saksıda iki adet mısır bitkisi kalacak şekilde seyreltilme işlemi yapılmış ve N'lu gübrenin kalan yarısı ise 150 ppm olarak üst gübre şeklinde üre (%46 N) gübresi ile 16.06.2020 tarihinde uygulanmıştır. Sulama faaliyeti toprağın tarla kapasitesinden eksilen su miktarının gravimetrik olarak çeşme suyu ile yapılmıştır.



Mısır bitkisinde tepe püskülünün oluşmasıyla 21 Temmuz'da hasat yapılmıştır. Toprak üstü aksamının (gövde+yaprak) biyokütle ağırlığı belirlendikten sonra, bitkiler çeşme ve saf su ile yıkanarak etüvde 65-70°C de kurutulduktan sonra, değirmenden öğütülerek analizlere hazır hale getirilmiştir. Deneme sonunda her bir saksıdaki bitki örneklerinde toprak üstü aksamında (gövde+yaprak) bitki besin elementleri belirlenmiştir. Element konsantrasyonları kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

**Çizelge 1.** Ham materyal ve biyokömürlerin analiz sonuçları

**Table 1.** Analysis results of raw materials and biochar

Parametreler	Ham materyal	T1	T2	T3
pH	6.04±0.01	7.72±0.02	9.25±0.02	9.72±0.02
E.C (1:10) (dS/m)	1.54±0.09	1.04±0.02	2.25±0.02	2.74±0.02
Organik madde (%)	93.40±0.16	92.40±0.16	83.86±0.24	85.80±0.16
Nem 105°C'de (%)	7.79±4.70	10.02±0.43	9.73±0.37	8.95±0.50
C/N	63.74±0.50	45.55±0.56	48.17±0.92	50.61±0.16
Organik C (%)	54.17±0.09	53.59±0.09	48.64±0.14	49.77±0.09
Toplam N (%)	0.85±0.01	1.18±0.01	1.01±0.02	0.98±0.005
Toplam fosfor (%)	0.09±0.003	0.19±0.005	0.20±0.01	0.24±0.005
Toplam potasyum (%)	0.47±0.01	1.09±0.01	1.32±0.04	1.71±0.01
Toplam kalsiyum (%)	1.07±0.03	1.53±0.07	3.42±0.04	3.52±0.21
Toplam magnezyum (%)	0.13±0.005	0.23±0.01	0.46±0.02	0.52±0.03
Toplam sodyum (mg/kg)	454.56±12.60	477.60±7.74	1268.90±14.90	1931±19.3
Toplam demir (mg/kg)	203.42±5.60	163.05±2.65	1331.49±14.2	3323.89±9.9
Toplam bakır (mg/kg)	38.34±0.78	43.05±0.47	49.38±0.93	48.89±0.65
Toplam çinko (mg/kg)	61.83±0.37	71.91±2.23	143.82±2.11	170.41±1.73
Toplam mangan (mg/kg)	19.52±1.44	37.64±4.04	93.95±1.56	154.62±2.90
Toplam bor (mg/kg)	75.22±4.24	69.50±0.93	48.68±0.94	42.13±0.77

**Çizelge 2.** Saksı denemesi toprak analiz sonuçları

**Table 2.** Pot experiment soil analysis results

pH	6.77	Alınabilir P	111.76
EC (dS/m)	1.51	Alınabilir K	127.50
Kireç	4.06	Alınabilir Ca	2748
Kum	63.28	(mg/kg) Alınabilir Mg	830
Mil	28.00	Alınabilir Na	123.20
(%) Kil	8.72	Alınabilir Fe	14.19
Bünye	Kumlu tın	Alınabilir Zn	6.45
O.Madde	1.73	Alınabilir Mn	17.70
Toplam N	0.101	Alınabilir Cu	1.47
		Alınabilir B	0.97

### **Bitki örnekleri analiz yöntemleri**

Biyokütle; hasat sırasında bitki örneklerin uygulamalara göre önce yaş ağırlıkları belirlenmiş. Temizlik işlemlerinden sonra çeşme ve saf su ile yıkanarak etüvde 65-70°C de kurutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlık değerleri belirlenmiştir. Kuru madde; bitki örneklerinin 105°C'de etüvde kurutulmasına dayalı gravimetrik yöntemle belirlenmiştir (Kacar & İnal, 2008). Bitki besin elementi analizleri Toplam N, Bremner (1965) tarafından bildirildiği şekilde Kjeldahl yöntemine göre saptanmıştır. Diğer besin elementleri örneklerde yaş yakma (HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub>; 4:1) sonrası P, vanadomolibdo fosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometrik olarak (Lott et al., 1956), K, Ca ve Na flame (alev) fotometre ile Mg, Fe,

Zn, Mn ve Cu ise Atomik Absorbsiyon Spektrofotometrede ölçülerek belirlenmiştir (Kacar & İnal, 2008). Örneklerde B analizi kuru yakma sonrası azomethin H yöntemi ile spektrofotometrik olarak belirlenmiştir (Wolf, 1971).

Verilerin istatistik analizinde SPSS 22.0 programı kullanılmıştır. Uygulamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile belirlenmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### Bitki besin elementleri

#### Azot (N)

Biyokömür uygulamalarının ve sıcaklık farklarının mısırın toprak üstü aksamının N içeriğine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. T1'de elde edilen biyokömür uygulamalarında toplam N içeriği %2.24-2.87 aralığında saptanmıştır. T2'de elde edilen biyokömür uygulamalarında toplam N değişimi %2.19-2.60 olarak belirlenmiş. T3'de elde edilen biyokömür uygulamalarında en düşük toplam N değeri kontrol saksılarında %2.17 ve 6 ton/da biyokömür uygulamasında %2.56 ile en yüksek değeri aldığı saptanmıştır. En yüksek toplam N değerleri T1 sıcaklığında elde edilen biyokömür uygulamasında bunu sırasıyla T2 ve T3 sıcaklığında elde edilen biyokömür uygulamaları izlemiştir (Çizelge 3). Çakır & Çimrin (2018) mısır bitkisinin kök üstü aksamı için toplam N %1.82-3.96 olarak belirtilen değerlere benzerlik göstermiştir. Biyokömür uygulamaları mısır bitkisinin toprak üstü aksamının toplam N değerini arttırdığı Demirbaş & Çoşkan (2019) tarafından da belirtilmiştir.

**Çizelge 3.** Biyokömür uygulamalarının toplam N (%) üzerine etkisi

**Table 3.** The effect of biochar applications on total N content (%)

Uygulamalar	T1			T2			T3			
Kontrol	2.24	d	A	2.19	d	AB	2.17	c	B	*
1 t/da	2.32	d	A	2.25	d	AB	2.21	c	B	**
2 t/da	2.45	c	A	2.37	c	B	2.34	b	B	**
3 t/da	2.58	b	A	2.49	b	B	2.41	b	B	**
6 t/da	2.87	a	A	2.60	a	B	2.56	a	B	**
		**			**			**		

LSD<sub>0,01</sub>:0.088 LSD<sub>0,05</sub>:0.065; \* = %5 düzeyinde önemli, \*\* = %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

#### Fosfor (P)

Farklı piroliz sıcaklıklarda biyokömürlerin bitkinin toprak üstü aksamının P içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuş ve farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4). Fosfor değerleri T1'deki biyokömür uygulamasında %0.19-0.45, T2'deki biyokömür uygulamasında %0.20-0.47 ve T3'deki biyokömür uygulamasında %0.18-0.49 aralığında saptanmıştır. Her üç piroliz sıcaklık değişiminde elde edilen biyokömür uygulamalarında en düşük değerler kontrol uygulamalarında ve en yüksek değerler ise 6 ton/da biyokömür uygulamalarında elde edilmiştir. En yüksek P değeri T3'deki biyokömür uygulamasında elde edilmiştir. Inal et al. (2015)'in yaptığı çalışmalarda belirttiği gibi bu çalışmada da biyokömür uygulamalarıyla bitki P içeriği artış göstermiştir. Demirbaş & Çoşkan (2019) mısırın toprak üstü aksamı P içeriği %0.27-0.39 değerlerine benzerlik göstermiştir. Jones et al. (1991) tarafından mısır bitkisi için belirtilen %0.20 P değerine göre kontrol uygulaması haricindeki mısır bitkisinin P açısından yeterli grupta yer aldığı görülmüştür.

**Çizelge 4.** Biyokömürün uygulamalarının fosfor (%) üzerine etkisi**Table 4.** The effect of biochar applications on phosphorus content (%)

Uygulamalar	T1			T2			T3		
Kontrol	0.19	d	A	0.20	c	A	0.18	c	A
1 t/da	0.24	cd	A	0.24	bc	A	0.26	c	A
2 t/da	0.31	bc	A	0.30	b	A	0.35	b	A
3 t/da	0.34	b	B	0.39	a	AB	0.41	ab	A *
6 t/da	0.45	a	A	0.47	a	A	0.49	a	A
		**			**			**	

LSD<sub>0,01</sub>:0.088 LSD<sub>0,05</sub>:0.065; \*= %5 düzeyinde önemli, \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

**Potasyum (K)**

Uygulama dozlarının mısırın K içeriği üzerine etkisi istatistiki olarak önemli, fakat piroliz sıcaklıklarının etkisi önemsiz olmuştur. Potasyum değerleri T1'deki biyokömür uygulamasında %2.11-3.77, T2'deki biyokömür uygulamasında %2.03-3.69 ve T3'deki biyokömür uygulamasında %2.08-3.88 olarak hesaplanmıştır. En yüksek K değeri T3 uygulamasında elde edilirken bunu T1 ve T2'deki uygulamaları izlemiştir (Çizelge 5). Elde edilen sonuçlar Güngör (2018) tarafından belirtilen K %1.01-1.93 ve %0.75-1.88 değerlere göre farklılık Yağmur & Okur (2018) tarafından rapor edilen K %2.79-3.25 değerlere göre benzerlik gösterdiği izlenmektedir. Demirbaş & Çoşkan (2019) mısırın toprak üstü aksamının K değerinin %2 biyokömür uygulamasıyla en yüksek K %2.54 değeri ile uygulama dozlarıyla birlikte toprak üstü aksamının K içeriği artış göstermiştir. Mısır bitkisinin gelişme döneminde besin maddesi alımın seyri ve hızı azot ve fosfor alımınının çıkıştan yaklaşık iki hafta sonra hızlı, potasyumun ise gelişmenin 3-6.'nci haftalarında çok yüksek düzeyde olduğu belirtilmiştir (İrget vd., 2010).

**Çizelge 5.** Biyokömür uygulamalarının potasyum (%) üzerine etkisi**Table 5.** The effect of biochar applications on potassium content (%)

Uygulamalar	T1			T2			T3		
Kontrol	2.11	c	A	2.03	d	A	2.08	c	A
1 t/da	2.56	bc	A	2.38	cd	A	2.45	bc	A
2 t/da	2.77	bc	A	2.85	bc	A	2.98	b	A
3 t/da	3.28	ab	A	3.40	ab	A	3.77	a	A
6 t/da	3.77	a	A	3.69	a	A	3.88	a	A
		**			**			**	

LSD<sub>0,01</sub>:0.779 LSD<sub>0,05</sub>:0.579; \*= %5 düzeyinde önemli, \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

**Kalsiyum (Ca)**

Uygulamaları mısırın Ca içeriği üzerine etkisi uygulama dozlarına ve piroliz sıcaklıklarına göre istatistiki farklılık göstermiştir. T1'deki biyokömür uygulamasında %0.15-0.41, T2'deki biyokömür uygulamalarında %0.19-0.43 ve T3' de elde edilen biyokömür uygulamalarında Ca içeriği %0.17-0.48 olarak elde edilmiştir. En yüksek Ca değeri T3'deki biyokömür uygulamasında elde edilirken bunu T2'de elde edilen biyokömür ve son olarak da T1'de elde biyokömür uygulamaları izlemiştir (Çizelge 6). Bu yönde yapılan çalışmalara göre Demirbaş & Çoşkan (2019) mısırın toprak üstü aksamı için Ca %0.97-1.33; Güngör (2018)'e göre Ca %0.69-0.84 ve %0.82-1.08 ve Yağmur & Okur (2018) tarafından önerilen Ca %0.52-0.71 değerlere göre farklılık göstermiş ve daha düşük seviyede belirlenmiştir. Mısır bitkisinin

besin elementi içeriği dane ve silajlık amaçlı yetiştirilişine ve toprak özelliklerine göre (Oberle & Keeney, 1990b), bitki tür ve çeşitlerin (Noulas et al., 2004) bu farklılıklara neden olduğu belirtilmiştir. Bu farklılıkların üzerine toprak özellikleri, yapılan uygulamalar ve çeşit özelliklerinin etkili olduğu söylenebilir.

**Çizelge 6.** Biyokömür uygulamalarının kalsiyum (%) üzerine etkisi

**Table 6.** The effect of biochar applications on calcium content (%)

Uygulamalar	T1			T2			T3			
Kontrol	0.15	d	B	0.19	d	A	0.17	c	AB	*
1 t/da	0.19	d	A	0.22	d	A	0.22	c	A	
2 t/da	0.27	c	B	0.31	c	AB	0.33	b	A	**
3 t/da	0.34	b	B	0.38	b	B	0.45	a	A	**
6 t/da	0.41	a	B	0.43	a	B	0.48	a	A	**
		**			**			**		

LSD<sub>0,01</sub>:0.050 LSD<sub>0,05</sub>:0.037 ; \*= %5 düzeyinde önemli, \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

### **Magnezyum (Mg)**

Biyokömür uygulama dozlarına ve farklı piroliz sıcaklığına göre önemli düzeyde etkili olmuştur. T1 deki biyokömür uygulamalarında Mg %0.24-0.48, T2 deki biyokömür uygulamalarında magnezyum değişimi %0.25-0.49 ve T3 de elde edilen biyokömür uygulamalarında Mg içeriği %0.26-0.52 olarak saptanmıştır (Çizelge 7). Demirbaş & Çoşkan (2019) mısırın toprak üstü aksamı için Mg %0.60-0.78 ve Güngör (2018) tarafından çeşitlere göre Mg %0.59-0.64 ve %0.49-0.57 olarak belirtilen değerlerden farklı seviyede belirlenmiştir. Yağmur & Okur (2018) tarafından belirtilen Mg %0.26-0.30 değerlere göre benzerlik gösterdiği söylenebilir.

**Çizelge 7.** Biyokömür uygulamalarının magnezyum (%) üzerine etkisi

**Table 7.** The effect of biochar applications on magnesium content (%)

Uygulamalar	T1			T2			T3			
Kontrol	0.24	d	A	0.25	d	A	0.26	d	A	
1 t/da	0.29	cd	B	0.33	c	AB	0.36	c	A	*
2 t/da	0.36	bc	B	0.41	b	AB	0.44	b	A	**
3 t/da	0.40	b	B	0.44	ab	AB	0.46	ab	A	*
6 t/da	0.48	a	A	0.49	a	A	0.52	a	A	
		**			**			**		

LSD<sub>0,01</sub>:0.073 LSD<sub>0,05</sub>:0.065 ; \*= %5 düzeyinde önemli, \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

### **Demir (Fe)**

Biyokömür uygulamalarının mısırın Fe içeriği üzerine etkisi uygulama dozlarına ve piroliz sıcaklığına göre istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Demir değerleri T1 de elde edilen biyokömür uygulamasında 68.92-110.15 mg/kg, T2 de elde edilen biyokömür uygulamasında Fe 66.20-112.07 mg/kg arasında ve T3 de elde edilen biyokömür uygulamasında 57.49-121.11 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 8). Her üç farklı sıcaklık değerlerinde elde edilerek uygulanan biyokömürlerin Fe miktarı en düşük kontrol ve en yüksek ise 6 ton/da uygulamalarında elde edilmiştir. Çakır & Çimrin (2018) kök üstü aksam Fe kapsamını 36.10-58.38 mg/kg olarak belirttiği değerlerden yüksek Fe değerleri saptanmıştır. Güngör (2018) tarafından çeşitlere göre Fe elementi miktarı 159-373 ve 207-384 mg/kg olarak belirtilen

değerlerden daha düşük seviyede Fe değerleri belirlenmiştir. Yağmur & Okur (2018) Fe miktarı 104.53-117.59 mg/kg ve Demirbaş & Çoşkan (2019) mısırın toprak üstü aksamının Fe kapsamını 49.8-99.9 mg/kg olarak belirttikleri değerlere genel olarak benzerlik gösterdiği söylenebilir.

**Çizelge 8.** Biyokömür uygulamalarının demir (mg/kg) üzerine etkisi

**Table 8.** The effect of biochar applications on iron (mg/kg)

Uygulamalar	T1			T2			T3			
Kontrol	68.92	c	A	66.20	b	AB	57.49	d	B	*
1 t/da	75.06	c	A	73.81	b	A	73.57	c	A	
2 t/da	93.20	b	A	98.13	a	A	98.83	b	A	
3 t/da	102.15	ab	B	106.17	a	AB	113.16	a	A	*
6 t/da	110.15	a	B	112.07	a	AB	121.11	a	B	*
		**			**			**		

LSD<sub>0.01</sub>:14.320 LSD<sub>0.05</sub>:10.642 ; \*= %5 düzeyinde önemli, \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

### **Çinko (Zn)**

Farklı piroliz sıcaklıklarının ve uygulamaların Zn üzerine etkisi istatistiki olarak önemli bulunmuştur. T1 de elde edilen biyokömür uygulamalarında çinko içeriği 21.88-44.27 mg/kg, T2 de elde edilen biyokömür uygulamalarında Zn değeri 28.46-48.28 mg/kg olarak ve T3 de elde edilen biyokömür uygulamalarında Zn 26.02-51.12 mg/kg arasında değişim göstermiştir (Çizelge 9). Genel olarak en yüksek Zn değeri T3 de elde edilen biyokömür uygulamasında elde edilirken bunu sırasıyla T2 de elde edilen biyokömür ve T1 de elde edilen biyokömür uygulamaları izlemiştir. Elde edilen sonuçlar, Yağmur ve Okur (2018) tarafından belirtilen 11.15-14.70 mg/kg Zn değerlerine ve Demirbaş & Çoşkan (2019) Zn kapsamını 8.1-20.7 mg/kg olarak belirttiği değerlerden yüksek olarak belirlenmiştir. Çakır & Çimrin (2018) kök üstü aksam Zn kapsamını 22.94-80.30 mg/kg ve Güngör (2018) tarafından çeşitlere göre Zn elementi miktarı 29.4-59.9 mg/kg ve 10.1-32.0 mg/kg olarak belirttiği değerler ile benzerlik göstermiştir.

**Çizelge 9.** Biyokömür uygulamalarının çinko (mg/kg) üzerine etkisi

**Table 9.** The effect of biochar applications on zinc (mg/kg)

Uygulamalar	T1			T2			T3			
Kontrol	21.88	d	B	28.46	c	A	26.02	b	AB	*
1 t/da	28.84	cd	A	33.57	bc	A	34.23	b	A	
2 t/da	33.58	bc	B	35.50	bc	AB	43.54	a	A	**
3 t/da	39.46	ab	B	39.38	b	B	46.30	a	A	*
6 t/da	44.27	a	B	48.28	a	AB	51.12	a	A	*
		**			**			**		

LSD<sub>0.01</sub>:8.796 LSD<sub>0.05</sub>:6.537 ; \*= %5 düzeyinde önemli, \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

### **Bakır (Cu)**

Bakır içeriği uygulama dozlarına ve piroliz sıcaklığına göre farklılık göstermiş ve istatistiki düzeyde önemli bulunmuştur. Bakır T1 de elde edilen biyokömür uygulamasında 6.11-9.72 mg/kg, T2 de elde edilen biyokömür uygulamasında 8.14-9.56 mg/kg aralığında belirlenmiş ve T3 de elde edilen biyokömür uygulamasında 7.91-9.97 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 10). Yağmur & Okur (2018) tarafından bildirilen Cu değerlerine göre 11.26-17.34 mg/kg ve Çakır & Çimrin (2018)'nin kök üstü aksam Cu

kapsamını 14.62-24.31 mg/kg değerlerinden farklılık göstermiştir. Güngör (2018) tarafından çeşitlere göre Cu elementi miktarı 7.53-12.26 mg/kg ve 8.60-17.33 mg/kg ve Demirbaş & Çoşkan (2019) mısırın toprak üstü aksamını Cu kapsamını 5.2-9.3 mg/kg olarak bildirilen değerler ile benzerlik göstermiştir.

**Çizelge 10.** Biyokömür uygulamalarının bakır (mg/kg) üzerine etkisi

**Table 10.** The effect of biochar applications on copper (mg/kg)

Uygulamalar	T1			T2			T3			
Kontrol	6.11	d	B	8.14	b	A	7.91	b	A	**
1 t/da	6.86	cd	B	8.22	b	AB	8.80	ab	A	**
2 t/da	7.78	bc	B	8.87	ab	AB	9.48	a	B	**
3 t/da	8.46	ab	B	9.11	ab	AB	9.73	a	A	*
6 t/da	9.72	a	A	9.56	a	A	9.97	a	A	
		**			*			**		

LSD<sub>0.01</sub>:1.439 LSD<sub>0.05</sub>:1.069 ; \*= %5 düzeyinde önemli, \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

### **Mangan (Mn)**

Mangan içeriği piroliz sıcaklığına ve uygulama dozlarına göre istatistiki olarak önemli düzeyde değişim göstermiştir. Mangan T1 de elde edilen biyokömür uygulamasında 30.44-40.83 mg/kg, T2 de elde edilen biyokömür uygulamasında 29.83-48.21 mg/kg aralığında ve T3 de elde edilen biyokömür uygulamasında 29.37-53.36 mg/kg aralığında değişim göstermiştir. En yüksek Mn değeri 700°C de elde edilen biyokömür uygulamasında belirlenmiştir (Çizelge 11). Elde edilen sonuçlar Yağmur ve Okur (2018) tarafından belirtilen 27.19-28.78 mg/kg Mn değerlerinden yüksek bulunmuştur. Çakır & Çimrin (2018) kök üstü aksam Mn kapsamını 82.54-175.18 mg/kg, Güngör (2018) tarafından çeşitlere göre Mn elementi miktarı 66.1-78.7 mg/kg ve 63.0-75.1 mg/kg ve Demirbaş & Çoşkan (2019) mısırın toprak üstü aksamını Mn kapsamını 41.6-64.1 mg/kg olarak belirtilen değerlere göre farklılık göstermiştir. Bu farklılıkların toprak, uygulama ve çeşit özelliklerinden ileri gelebilir.

**Çizelge 11.** Biyokömür uygulamalarının mangan (mg/kg) üzerine etkisi

**Table 11.** The effect of biochar applications on manganese (mg/kg)

Uygulamalar	T1			T2			T3			
Kontrol	30.44	c	A	29.83	c	A	29.37	c	A	
1 t/da	31.52	c	A	31.98	c	A	31.84	c	A	
2 t/da	35.10	bc	B	37.59	b	AB	40.90	b	A	**
3 t/da	37.28	ab	B	43.58	a	B	45.41	b	A	**
6 t/da	40.83	a	B	48.21	a	A	53.36	a	A	**
		**			**			**		

LSD<sub>0.01</sub>:5.494 LSD<sub>0.05</sub>:4.003 ; \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

### **Bor (B)**

Biyokömür dozlarının bor üzerine etkisi istatistiki olarak önemli düzeyde etki yapmıştır. T1 de elde edilen biyokömür uygulamalarında B 22.90-48.80 mg/kg olarak, T2 de elde edilen biyokömür uygulamalarında B 23.67-45.11 mg/kg ve T3 de elde edilen biyokömür uygulamalarında 25.05-47.05 mg/kg belirlenmiştir (Çizelge 12). Farklı sıcaklıklarda elde edilen biyokömür uygulamalarında genel olarak en yüksek B değeri T1 de elde edilen biyokömür uygulamasında elde edilirken bunu sırasıyla T3 de elde edilen

biyokömür ve T2 de elde edilen biyokömür uygulamaları izlemiştir. Reuters & Robinson (1997)'e göre yaprak toplam B yeterlilik sınırı değerlerine 30-50 mg/kg göre kontrol uygulamaları dışındaki diğer uygulamaların B besin elementi yönünden yeterli olduğu görülmektedir. Korkmaz vd. (2005) tarafından mısır bitkisinde koçan yaprağının optimum B kapsamının 20.56 mg/kg olarak belirtilen B değerine göre yüksek bulunmuştur.

**Çizelge 12.** Biyokömür uygulamalarının bor (mg/kg) üzerine etkisi

**Table 12.** The effect of biochar applications on boron (mg/kg)

Uygulamalar	T1		T2		T3	
Kontrol	22.90	c A	23.67	c A	25.05	c A
1 t/da	33.88	b A	31.52	b A	30.38	c A
2 t/da	36.21	b A	34.71	b A	32.76	bc A
3 t/da	40.81	b A	42.72	a A	38.52	b A
6 t/da	48.80	a A	45.11	a A	47.05	a A
		**		**		**

LSD<sub>0.01</sub>:7.765 LSD<sub>0.05</sub>:5.771 ; \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

### Biyomas ağırlığı

Mısırın biyomas yaş ağırlığı uygulamalara ve piroliz sıcaklığına göre farklılık göstermiş ve istatistiki olarak önemli bulunmuştur. T1 de ele edilmiş olan biyokömür uygulamasında yaş ağırlık değişimi 146.67-250.43 gr, T2 de ele edilmiş olan biyokömür uygulamasında yaş ağırlık 163.74-274.22 gr ve T3 de ele edilmesiyle uygulamasında yaş ağırlık 173.08-283.52 gr aralığında saptanmıştır (Çizelge 13).

**Çizelge 13.** Biyokömür uygulamasının bitkisinin yaş ağırlığına etkisi (gr)

**Table 13.** The effect of biochar application on the fresh weight of the plant (gr)

Uygulamalar	T1		T2		T3	
Kontrol	146.67	d B	163.74	e AB	173.08	d A
1 t/da	182.06	c A	186.36	d A	194.85	d A
2 t/da	216.95	b AB	209.13	c B	232.44	c A
3 t/da	246.54	a A	240.67	b A	255.69	b A
6 t/da	250.43	a B	274.22	a A	283.52	a A
		**		**		**

LSD<sub>0.01</sub>:22.317 LSD<sub>0.05</sub>:16.586 ; \*\*= %1 düzeyinde önemli. Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

Aynı şekilde kuru ağırlık değişimi uygulamalara göre farklılık göstermiş T1 de elde edilmiş olan biyokömür uygulamasında 15.82-32.78 gr olarak belirlenmiştir. T2'de ele edilmiş olan biyokömür uygulamasında 17.49-35.38 gr ve T3 de ele edilmiş olan biyokömür uygulamasında 18.45-36.32 gr saptanmış olup (Çizelge 14). En yüksek yaş ve kuru ağırlıklar sırasıyla T3 de elde edilmiş biyokömür ve bunu T2 ve T1 de elde edilmiş olan biyokömür uygulamaları izlemiştir. Güngör (2018) tarafından 2 farklı mısır çeşidi için bitki toprak üstü aksamının yaş ağırlığının Hazar çeşidinde 288-312 gr arasında, Helen çeşidinde 261-269 gr kuru ağırlığının ise 32.0-38.7 ve 26.7-30.7 gr olarak belirttiği değerlere benzerlik gösterdiği söylenebilir. Çakır & Çimrin (2018) bitki yaş ağırlığını 26.53-56.36 g/bitki ve kuru ağırlığı ise 3.76-5.96 g/bitki, Alak & Müftüoğlu (2017) tarafından belirtilen yaş ağırlığı değerleri 57.6-87.8 gr ve kuru ağırlık 8.0-13.3 gr değerlerinden yüksek değerler aldığı izlenmektedir. Sevilir (2019) bitki kuru ağırlığının 12.8-21.1 gr, Demirbaş & Çoşkan (2019) tarafından 12.80-27.52 g/saksı ve Kaya vd (2019) kuru ağırlık değeri 18.8-44.3 gr/saksı olarak rapor ettiği sonuçlara benzerlik göstermiştir. Farklı sıcaklıklarda elde edilen biyokömür

uygulamalarında genel olarak en yüksek kuru ağırlık değeri T3'de elde edilen uygulamada, bunu sırasıyla T2 ve T1 de elde edilen biyokömür uygulamaları izlemiştir. Yüksek sıcaklıkta (700°C) üretilen biyokömürlerin çoğunlukla daha yüksek makro element (P, K, Ca ve Mg) ve mikro element (Cu, Fe, Zn ve Mn) konsantrasyonlarına (Akkurt vd., 2020) sahip olması bitkinin biomas ağırlığını arttırmıştır.

**Çizelge 14.** Biyokömür uygulamasının bitkinin kuru ağırlığına etkisi (gr)

**Table 14.** The effect of biochar application on dry weight of plant (gr)

Uygulamalar	T1		T2		T3				
Kontrol	15.82	d	A	17.49	d	A	18.45	c	A
1 t/da	19.94	cd	A	22.05	cd	A	20.98	c	A
2 t/da	25.17	bc	A	26.91	bc	A	28.60	b	A
3 t/da	29.95	ab	A	31.06	ab	A	32.17	ab	A
6 t/da	32.78	a	A	35.38	a	A	36.32	a	A
		**			**			**	

LSD<sub>0.01</sub>:5.467 LSD<sub>0.05</sub>:4.063 ; \*\*= %1 düzeyinde önemli

Düşey küçük harfler uygulamalar, yatay büyük harfler farklı sıcaklıklardaki biyokömürler arasındaki farkı gösterir.

## SONUÇ

Biyokömürün yüksek C içeriğine sahip olması, dolayısıyla da C/N oranının yüksek olması nedeniyle topraktaki ayrışma hızı yavaştır ve etkisini uzun sürede gösterebilmektedir. Biyokömürün özellikleri elde edilen sıcaklık derecelerine göre farklılık göstermiştir. Biyokömürün özelliklerinin piroliz sıcaklığına bağlı olarak önemli oranda değiştiğini göstermiştir. Genel olarak piroliz sıcaklığı 700°C'de ve 6 t/da biyokömür uygulaması önerilebilir. Yapılacak uygulamaların tarla çalışmalarında uzun dönemlere göre planlanması ve farklı bitkiler ve farklı dozların toprak analiz sonuçlarına göre biyokömür uygulamalarının yapılması önerilir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından Proje No: FLP-2019-21330 olarak desteklenmiştir. Katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

## KAYNAKLAR

- Acir, Y. & E. Halil, 2020. Biochar uygulamalarının ekmeçlik buğdayın kadmiyum (Cd) alımına etkisi. Akademik Ziraat Dergisi, 9 (2): 327-336. DOI: <http://dx.doi.org/10.29278/azd.813360>
- Akgül, G., 2017. Biyokömür; üretimi ve kullanım alanları. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi 5 (4): 485-499. DOI: 10.15317/Scitech. 2017.107
- Akkurt, B., H. Günel, H. Erdem & E. Günel, 2020. Piroliz sıcaklığının biyoçarların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileri. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 8 (1): 1-13. DOI: 10.33409/tbbbd.756797.
- Alak, H. C. & N. M. Müftüoğlu, 2017. Hüyük asit uygulamalarının alınabilir potasyum üzerine etkisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (2): 61-66.
- Amad, M., A. U. Rajapaksha, J. E. Lim, M. Zhang, N. Bolan, D. Mohan, M. Vithanage, S. S. Lee & Y. S. Ok, 2014. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: a review. Chemosphere, 99: 19-33. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.10.071
- Banik, C., M. Lawrinenko. S. Bakshi & D. A. Laird, 2018. Impact of pyrolysis temperature and feedstock on surface charge and functional group chemistry of biochars. Journal of Environmental Quality, 47 (3): 452-461. DOI: 10.2134/jeq2017.11.0432
- Bremner, J. M., 1965. Total Nitrogen Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties. Ed. C. A. Black. American Society of Agronomy, 1085-1121.
- Çakır, H. N. & K. M. Çimrin, 2018. Kentsel arıtma çamur uygulamalarının etkisi: I. Mısır bitkisi ve topraktaki bazı besin maddesi (N, P, K, Ca, Mg) içerikleri üzerine etkisi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi 21 (6): 882-890. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdogva.vi.452930>




- Demirbas, A., T. Karakoy, H. Durukan & H. Erdem, 2017. The impacts of the biochar addition in different doses on yield and nutrient uptake of the chickpea plant (*Cicer arietinum* L.) under the conditions with and without incubation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (12): 8328-8336.
- Demirbaş, A. & A. Çoşkan, 2019. Biyokömür ve Kadmiyum Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Verimine ve Besin Elementleri Alımına Etkileri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7 (2): 109-114. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.109-114.3169>
- Dias, B. O., C. A. Silva, F. S. Higashikawa, A. Roig & M. A. Sánchez-Monedero, 2010. Use of biochar as bulking agent for the composting of poultry manure; effect on organic matter degradation and humification. *Bioresource Technology*, 101 (4):1239-1246. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.09.024>
- Erdem, H., A. Kinay, E. Gunal, H. Yaban & Y. Tutus, 2017. The effects of biochar application on cadmium uptake of tobacco. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 12 (2): 447-456.
- Güngör, K., 2018. Hüyük Asit Uygulamalarının Mısır (*Zea mays* L.) Bitkisinin Kök Gelişimi ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 44 s.
- Inal, A., A. Gunes, O. Sahin, M. B. Taskin & E. C. Kaya, 2015. Impacts of biochar and processed poultry manure, applied to a calcareous soil, on the growth of bean and maize. *Soil Use and Management*, 31 (1): 106-113.2.
- İrget, M. E., M. Tepecik, H. Çakıcı, D. Anaç, İ. Z. Atalay & H. Çolakoğlu, 2010. Farklı taban gübrelerinin dane mısır üretiminde verim ve besin maddesi alımına etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5.Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi Bildiriler Kitabı Özel Sayısı, 6-11.
- Jones, J. B. Jr., B. Wolf & H. A. Mills. 1991. *Plant Analysis Handbook. A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*. Micro-Macro Publishing, Athens.
- Kacar, B. & A. Inal, 2008. *Bitki Analizleri*. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 892.
- Kambo, H. S. & A. Dutta, 2015. A Comparative review of biochar and hydrochar in terms of production, physico-chemical properties and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45 (2): 359-378. DOI: 10.1016/j.rser.2015.01.050
- Kaya, E. C., H. Akça, M. B. Taşkın, M. M. Mounirou & T. Kaya, 2019. Biyokömür ve fosfor uygulamalarının mısır ve çeltik bitkilerinin gelişimi ve mineral element konsantrasyonlarına etkileri. *Toprak Su Dergisi*, 8 (1): 46-54. <https://doi.org/10.21657/topraksu.544679>
- Korkmaz, A. N., Özdemir, C. Gülser, R. Kızılkaya & A. Horuz, 2005. Fındık ve mısırdaki borlu gübrelemenin verim ve bor kapsamına etkileri. 125-132. I Ulusal Bor Çalıştayı. 28-29 Nisan 2005 TAEK-Ankara.
- Lehmann, J., 2007. Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and Environment*, 5 (7): 381-387. [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2007\)5\[381:BITB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2007)5[381:BITB]2.0.CO;2)
- Lott, W. L., J. P. Nery, J. R. Gall. & J. C. Medcoff, 1956. *Leaf Analysis Technique in Coffee Research*, IBEC. Research Inst. Publish No: 9: 21-24.
- Namlı, A., M. O. Akça & H. Akça, 2017. Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (1): 39-47.
- Noulas, C. H, P. Stamp, A. Soldati & M. Liedgens, 2004. Nitrogen use efficiency of spring wheat genotypes under field and lysimeter conditions. *Journal of Agronomy and Crop Science* 190 (2):111-118.
- Oberle, S. L. & D. R. Keeney, 1990b. Soil type, precipitation and fertilizer N effects on Corn yields. *Journal of Production Agriculture*, 3:522-527.
- Reuters, D. J. & J. B. Robinson, 1997. *Plant Analysis. An Interpretation Manual*. 2<sup>nd</sup> ed. CSIRO Publishing: Melbourne.
- Sevilir, B., 2019. Çeşitli Organik Atıklardan Elde Edilen Biyokömür ve Hidrokömürlerin Mısır Bitkisi Yetiştirilen Sera Koşullarında Toprak Bakteriyel Çeşitliliği Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 59s.
- Sümer, S. K., Y. Kavdır. & G. Çiçek, 2016. Türkiye’de tarımsal ve hayvansal atıklardan biyokömür üretim potansiyelinin belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*, 19 (4): 379-387.
- Wolf, B., 1971. The determination of boron in soil extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solutions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 2: 363-374.
- Xu, D. J., Cao, Y. Li, A. Howard. & K. Yu, 2019. Effect of pyrolysis temperature on characteristics of biochars derived from different feedstocks: A case study on ammonium adsorption capacity. *Waste Management*, 87: 652-660. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.02.049>.
- Yağmur, B. & B. Okur, 2018. Bazı doğal toprak düzenleyicilerin mısır (*Zea mays* L.) bitkisinin verim parametreleri üzerine etkileri. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55 (4):471-477. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.419225>.



## Araştırma Makalesi (Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2022, 59 (1):183-194  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.937533>

Ateş TEKDAL<sup>1</sup> 

Halil Baki ÜNAL<sup>2</sup> 

Hüseyin YÜRDEM<sup>3</sup> 

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri  
Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama  
Anabilim Dalı, Bornova-İzmir / Türkiye

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,  
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,  
Bornova-İzmir / Türkiye

<sup>3</sup> Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım  
Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği  
Bölümü, Bornova-İzmir / Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):

[ates.tekdal@kiwa.com](mailto:ates.tekdal@kiwa.com)

**Anahtar sözcükler:** Süt sığırcılığı, işletme  
avlusunu düzenlemesi, bilgisayar uygulaması,  
Küçük Menderes

**Keywords:** Dairy farming, dairy farm  
layout, computer application, Küçük  
Menderes

## Süt sığırcılığı işletmelerinde üretim yapılarının bilgisayar yardımıyla en uygun biçimde konumlandırılması\*

Optimal layout of production structures in dairy farms by using computer

\*\*Bu makale, birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 16.05.2021

Accepted (Kabul Tarihi): 20.08.2021

### ÖZ

**Amaç:** Bu çalışmada, altı farklı değerlendirme ölçütüne (yol, eğim, bakı, kış ve yaz rüzgârı yönleri ve bölge) göre bir süt sığırcılığı işletmesi avlusunda yer alacak yapıların (konut, barınak, süt sağım tesisi, yem deposu, hangar ve gübre deposu) hijyen koşulları, yangın riski ve iş verimliliği yönünden en uygun biçimde konumlandırılmasını sağlayacak MS Office Excel tabanlı bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir.

**Materyal ve Yöntem:** İlk olarak, Küçük Menderes Havzası'nda faaliyet gösteren 1000 baş kapasiteli örnek süt sığırcılığı işletmesinin değerlendirme ölçütlerine ilişkin arazi verileri ve mevcut avlu planı belirlenmiştir. Daha sonra geliştirilen bilgisayar uygulamasının örnek işletme için ürettiği avlu planı ile mevcut avlu planı karşılaştırılmış ve sonuçlar temel teknik esaslara göre değerlendirilmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Geliştirilen bilgisayar uygulaması tarafından örnek işletme için üretilmiş olan en uygun avlu planının mevcut avlu planı ile genel olarak uyuşmadığı, bu uyuşmazlığın hijyen, yangın riski, taşıt trafiği güvenliği, iş gücü kullanım etkinliği yönünden sorunlara yol açabileceği belirlenmiştir.

**Sonuç:** Geliştirilen bilgisayar uygulaması, yeni kurulacak süt sığırcılığı işletmelerinin avlusunda yer alacak üretim yapılarının en uygun biçimde konumlandırılmasına ve çevreye verilecek zararın kontrol altına alınıp, daha ekonomik bir işletmeciliğin yapılabileceği sürdürülebilir bir hayvancılık için gerekli altyapının düzenlemesine önemli katkılar sağlayacaktır.

### ABSTRACT

**Objective:** In this study, according to six different evaluation criterias (road, slope, exposure, winter and summer wind directions and region) an MS Office Excel based computer application was developed that will enable the structures to be located in the site of a dairy farm ( house, shelter, milking facility, feed store, hangar and manure store) to be layout in the most appropriate way in terms of hygiene conditions, fire risk and work efficiency.

**Material and Methods:** Firstly, regarding to the six evaluation criterias mentioned in the objective section, the current site plan and the land data of the 1000 head capacity sample dairy farm operating in the Küçük Menderes Basin were determined. Then, the site plan produced by the developed computer application for the sample dairy farm and the existing site plan were compared and the results were evaluated according to basic technical principles.

**Results:** It was determined that the most appropriate site plan produced by the developed program for the sample dairy farm does not generally match the existing site plan, and this conflict may cause problems in terms of hygiene, fire risk, vehicle traffic safety and workforce utilization efficiency.

**Conclusion:** The developed computer application will make significant contributions to the optimal layout of the production structures to be located in the site of to be established dairy farms and the arrangement of the necessary infrastructure for a sustainable livestock where the damage of the environment can be controlled and a more economical management can be achieved.

## GİRİŞ

Süt ve ürünlerine olan talebi karşılamada oldukça önemli bir fonksiyona sahip olan sığır, dünyanın hemen her yerinde yetiştiriciliği yapılmakta olan bir türdür (Uğur, 2014). FAO (2017) verilerine göre; dünya süt üretiminin yaklaşık %90'ı sığırlardan elde edilmekte olup ABD 97,73 milyon t'luk sığır sütü üretimi ile ilk sırada yer almaktadır. Türkiye ise 18,76 milyon t'luk üretimi ile en önemli üretici ülkeler arasındadır. Ülkemizde iller bazında sığır yetiştiriciliğinden elde edilen süt miktarları dikkate alındığında; Konya ili 1.200.141 t'luk, İzmir ili 1.085.302 t'luk ve Erzurum ili 860.020 t'luk süt üretimleri ile en önemli üretici iller arasında yer almaktadır (TÜİK, 2017). İzmir ilindeki dağılım dikkate alındığında ise bu işletmelerin %90'ı Küçük Menderes Havzası'nda faaliyet göstermektedir (Boyacı vd., 2020).

Hayvansal üretim yapılan tarım işletmelerinde üretimin gerçekleştirilmesi için ihtiyaç duyulan yapı ve tesisler işletme arazisi içerisinde belli bir alanda yer alır. İşletme merkezi ya da işletme avlusu olarak adlandırılan bu alan, tüm üretim faaliyetlerinin yürütüldüğü yerdir (Taşkın & Ünal, 2013). Süt sığırcılığı işletmelerinde üretim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için barınakların yanı sıra; yem deposu, gübre deposu, süt sağım tesisi, hangar ve konut gibi yapı ve tesislere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yapı ve tesislerin, üretim faaliyetlerinin bir bütün olarak sürdürülebilmesi ve kontrol edilebilmesi adına işletme avlusunda bir arada yer alması gerekmektedir (Ünal vd., 2013).

Süt sığırcılığı işletme avlusunda yer alan üretim yapılarının tip ve miktarı işletmenin şekline ve büyüklüğüne göre değişmektedir. Üretim yapılarına yapılacak yatırımın işletme aktif sermayesinin %20-25'i kadar olması önerilmektedir (Yüksel & Şişman, 2015). Bu tip işletmelerin avlusu içerisinde üretim yapılarının düzenlenmesinde yapılabilecek hataların proje üzerinden düzeltilmesi oldukça kolay olmasına karşın, kurulumu tamamlanmış bir işletme merkezinde bu hataların giderilmesi oldukça zor ve yüksek maliyet gerektiren bir işittir. Bu nedenle ihtiyaç duyulan yapı ve tesislerin, süt sığırcılığı işletme merkezinde üretim esnasında fonksiyonelliği sağlayacak ve çevresel etkileri göz önünde bulundurulacak şekilde konumlandırılması gerekmektedir (Ünal vd., 2013).

Süt sığırcılığı işletmelerinin başarısı her şeyden önce, düzenli bir şekilde planlanmış işletme avlusuna bağlıdır. İşletme avlusu olarak belirlenen alanın yürütülecek faaliyetlere uygun biçimde düzenlenmesi gerekmektedir. Avluda yer alacak yapılar düzenlenirken birbirleri ile olan uyumuna önem verilmelidir. Ahır, yem depoları (silo, kuru ot deposu vb.), gübre deposu, süt sağım tesisi, hangar ve konut gibi yapılar avlu içerisinde birbirinden ayrılamayan bir bütünü oluştururlar. Bu yapıların avlu içerisinde uygun bir biçimde düzenlenmesi; en az düzeyde iş gücü kullanımına olanak tanınmasının yanı sıra, etkili rüzgâr yönü dikkate alınarak doğal havalandırmanın sağlanmasına katkı sağlar (Arıcı vd., 2005). İşletme avlusunun yeri belirlendiği zaman, geniş ölçekli bir harita çizilmeli ve eş yükselti eğrileri, kuzey yönü, hâkim rüzgârların yönü, genel eğim, mevcut yollar, doğal rüzgâr siperleri ve su yolları gibi tüm önemli detaylar belirtilmelidir. Bu bilgiler doğrultusunda yapıların düzenlenmesi gerçekleştirilebilir (Alchalabi, 2015).

Avluda yer alan yapı ve tesislerin uygun bir şekilde düzenlenmesi ile iklim faktörlerinin olumsuz etkilerini en aza indirmek mümkündür. Soğuk havalarda güneşten gelen ısı yapıların ısınmasına yardımcı olur (Protz & Moen, 1979). Yapılar, doğal koşullardan en iyi faydalanacak şekilde yerleştirilmeli (Alchalabi, 2015), yönleri yılın bütün mevsimlerinde güneş ışınlarından en iyi yararlanabilecekleri şekilde seçilmelidir (Okuroğlu & Yağanoğlu, 2013). Hâkim rüzgârların yönü belirlendikten sonra, avludaki yapıları kış rüzgârlarından korumak için rüzgâr siperleri yerleştirilmelidir. Rüzgâr siperlerinin, yaz rüzgârlarının serinletici etkisini engellemeyecek şekilde konumlandırılması istenir (Protz & Moen, 1979; Quam et al., 1993; Alchalabi, 2015). Konutun, barınak ve gübre deposu gibi koku üreten tesislerden etkilenmemesi için hâkim rüzgârların yönü dikkate alınarak yerleştirilmesi gerekir. Bu doğrultuda barınak ve gübre depoları, konuttan esen rüzgârın yönünde yer almalıdır (Mijinyawa & Awogbuyi, 2011). Ayrıca, yapılar arasındaki yürüme ve yangın emniyet mesafesi arasında bir denge kurulması gerekmektedir (Alchalabi, 2015; Yüksel & Şişman, 2015).

İşletme avlusunda yer alacak yapı ve tesislerin avludaki konumlarının belirlenmesinde iş ekonomisi, yangından korunma, hijyen koşulları, gelecekteki genişleme durumu ve görsel etki gibi faktörler birlikte düşünüldüğünde, avlunun söz konusu yapı ve tesislerin tiplerine göre 10-30 m aralıklarla eş merkezli halkalardan oluşan dört alt bölgeye ayrılması önerilir. I. bölge; toz, koku ve sinek gibi istenmeyen durumlardan korunur bir konumda olup, konutun yer aldığı alandır (Protz & Moen, 1979; Olgun, 2011). Bu bölgenin en az 0,28 ha büyüklüğünde olması istenir. II. bölge, diğer alanlara kıyasla sessiz ve kokusuz olup; atölye, hangar, yakıt ve kimyasal depoları gibi yerlerin ve elektrik direklerinin bulunduğu alandır. Bu bölgede olası bir yangının yayılmasını önlemek için yapılar arasında 30 m mesafe bırakılmalıdır. Yakıt ve kimyasal deposu ikinci bölgenin en dış kısmında yer almalıdır ve yangın riskine karşı konuttan 60 m uzaklıkta olmalıdır (Protz & Moen, 1979). III. bölge; yem ve hububat depolarının olduğu alandır. IV. bölge ise; işletme avlusunun en dışındaki alan olup, büyük kapasiteli hayvan barınaklarının yer aldığı alandır (Olgun, 2011).

Endüstride olduğu gibi tarımda da tesislerin yerleşim düzenlenmesinde (tesis düzenlenmesinde) temel amaç; daha iyi işletmecilik ve tasarruf için fonksiyonel olabilecek bir yerleşim düzeni sağlamaktır. Tesis düzenlenmesi birimler arası iletişimi kolaylaştıracak, malzeme akışını en aza indireyecek, çalışan personelin güvenliğini ve çalışma koşullarını en iyi hâle getirecek şekilde olmalıdır. Bu bağlamda tesis düzenlenmesi, herhangi bir işletmede tesislerin en verimli yerleşimini sağlayan stratejik ve temel bir konu olup mevcut alanın en etkili şekilde kullanımına olanak tanır (Singh & Sharma, 2006; Şahin & Türkbey, 2010; Prasad et al., 2014).

Endüstriyel işletmelerin yanı sıra hayvancılık işletmelerinde de tesis düzenlenmesine ilişkin bilimsel çalışmalarda, gerek işletme avlusu içerisindeki üretim yapı ve tesislerinin ve gerekse hayvan barınaklarının içerisindeki bölümlerin düzenlenmesine ilişkin çeşitli matematiksel modeller geliştirilmiştir. Hatem et al. (2013), süt sığırcılığı işletmelerindeki süt sağım yerlerinin planlanmasında ve tasarımında kullanılmak üzere matematiksel bir model ve bu modelin entegre edildiği bir bilgisayar uygulaması geliştirmişlerdir. Samer et al. (2008) ise, sıcak iklimlerde yer alan süt sığırcılığı işletmelerinde işletme avlusunun düzenlenmesine yönelik bir matematiksel model geliştirmişler ve bu modeli MS Office Excel ortamında, elektronik bir karar verme uygulamasına dahil etmişlerdir.

Fernández et al. (2006), süt sığırcılığı barınaklarının tasarımında çiftçilere ve diğer karar vericilere yardımcı olmak amacıyla ile barınak içinde durakların düzenlenmesine ilişkin dört farklı algoritma geliştirmişlerdir. Serbeş vd. (2014), küçükbaş hayvan barınaklarında yer alan genç ve yetişkin hayvanlar için dinlenme ve gezinme yerleri, süt sağım ve süt depolama yerleri ve yem depolama yerleri gibi barınak içi birimlerin optimum yerleşim düzeninin tasarlanmasında kullanılabilecek bir yöntem sundukları çalışmalarında farklı kapasiteye sahip iki ayrı barınak için öbek ağacı sınıflandırma analizi ve genetik algoritma tekniği kullanmışlardır.

Bu çalışmada, süt sığırcılığı işletmelerinin avlularında yer alacak üretim yapılarının, esas alınan değerlendirme ölçütlerine göre en uygun şekilde konumlandırılmasına yönelik MS Office Excel tabanlı bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen bu uygulama ile Küçük Menderes Havzası'nda faaliyet gösteren bir süt sığırcılığı işletmesi için arazi koşullarına göre en uygun avlu planı ortaya konmuştur. Ayrıca, geliştirilen bilgisayar uygulaması tarafından üretilen avlu planı ile mevcut avlu planı karşılaştırılarak temel teknik esaslara göre değerlendirilmiştir.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

### **Materyal**

Çalışmada, Microsoft Office Excel Professional Plus 2016 paket programı ve Microsoft Visual Basic for Application 7.1 eklentisi kullanılmıştır. Geliştirilen bilgisayar uygulaması Küçük Menderes Havzası'nda hâlen faaliyet gösteren bir süt sığırcılığı işletmesinin arazi koşullarına göre en uygun avlu planının ortaya konması amacıyla kullanılmıştır. Örnek alınan işletmenin yer aldığı Küçük Menderes Havzası, Türkiye'nin batısında 38°41'05" ve 37°24'08" kuzey enlemleri ile 28°24'36" ve 26°11'48" doğu boylamları arasındadır ve genişliği

702,9 ha olup, İzmir ili havzanın 668,9 ha'lık alanını kapsamaktadır. Havza'da, Akdeniz ikliminin tipik özellikleri hâkim olup; yıllık yağışların alansal ortalaması 613,9 mm'dir. Havza genelinde kuzey yönündeki rüzgârlar hâkim olup, bu rüzgârlar yazın havanın sıcaklığını ve nemini düzenlemektedir. Güney rüzgârları ise özellikle kış mevsiminde yağmur ihtiyacını karşılamaktadır (Kayhan & Alan, 2012; Anonymous, 2013).

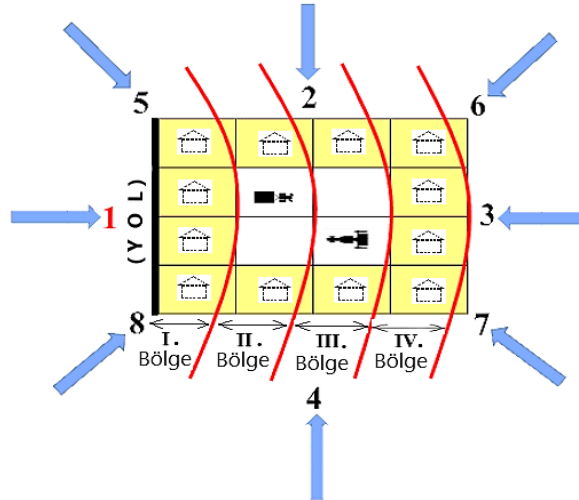
Araştırmanın ana materyali, Havza sınırları içerisindeki İzmir iline bağlı Torbalı ilçesindeki mevcut işletmeler arasından örnek olarak seçilen ve 2008 yılından bu yana faaliyet gösteren 1000 baş sağmal hayvan kapasitesine sahip bir süt sığırcılığı işletmesidir. Bu örnek işletme, alanı yaklaşık 89 da olan bir işletme avlusuna (işletme merkezi) sahiptir. Avlu içerisinde; 1 adet konut, 8 adet sağmal ve genç hayvan barınağı, 1 adet buzağı barınağı, 1 adet süt sağım tesisi ve yanında sağım öncesi hayvanların bekletildiği bir sundurma yapı, 2 adet sıvı gübre deposu ve 1 adet atölye/hangar bulunmaktadır. Ayrıca, 2 adet kuru ot deposu, 2 adet silaj çukuru ve bu çukurların yanında vakumlu paket silajların (silindir silaj balyaları) açıkta istiflendiği iki ayrı depolama alanı yer almaktadır.

## Yöntem

### Bilgisayar uygulamasının geliştirilmesi

Bir süt sığırcılığı işletme avlusundaki yapıların (konut, barınak, süt sağım tesisi, yem deposu, hangar ve gübre deposu) avlunun bulunduğu arazi koşullarına ilişkin beş ölçüt (*i*-yol, *ii*-eğim, *iii*-bakı, *iv*-kış rüzgârı ve *v*-yaz rüzgârı yönleri) ile birlikte avlu içinde yerleştirilecek bina türü için uygun "bölge koşulu" ölçütü olmak üzere toplam altı ölçüte göre en uygun biçimde konumlandırılması amacıyla Visual Basic programlama dilinde yazılmış bir MS Office Excel eklentisi geliştirilmiştir. İşletmede yolla bitişik olan avlunun (tarla ya da parselin) giriş cephe yönü sabit ve 1 no ile gösterilmiştir. Bu cephe yönüne göre işletme avlusunun arazi koşullarındaki eğim, bakı, kış rüzgârı ve yaz rüzgârı yönleri için dört ana yön (1-2-3-4 no.lu) ve dört ara yön (5-6-7-8 no.lu) esas alınmış ve oklarla gösterilmiştir.

Ayrıca bilgisayar uygulamasında, yola bakan cepheye göre işletme avlusu eşit mesafelerde dört bölgeye (sırasıyla I, II, III ve IV no.lu bölge) ayrılarak, bölge koşulu da (yol ile birlikte) değerlendirilmeye alınmıştır. Bilgisayar uygulamasında altlık olarak 4 x 4 adet hücrelerle işletme avlusu planı oluşturulmuştur. Bu plan üzerinde esas alınan coğrafi yönler (ok ile) ve bölgeler (yay ile) Şekil 1'de şematik olarak gösterilmiştir. Ayrıca avlu planında barınak ve diğer servis yapılarının konumlandırılabilceği hücreler (yerler), sarı zemin üzerine kesik çizgiyle çizilmiş yapı şekliyle; araç ve yaya trafiği için boş bırakılacak avlu merkezi ise renksiz zemin üzerine çizilmiş traktör şekliyle gösterilmiştir.



**Şekil 1.** Geliştirilen bilgisayar uygulamasında altlık olarak kullanılan avlu planı.

**Figure 1.** Site plan used as a base by the developed computer application.

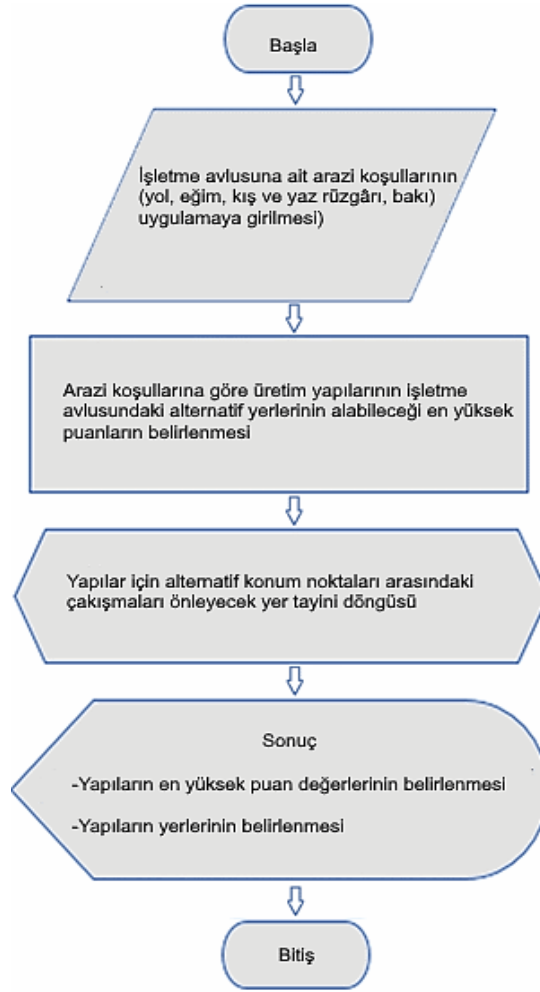
Excel çalışma sayfalarında, bu hücelere yerleştirilecek her bir servis yapısının uygunluk durumu; işletme avlusunun mevcut yol, eğim, bakı, kış ve yaz rüzgârı verilerine (bilgisayar uygulaması girdileri) göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme için söz konusu bu yapıların işletme avlusunun farklı yerlerinde konumlandırılmasının, bilimsel ve teknik esaslara uygunluk durumuna göre bir puanlama (uygun değil=0, uygun=1, çok uygun=2) öngörülmüştür. Bu puanlamaya göre her bir yapının yerleştirileceği hücrenin toplam puanı elde edilmiştir. Avlu içerisinde dikkate alınan altı değerlendirme ölçütüne göre en uygun konumda yerleştirilecek bir yapının alabileceği en yüksek toplam puan 12 iken, tüm yapıların alabileceği en yüksek toplam puan ise 72 olmaktadır. Puanlamada, bilimsel çalışmalarda belirtilen teknik esaslar dikkate alınmış olup Çizelge 1’de verilmiştir.

Geliştirilen bilgisayar uygulamasına arazi koşulları girildiğinde; altlık olarak kullanılan avlu planı üzerinde alternatif yerleşim düzenlemeleri için esas alınan uygunluk durumuna göre her bir yapının alacağı hücre puanları ile avludaki tüm yapıların alacağı toplam puan hesaplanmaktadır. Avluya yerleştirilecek yapılar için üretilen alternatif konumların çakışmasını önlemek ve bu yapıların en iyi konumlarını belirlemek için ise bilgisayar uygulamasında yer tayini döngüsü oluşturulmuştur. Ayrıca, uygulamada alternatifler içinden toplam puanı maksimum olana göre, yapıların avlu içerisinde belirlenen konumu ve puanlarının (bilgisayar uygulaması çıktısı) Excel ortamında bir sonuç sayfası olarak gösterilmesi sağlanmıştır. Geliştirilen bilgisayar uygulamasının akış şeması Şekil 2’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Geliştirilen bilgisayar uygulamasında puanlama için esas alınan teknik esaslar

**Table 1.** Technical principles based on for scoring in the developed computer application

Değerlendirme Ölçütleri	Açıklama
Yol	-Konutun yol ile olan ilişkisinde, çiftliğe giren ve çıkan araçların konuttan görülebilmesine imkân tanıyacak şekilde bir yerleşim göz önünde bulundurulmalıdır (Alchalabi, 2015). -Konut, ana yoldan 10-30 m içeride olmalıdır (Okuroğlu & Yağanoğlu, 2013). -Hangarların yeri belirlenirken yol ile olan ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır (Girgin, 2008). -Barınaklar avlunun en dış kısmında yer almalıdır (Olgun, 2011).
Eğim	-Konutun yerleştirileceği alanda drenajın sağlanması için konut dışına doğru bir eğim olmasına dikkat edilmelidir (Protz & Moen, 1979).
Hâkim Rüzgârlar	- Hâkim rüzgârların hayvan barınaklarında oluşacak kokuları, konut ve diğer yapılara taşımamasına özen gösterilmelidir (Öztürk, 2003). - Barınak ve gübre depoları, konuttan esen rüzgârın yönünde yer almalıdır (Mijinyawa & Awogbuyi, 2011). -Kış rüzgârlarından korunma ve yaz rüzgârlarının serinletici etkisinden yararlanma sağlanmalıdır (Çevik & Tekinel, 1998)
Bakı	-Şiddetli kış rüzgârlarından korunmak için avlunun yönü güney ya da doğuya bakmalıdır (Okuroğlu & Yağanoğlu, 2013). - Hava akımından ve güneş ışığından maksimum bir şekilde faydalanılması için avluda güney yönünde hafif bir eğimin olması istenir (Alchalabi, 2015). -Avludaki eğim yönü binaların yılın bütün mevsimlerinde güneş ışığından en iyi yararlanacak şekilde olmalıdır (Olgun, 2011).
Bölge	-İşletme avlusunda yapı cinslerine göre tahsis edilecek alanın, faaliyetlerin işlevsel olarak gerçekleştirilmesine imkân verecek, çevreyi toz, koku ve gürültüden koruyacak şekilde dört alt bölgeye ayrılması istenir. -I. Bölge; konutun yer aldığı alandır. -II. Bölge; atölye, hangar, yakıt ve kimyasal depoları gibi yapıların bulunduğu alandır. -III. Bölge; yem ve hububat depolarının olduğu alandır. -IV. Bölge; işletme avlusunun en dışındaki alan olup, büyük kapasiteli hayvan barınaklarının yer aldığı alandır (Protz & Moen, 1979; Girgin, 2008; Olgun, 2011).



Şekil 2. Geliştirilen bilgisayar uygulamasının akış şeması.

Figure 2. Flowchart of the developed computer application.

### Geliştirilen bilgisayar uygulamasının girdilerinin belirlenmesi ve çıktısının değerlendirilmesi

Geliştirilen bilgisayar uygulaması, çalışma alanından seçilen örnek süt sığırcılığı işletmesi için uygulanmıştır. Bu kapsamda ilk olarak; örnek işletme avlusuna ilişkin arazi verileri (avlunun coğrafik konumu ve sınırları, üretim yapılarının türü ve sayıları) işletme yerinde yapılan ölçüm ve gözlemlerle belirlenmiş, hâkim rüzgâr yönleri ise Torbalı Tarım ve Orman İlçe Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Daha sonra, örnek işletme bilgileri bilgisayarda Google Earth ortamından sağlanan ve işletmeyi kapsayan uydu görüntüsüne aktarılarak, işletmenin avlu planı altlığı oluşturulmuştur. Son olarak, geliştirilen uygulama yardımıyla örnek işletme için üretilen en uygun avlu yerleşim düzeni ile mevcut avlu yerleşim düzeni planları karşılaştırılmış ve Çizelge 2'deki teknik esaslara göre değerlendirilmiştir.

## ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

### Örnek işletmenin mevcut avlu yerleşim düzeni

Çalışmada ilk olarak, örnek işletmenin yerinde belirlenen avlu yerleşim düzeni ve yapılar arasındaki mesafeler uydu görüntüsü üzerine işlenmiştir. Avlu içerisinde konutun bulunduğu yer başlangıç noktası olarak kabul edilmiş ve başlangıç noktası ile avlunun en uzak köşe noktası arasındaki mesafe 301 m olarak

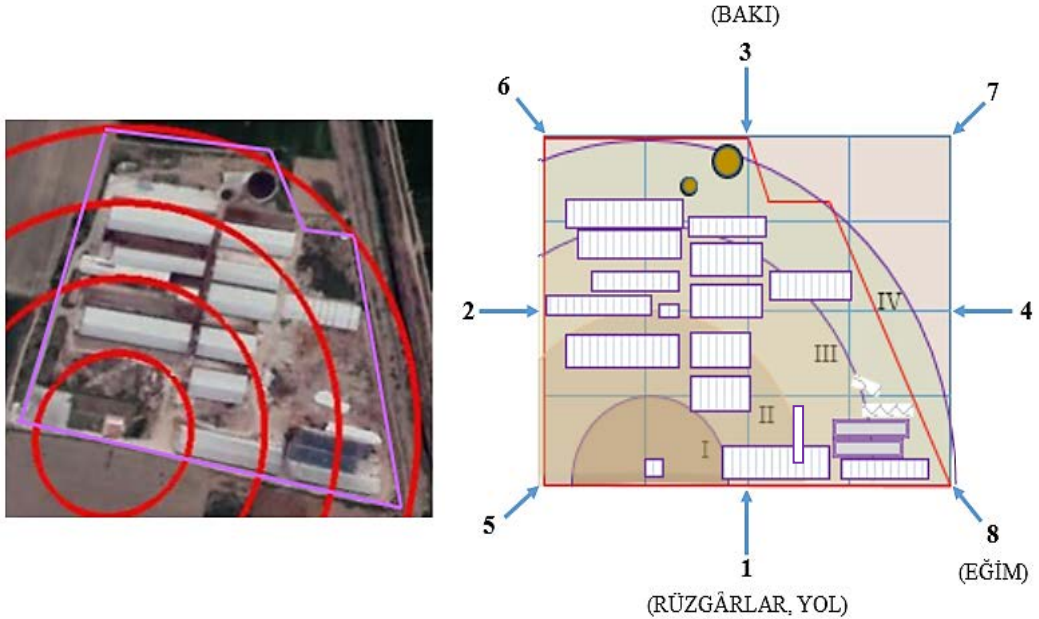


ölçülmüştür (Şekil 3). Daha sonra, bu uydu görüntüsü altlık olarak esas alınmış ve belirlenen en uzak mesafenin 1/4'üne karşılık gelecek şekilde yarıçapı 75,25 m ve katları olan yaylar çizilmiştir. Çizilen yaylarla avlu dört eşit bölgeye ayrılmış ve böylece her bir bölge içerisinde kalan yapılar belirlenmiştir. Ayrıca, işletme avlusunun sahip olduğu eğim yönü koşulu 8, kış ve yaz rüzgârı yönü koşulu 1 ve bakı yönü koşulu 3 olarak tespit edilmiştir. İşletmenin girişinde yer alan ve yem depolarının olduğu alana doğru uzanan servis yolu, yol koşulu sabit kabul edildiği için 1 olarak değerlendirmeye alınmıştır (Şekil 4).



Şekil 3. Örnek işletme avlusunu ve binaların yerleşim düzenini gösteren uydu görüntüsü (Google Earth, 2020).

Figure 3. Satellite image showing the sample farm site and the layout of the buildings.



Şekil 4. Örnek işletmedeki arazi koşulları ve oluşturulan bölgelere göre yapıların konumunu gösteren uydu görüntüsü ve avlu planı.

Figure 4. Satellite image and site plan showing the location of the buildings according to the regions created by the land conditions in the sample farm.

Örnek işletme avlusu içerisinde; konutun I. bölgede, barınakların II, III ve IV. bölgelerde, süt sağım tesisinin III. bölgede, kaba-kesif yem depolarının II, III ve IV. bölgelerde, silaj depolarının III. ve IV. bölgelerde, hangar-atölyenin III. bölgede ve sıvı gübre depolarının IV. bölgede yer aldığı anlaşılmıştır (Şekil 4).

Avluda yer alan yapıların buldukları yerler değerlendirildiğinde konutun yer alması gereken I. bölgede olduğu görülmektedir. I. bölge işletme konutunun yer aldığı alan olup bu alanın, barınaklardan gelecek koku, toz vb. istenmeyen durumlara karşı korunur özellikte bir alan olması gerekmektedir. Diğer yandan, konutun ana yola yakın, avlu ve çevresine hâkim yüksekçe bir yerde bulunması arzu edilir (Çevik & Tekinel, 1998; Okuroğlu & Yağanoğlu, 2013). Hâkim eğim yönü ve yola olan uzaklık dikkate alındığında da konutun uygun bir konumda yer aldığı tespit edilmiştir.

İşletme avlusunda hâkim rüzgâr koşulları (kış ve yaz rüzgârı yönleri) değerlendirildiğinde ise rüzgâr esme yönlerinin konuttan barınaklar ve gübre depolarına doğru olduğu görülmektedir (Şekil 4). Bu durum barınak ve gübre depolarında oluşacak istenmeyen kokuların, söz konusu rüzgârlar ile konuta ulaşmasına engel olacaktır. Nitekim, hâkim rüzgârların konuttan diğer yapılara esecek şekilde olması için barınak ile gübre depolarının konuttan esen rüzgârın yönünde yer alması istenmektedir (Öztürk, 2003; Mijinyawa & Awogbuyi, 2011).

Konut ile barınaklar arasındaki mesafeler ise 71 m ve 73 m olarak bulunmuştur. Bu mesafeler belirlenirken konuta en yakın konumda olan 2 barınak değerlendirmeye alınmıştır. Konut ve barınak arasında olması gereken mesafenin uygunluğu ile iş gücü verimi arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. Daha fazla iş gücü kullanımına gereksinim duyulan binaların, mümkün olduğu kadar konuta yakın olması istenir (Yüksel & Şişman, 2015). Diğer yandan, yangın riskine karşı konut ve barınaklar arasında en az 30 m olması gerekmektedir (Mijinyawa & Awogbuyi, 2011). Barınaklardan ve gübre depolarından gelebilecek istenmeyen kötü kokulara karşı ise konutun bu yapılarla arasındaki mesafelerin en az 60 m olması istenir (Alchalabi, 2015). Konut ve gübre depoları arasındaki mesafeler incelendiğinde ise konutun, bu yapılara 240 m mesafede olduğu bulunmuştur. Örnek işletmede konutun gübre depoları ve barınaklara uygun bir mesafede olduğu tespit edilmiştir.

Konut ve yem depoları arasındaki mesafeler ölçüldüğünde konuta en yakın yem deposunun 56 m mesafede olduğu tespit edilmiştir. Koku, gürültü ve sineklerin konuta ulaşmaması için konut ile yem depoları arasında 10-50 m arasında bir mesafe bırakılması önerilir (Yüksel & Şişman, 2015). Konut ve hangar arasındaki mesafe ise 135 m olarak bulunmuştur. Avludaki bu mesafenin, konuttan hangara ulaşımın kolay bir şekilde sağlanabilmesi için 30 m kadar olması istenir (Alchalabi, 2015).

Barınakların avlu içerisinde yer aldığı alanlar değerlendirildiğinde ise bu yapıların avluda II, III ve IV. bölgelerde yer aldıkları tespit edilmiştir. Oysa, II. bölge; avludaki temiz, kuru ve sessiz faaliyetlerin geçtiği yer olup bu bölgede hangar ve küçük depoların yer alması gerekmektedir. Sağmal hayvan barınaklarının ise IV. bölgede yer alması gerekmektedir (Girgin, 2008). Diğer yandan, barınakların yem depolarına olan mesafeleri değerlendirildiğinde, avlunun en dış kısmında kalan barınakların bu yapılara olan uzaklıkları 173 m ila 225 m arasında bulunmuştur. Bu mesafeler avludaki yemleme işlerinin daha uzun sürmesine neden olacaktır.

Barınaklarla süt sağım tesisi arasındaki mesafelere bakıldığında ise II. bölgede konumlandırılan sağmal barınaklarının süt sağım tesisine 50 m ila 90 m mesafede oldukları tespit edilmiştir. Buradaki barınaklar avlu içerisinde yer almaması gereken bölgelerde konumlandırıldıkları için bu barınaklardaki hayvanların süt sağım tesisine getirilip, barınaklara geri götürülmesi bu işlemler için harcanacak sürenin artmasına neden olacaktır. Barınakların, yem deposu ve süt sağım tesisi gibi işletmede gün içerisinde gerçekleştirilen hayvancılık faaliyetleri açısından en ilişkili olduğu bu yapılar arasındaki mesafeler yemleme ve sağım işlerinin en az iş gücü ve zaman harcanarak gerçekleştirilmesine imkân verecek şekilde olmalıdır (Olgun, 2011). Yem depolarının barınaklara yakın olması gerekmele birlikte, yangından korunma için 7 m'den daha az olmamalıdır (Yüksel & Şişman, 2015). İşletme avlusunda yer alan kaba-kesif yem ve silaj depolarının ise II, III ve IV. bölgelere dağıldığı görülmektedir. Söz konusu yapıların avluda III. bölgede yer alması gerekmektedir (Olgun, 2011). Bu nedenle, yem depolarının uygun olmayan bölgelerde konumlandırılması yemlemede iş gücü kullanım verimliliğinin azalmasına neden olacaktır.

Barınaklar ile gübre depoları arasındaki mesafeler, gübre deposuna en yakın konumdaki barınaklar için 20 m ile 40 m arasında bulunmuştur. Söz konusu bu barınaklar avluda III. ve IV. bölgede yer almakta olup avlu içinde uygun bir yerde konumlandırılmıştır. Diğer yandan II. bölgede yer alan ve gübre depolarına en uzak konumdaki barınaklar ise yanlış bir yerde konumlandırılmış olup gübre depolarına olan uzaklıkları 130 m ile 170 m arasında bulunmuştur. Bu uzaklıklar, barınaklardaki gübrenin gübre depolarına taşınmasında iş gücü kullanımını artıracığından uygun görülmemektedir.

Avluda yer alan gübre depolarının buldukları yerler değerlendirildiğinde ise bu yapıların işletmenin girişine göre en uzak bölgede (IV. bölge) yer aldığı ve buna göre işletme avlusunda önerilen bölgede konumlandırıldığı anlaşılmaktadır. Avluda yer alan servis yollarının genişliği ise 5 m ile 10 m arasında bulunmuştur. Avlu içerisindeki araçların güvenli bir şekilde ilerlemeleri için servis yolu genişliğinin en az 5 m olması önerilmekte (Alchalabi, 2015), ancak binalar arasında dönüş yapabilmeyi sağlayacak en küçük dış dönüş çapının tek römorklu traktör için 13 m, iki akslı kamyon için ise 23,5 m olduğu bildirilmektedir (Mrema et al., 2011). Bu durumda, avludaki servis yolları genişliğinin; traktör ve kamyon gibi araçların tek yönde güvenli bir şekilde ilerlemeleri için uygun olduğu, ancak bu araçların manevra yapmaları için yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

### **Örnek işletmenin geliştirilen bilgisayar uygulamasına göre en uygun avlu planı**

Örnek işletmeye ilişkin en uygun avlu planı için işletmenin mevcut yol (1), eğitim (8), kış rüzgârı (1), yaz rüzgârı (1) ve bakı (3) koşulları geliştirilen bilgisayar uygulamasına girilmiştir. Bu koşullara göre uygulama, her bir yapının "Yöntem" bölümünde tanımlanan ölçütlere göre konumunun uygunluk durumları için alabileceği en yüksek puanları hesaplayarak, bu puanlara göre en uygun avlu içi yerleşim düzeni planını oluşturmuştur (Şekil 5). Geliştirilen uygulamanın ürettiği çözüme göre, dikkate alınan altı ayrı ölçüt için uygun konuma getirilen konut (1 no.lu yapı) 9 puan, hangar (2 no.lu yapı) 11 puan, barınak (3 no.lu yapı) 10 puan, süt sağım tesisi (4 no.lu yapı) 10 puan, gübre deposu (5 no.lu yapı) 9 puan ve yem deposu (6 no.lu yapı) 9 puan olarak toplam 58 puan elde edilmiştir.

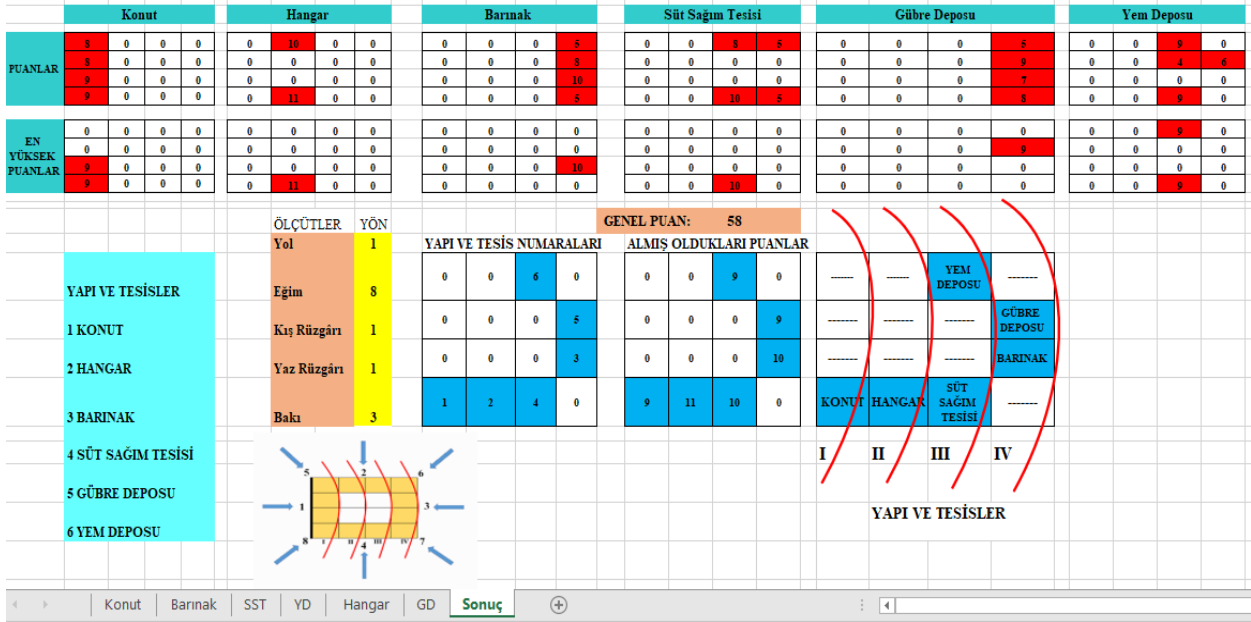
Geliştirilen bilgisayar uygulaması, avlunun yol ile bağlantılı olan cephesini ve eğitim yönünü (avludaki en yüksek nokta) esas alarak konutu yola yakın bir yere, hangarı konuta yakın olması gerekliliği için II. bölgeye, süt sağım tesisi ve yem deposunu III. bölgeye, barınak ve gübre deposunu ise avlunun yol ile olan girişini esas alarak en sondaki IV. bölgeye yerleştirmiştir. Barınak yapısının, süt sağım tesisi ve yem deposuna yakın olması gerektiği için bu iki yapının arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca geliştirilen uygulama işletme avlusunun hâkim rüzgâr yönlerinden dolayı, rüzgârlar konuttan barınak ve gübre depolarına olacak şekilde bir konumlandırma yapmıştır (Şekil 5).

### **Mevcut avlu planı ile geliştirilen bilgisayar uygulamasına göre en uygun avlu planının karşılaştırılması**

İşletmenin mevcut avlu yerleşim düzeni (Şekil 4) ile geliştirilen bilgisayar uygulamasının örnek işletme için ürettiği avlu yerleşim düzeni (Şekil 5) karşılaştırıldığında; söz konusu işletme avlusunda II. bölgede uygun olmayan şekilde konumlandırılan barınaklara karşın, geliştirilen uygulamanın barınaklar için IV. bölgede konumlandırma yaptığı görülmektedir. Ayrıca geliştirilen uygulama; işletme avlusunda II., III. ve IV. bölgelere dağılmış olan yem ve silaj depolarını, olması gereken III. bölgeye, III. bölgede bulunan hangarı ise yer alması gereken II. bölgeye yerleştirmiştir. Bununla birlikte, geliştirilen uygulamanın işletmenin hâkim rüzgâr koşullarını (1) dikkate alarak rüzgârlar konuttan barınaklara ve gübre depolarına edecek şekilde bir yerleşim düzeni sunduğu görülmektedir (Şekil 4 & 5).

Yapılan bu karşılaştırma; örnek işletmenin mevcut avlu yerleşim düzeninin geliştirilen uygulamanın sunduğu en uygun avlu planı ile örtüşmediğini ortaya koymaktadır. İşletme avlusu yaklaşık 89,000 m<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir. Bu avlu alanında; konut (170 m<sup>2</sup>) süt sağım tesisi yapıları (2,560 m<sup>2</sup>) hangar (85 m<sup>2</sup>) ve gübre depolarının (750 m<sup>2</sup>) yanı sıra 9 adet hayvan barınağı (22.000 m<sup>2</sup>) ve 4 adet yem deposu ile paket silaj depolama alanının (8,450 m<sup>2</sup>) yaklaşık 34.000 m<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsadığı belirlenmiştir (Şekil 4). Yapıların çeşidi, sayısı ve boyutları ile avludaki yerleşim düzeni için öngörülen yapılar arası mesafeler

dikkate alınacak olursa, yapıların bu işletme avlusuna programın sunduğu avlu planına göre uygun biçimde yerleştirilmesi mümkün görülmemektedir. Bu durumun ise, işletmede üretim esnasında ortaya çıkacak toz ve kötü kokuların insan ve hayvan sağlığını olumsuz yönde etkilemesi, yangın riskini artırması, iş gücü kullanım etkinliğini ve taşıt trafiği güvenliğini azaltması söz konusudur.



**Şekil 5.** Geliştirilen bilgisayar uygulamasının örnek işletme için ürettiği sonuç sayfası (SST: Süt sağım tesisi, YD: Yem deposu, GD: Gübre deposu).

**Figure 5.** The result page produced by the developed computer application for the sample farm (SST: Milking facility, YD: Feed store, GD: Manure store).

Yapılan karşılaştırmadan ortaya çıkan bir başka sonuç ise, geliştirilen uygulamanın yeni tesis edilecek bir süt sığırcılığı işletmesi için işletme avlusu olarak tahsis edilecek alanın öngörülecek yapılaşma için söz konusu değerlendirme ölçütlerine göre yeterli olup olmayacağını da ortaya koymasındır. Bu yönüyle geliştirilen bilgisayar uygulaması, yeni tesis edilecek süt sığırcılığı işletmelerinde altyapının sürdürülebilir üretime uygun biçimde düzenlenmesine yol gösterici bir özellik taşımaktadır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

Hayvansal üretimin gerçekleştirildiği işletmelerde üretim verimliliği, uygulanan hayvansal üretim tekniklerinin uygunluğunun yanı sıra, bu üretimde kullanılacak fiziki olanakların (altyapının) yeterliliği ile doğrudan ilintilidir. Hayvansal üretimde kullanılan hayvan barınakları ve diğer servis yapılarının yer alacağı işletme avlusu yerinin seçimi ve bu avlu içerisinde söz konusu yapı ve tesislerin uygun biçimde konumlandırılması, bu işletmelerin üretim verimliliği üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Hayvansal üretimde süt sığırcılığı ile uğraşan bir işletmenin avlusunda yer alacak yapıların yerleştirme düzeni, genellikle ya bir uzman tarafından planlanmakta ya da yatırım sahibi üreticinin öngörüsüne göre oluşturulmaktadır. Ancak, birçok süt sığırcılığı işletmesinde avlu içerisindeki yapılar, mevcut avlu koşullarında teknik ve bilimsel esaslara uygun biçimde konumlandırılmamaktadır. Böylesi bir avlu yerleşim düzeninde, üretim sürecinde ortaya çıkacak kötü hijyen koşullarının insan ve hayvan sağlığını tehdit etmesi, yapıların uygun bölgelere uygun mesafelerde yerleştirilmemiş olmasının yangın riskini artırması, üretimde etkin bir iş gücü kullanımının sağlanamaması ve üretim maliyetinin artması gibi sorunlar söz konusudur. Bu bakımdan avluda bulunan yapıların en uygun şekilde yerleştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, bir süt sığırcılığı işletmesindeki üretim yapılarının avlu içerisinde, altı farklı değerlendirme ölçütüne göre en uygun biçimde yerleştirilmesini sağlamak amacıyla bir bilgisayar uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen bu uygulama, öncelikle yeni kurulacak süt sığırcılığı işletmelerinin avlusunda (işletme merkezinde) yer alacak üretim yapılarının en uygun biçimde konumlandırılmasına rehberlik edecektir. Bununla birlikte, çevreye verilecek zararın kontrol altına alınabileceği ve daha ekonomik bir işletmeciliğin yapılabileceği sürdürülebilir bir hayvancılık için gerekli altyapının düzenlenmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca, geliştirilen uygulamanın mevcut işletmelerde arazi verilerine uygun olarak üreteceği en uygun avlu yerleşim düzeni planlarının mevcut avlu yerleşim planları ile karşılaştırılmasına ve böylece söz konusu işletmelerin verimliliğinin sorgulanmasına ve belirlenecek sorunlar için çözüm önerilerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Günümüzde her sektörde çevre duyarlılığı ve rekabet artmıştır. Bu bağlamda, süt sığırcılığı gibi büyükbaş hayvancılığın yanı sıra, küçükbaş ve kanatlı tür yetiştiricilikte sürdürülebilir bir üretim için, işletme merkezlerinin altyapılarının düzenlenmesinde matematiksel çözümlere gerek duyulmaktadır. Çalışmada geliştirilen bilgisayar uygulamasının daha kapsamlı çözüm önerileri sunması için esas alınan değerlendirme ölçütlerinin çeşitlendirilmesi gerekir. Bu konuda ilgili kurum ve kuruluşlar ile üniversitelerin birlikte yürüteceği çalışmalar önemli katkılar sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Alchalabi, D.A., 2015. Farmstead Planning, In: Farm Building Design, Chapter: 1, p. 10, ResearchGate. (Web sayfası: <https://www.researchgate.net/publication/272840813>) (Erişim tarihi: Ocak 2019).
- Anonymous, 2013. Havza Koruma Eylem Planları - Küçük Menderes Havzası, TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü, 519 s.
- Aricı, İ., E. Şimşek & E. Yaslıoğlu, 2005. Süt sığırcılığı ahırlarının planlanması, Süttaş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Hayvancılık Serisi, 4, 26 s.
- Boyacı, M., H.B. Ünal & Ö.H. Bayraktar, 2020. "Sürdürülebilir Hayvancılıkta Nitrat Kirliliğinin Havzada Mekansal Stratejik Analiziyle İnovatif Bir Tekno-Eko Model Planı Projesi" İlçe Çalıştay Raporu, İzmir, 16 s.
- Çevik, B. & O. Tekinel, 1998. Kırsal Yerleşim Tekniği, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:197, 139 s.
- FAO, 2017. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Statistical Databases – Livestock Primary (Web sayfası: [fao.org/faostat/en/#data/QL](https://www.fao.org/faostat/en/#data/QL)) (Erişim tarihi: Eylül 2019).
- Fernández, M. E., R. A. Mariño & X. C. Carreira, 2006. Algorithms for dairy barn design: Resting, feeding, and exercise, Journal of Dairy Science, 89 (7), 2784-2798.
- Girgin, G., 2008. Kırsal Altyapı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1562, 217 s.
- Hatem, M., M. Samer, H. Grimm, R. Doluschitz & T. Jungbluth, 2013. An expert system for planning and designing milking parlour constructions., Agric Eng Int: CIGR.
- Kayhan, M. & İ. Alan, 2012. Türkiye Alansal Yağış Analizi 1971-2010. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kitapları, 96 s. (Web sayfası: <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/kitaplar/alansalyagisanalizi.pdf>) (Erişim tarihi: Temmuz 2021).
- Mijinyawa, Y. & T. Awogbuyi, 2011. Development of a wind rosette for farmstead planning in Ibadan environ, Nigeria, Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS), 2(2), 364-368.
- Mrema, C.G., O.L. Gumbo, J.H. Chepete & O.J. Agullo, 2011. Rural structures in the tropics: Design and Development, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, 481 pp.
- Okuroğlu, M. & A. V. Yağanoğlu, 2013. Kültürteknik, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 336, 290 s.
- Olgun, M., 2011. Tarımsal Yapılar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1577, 445 s.
- Öztürk, T., 2003. Tarımsal Yapılar, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 49, Samsun.
- Prasad, N. H., G. Rajyalakshmi & A. S. Reddy, 2014. A typical manufacturing plant layout design using CRAFT algorithm, Procedia Engineering, 97: 1808-1814.
- Protz, A. & P. O. Moen, 1979. Family Farm Improvement Branch. Farmstead planning, Agriculture Canada, 1674/E.

- Quam, V., B. Wight & H. Hirning, 1993. Farmstead windbreak, NDSU EXTENSION SERVICE, F-1055.
- Samer, M., H. Grimm, M. Hatem, R. Doluschitz & T. Jungbluth, 2008. Mathematical modeling and spark mapping of dairy farmstead layout in hot climates. *Misr Journal of Agricultural Engineering*, 25 (3): 1026-1040.
- Serbeş, Z.A., İ. Alkan, H.B. Ünal & M. Avcı, 2014. Küçükbaş Hayvan Barınaklarında Birimlerin Yerleşim Düzeninin Optimum Tasarımı: Genetik Algoritma Uygulaması, 12. Ulusal Kültürteknik Sempozyumu, Tekirdağ, 1: 164-168.
- Singh, S. P. & R. R. Sharma, 2006. A review of different approaches to the facility layout problems, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 30 (5-6): 425-433.
- Şahin, R. & O. Türkbey, 2010. Çok Amaçlı Tesis Yerleşim Problemi İçin Yeni Bir Melez Sezgisel Algoritma, *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25 (1): 119-130.
- Taşkın, T. & B. Ünal, 2013. Koyunculuk işletmelerinde avlu tipleri ve seçimi, *Hasad Hayvancılık Dergisi*, 29 (341): 22-25.
- TÜİK, 2017. Hayvancılık İstatistikleri, [biruni.tuik.gov.tr](http://biruni.tuik.gov.tr) Erişim Tarihi: Ekim 2019.
- Uğur, F., 2014. Sığır Yetiştirme, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yayın No:117, 167 s.
- Ünal, H. B., T. Taşkın & İ. Alkan, 2013. Hayvancılık işletmelerinde uygun yer seçimi, *Tarım Türk Dergisi*, 39: 44-46.
- Yüksel, A. N. & C. B. Şişman, 2015. Hayvan Barınaklarının Planlanması, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., ISBN: 978-975-8377-99-0, 176s.